

Serie técnica  
Boletín técnico no. 60

# Estado del Recurso Arbóreo en Fincas Ganaderas y su Contribución en la Sostenibilidad de la Producción en Rivas, Nicaragua

Editores: Dalia Sánchez, Cristóbal Villanueva, Graciela M. Rusch,  
Muhammad Ibrahim, Fabrice DeClerck

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE  
Turrialba, Costa Rica, 2013

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros son el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana, Venezuela, España y el Estado de Acre en Brasil.

© Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, 2013

**ISBN 978-9977-57-593-3**

333.95

E82 Estado del recurso arbóreo en fincas ganaderas y su contribución en la producción en Rivas, Nicaragua / editado por Dalia Sánchez... [et al.]. – 1 ed. – Turrialba, CR : CATIE, 2013. 50 p. : il. – (Serie técnica. Boletín técnico / CATIE ; no.60)

ISBN 978-9977-57-593-3

1. Árboles dispersos – Explotaciones agrarias
  2. Sistemas silvopascícolas – Servicios ambientales
  3. Árboles – Conservación de recursos naturales
- I. Sánchez, Dalia, ed. II. Villanueva, Cristóbal, ed. III. Rusch, Graciela M., ed. IV. Ibrahim, Muhammad, ed. V. DeClerck, Fabrice, ed. VI. CATIE X. Título XI. Serie.

#### **Créditos**

**Revisores:** Diego Tobar y Marlon López

**Corrección de estilo:** Cris Soto, Oficina de Comunicación e Incidencia, CATIE

**Diseño y diagramación:** Silvia Francis, Oficina de Comunicación e Incidencia, CATIE

**Foto de la portada:** Fabrice DeClerck

La presente publicación es parte de los proyectos FUNCiTREE “Un marco ecológico para sistemas agroforestales sostenibles y adaptables a los paisajes de ecoregiones semiáridas y áridas” y SILPAS “Los árboles como motores del funcionamiento de los sistemas silvopastoriles en el Neotrópico” y han estado a cargo de dos consorcios internacionales con la participación de equipos multidisciplinarios pertenecientes a organizaciones regionales de Centroamérica y de Noruega, los Países Bajos, España, Francia, Senegal y Mali. FUNCiTREE ha sido cofinanciado por la Comunidad Europea y SILPAS por el Consejo de Investigaciones de Noruega (RCN).

Los autores son los únicos responsables por el material reportado en este trabajo. Esta publicación no representa la opinión de la Comunidad Europea y del Consejo de Investigaciones de Noruega. Mayor información: <http://funcitree.nina.no/>

# Contenido

<b>Lista de figuras</b> .....	4
<b>Lista de cuadros</b> .....	4
<b>Autores de los artículos</b> .....	5
<b>Editorial</b> .....	7
Funciones y servicios de las fincas silvopastoriles <i>Graciela M. Rusch, Dalia Sánchez</i>	
<b>Entrevistas</b>	
Alcaldía de Belén: buscando una gestión territorial compatible entre producción agropecuaria y conservación de los recursos naturales <i>Dalia Sánchez, Cristóbal Villanueva, Graciela M. Rusch</i> .....	10
Don José Dolores Ugarte Quiroz: conservando árboles en finca para mayores beneficios socioeconómicos y generación de servicios ecosistémicos <i>Dalia Sánchez, Cristóbal Villanueva, Graciela M. Rusch</i> .....	12
<b>Artículo 1</b>	
El estado del recurso arbóreo en fincas ganaderas del municipio de Belén, Rivas, Nicaragua <i>Dalia Sánchez, Cristóbal Villanueva, Graciela M. Rusch, Sergio Vílchez, Mayra Saucedo</i> .....	14
<b>Artículo 2</b>	
Percepciones de los productores sobre las funciones de los árboles en las fincas ganaderas <i>Ditter Horacio Mosquera Andrade, Carlos Roberto Cerdán Cabrera, Cristóbal Villanueva, Muhammad Ibrahim, Isabel Gutiérrez Montes, Fabrice DeClerck</i> .....	20
<b>Artículo 3</b>	
Estrategias de los árboles en SSP en el uso eficiente del agua y la tolerancia a la sequía <i>Pilar Bucheli, Tamara Benjamín, Graciela M. Rusch, Muhammad Ibrahim, Pere Casals, Francisco Pugnaire</i> .....	25
<b>Artículo 4</b>	
Relación de la cobertura arbórea con la disponibilidad de pasto <i>Graciela M. Rusch, Piedad Zapata, Pere Casals, Johanna Romero, Mayra Saucedo, Julio Morales Can, Fabrice DeClerck</i> .....	31
<b>Artículo 5</b>	
Los árboles en los potreros para la reducción del estrés calórico del ganado en los trópicos <i>Francisco García Cruz, Muhammad Ibrahim</i> .....	36
<b>Artículo 6</b>	
Potencial de las leñosas forrajeras en potreros para la alimentación del ganado en la época seca <i>Cristóbal Villanueva, Muhammad Ibrahim, Fabián Lombo, Nelson Pérez</i> .....	42

## Figuras

<b>Figura 1.1.</b> Imagen del paisaje de Belén mostrando que el mayor porcentaje de área es ocupada por vegetación no boscosa (pasturas y cultivos de ciclo corto). Fuente: Norwegian Institute for Nature Research (NINA) 2005. ....	14
<b>Figura 1.2.</b> Representación gráfica de la cobertura arbórea en potreros típicos de Belén en 1996 y en 2011. ....	15
<b>Figura 1.3.</b> Visualización de los usos de la tierra y cobertura arbórea de una finca ganadera en Belén, Rivas.....	16
<b>Figura 3.1.</b> Comparación de un potrero arbolado de uso ganadero en la época seca (izquierda) y en la época de lluvia (derecha) en Rivas, Nicaragua 2011. Fotos: Pilar Bucheli.....	25
<b>Figura 3.2.</b> Puntos de muestreo para raíces finas de especies arbóreas, contenido de humedad y densidad aparente de suelo en SSP en Rivas, Nicaragua 2011. ....	26
<b>Figura 3.3.</b> Longitud de raíces finas de seis especies arbóreas en relación con el contenido de humedad del suelo (CH%) en SSP de Rivas, Nicaragua 2011. ....	27
<b>Figura 3.4.</b> Densidad de raíces finas (RBD) de seis especies arbóreas en diferentes posiciones bajo la copa en SSP de Rivas, Nicaragua 2011. ....	27
<b>Figura 3.5.</b> Longitud específica radicular (SRL) de seis especies arbóreas en relación a las profundidades del suelo en SSP de Rivas, Nicaragua 2011. ....	28
<b>Figura 4.1.</b> Comportamiento mensual de la productividad primaria neta. (g/m <sup>2</sup> /día) bajo árboles de carao, guácimo y roble durante el período abril-julio de 2009 en la zona de Muy Muy. Fuente: Zapata 2010. ....	32
<b>Figura 4.2.</b> Patrones de sombra modelados en a) árboles dispersos y b) árboles con distribución agrupada. c) Comparación de medias de áreas de sombra según los distintos arreglos espaciales de los árboles (en m <sup>2</sup> , letras distintas indican diferencias significativas). Fuente: Saucedo 2010. ....	33
<b>Figura 4.3.</b> Evolución mensual de la cobertura de follaje en árboles aislados de (A) carao y (B) roble en Muy Muy y Matiguás. Fuente: Zapata 2009. ....	34
<b>Figura 4.4.</b> Parche de pastizal dominado por <i>Paspalum notatum</i> (A) y por la leguminosa <i>Stylosanthes guianensis</i> (B). Fotos: Julio Morales. ....	35
<b>Figura 6.1.</b> Consumo voluntario de especies leñosas por vacas en producción en Rivas,	

## Cuadros

1.1. Las cinco especies más abundantes como árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas de Belén.....	17
2.1. Resumen del conocimiento local sobre especies prestadoras de bienes y servicios en fincas ganaderas de Rivas .....	23
5.1. Efecto de la sombra sobre la temperatura rectal, frecuencia respiratoria y producción de leche en sistemas de producción de leche y de doble propósito .....	37
5.2. Reducción de la temperatura ambiente bajo la sombra para cinco especies arbóreas en Rivas, Nicaragua .....	39
5.3. Comparación de la producción de leche en verano en potreros con árboles y sin árboles, y las pérdidas económicas por hectárea provocadas por el estrés calórico en Nicaragua y Costa Rica .....	40
6.1. Lista de especies leñosas con potencial forrajero en potreros en Nicaragua .....	43
6.2. Rendimiento y calidad del forraje de especies leñosas comunes en potreros .....	45
6.3. Producción y calidad de frutos de leñosas en potreros .....	45

## Autores de los artículos en orden alfabético

**Benjamin, Tamara**

Ph.D. Ecofisiología Forestal  
Botany and Plant Pathology/Forestry  
and Natural Resources Dept.  
Purdue University, West Lafayette,  
IN 47907. tamara17@purdue.edu

**Bucheli, Pilar**

M.Sc. Agroforestería Tropical  
CATIE, Turrialba, Costa Rica  
pbucheli@catie.ac.cr

**Casals, Pere**

Ph.D. Biología Vegetal  
Ecología y gestión  
de sistemas silvopastoriles  
Centro Tecnológico  
Forestal de Cataluña (CTFC)  
Solsona, España  
pere.casals@ctfc.es

**Cerdán Cabrera, Carlos Roberto**

Ph.D. Agroforestería Tropical  
Universidad Veracruzana  
Xalapa, Veracruz, México  
ccerdan@catie.ac.cr

**DeClerck, Fabrice**

Ph.D. Ecología del Paisaje  
Landscape and Community Ecologist  
Program Leader  
Agrobiodiversity and Ecosystem Services  
Program  
Bioversity International  
f.declerck@cgiar.org

**García Cruz, Francisco**

M.Sc. Agroforestería Tropical  
CATIE, Turrialba, Costa Rica  
fgarcia@catie.ac.cr

**Gutiérrez Montes, Isabel**

Ph.D. Sociología Rural  
Líder Programa Agroambiental  
Mesoamericano  
CATIE, Turrialba, Costa Rica  
igutie@catie.ac.cr

**Ibrahim, Muhammad**

Ph.D.  
Representante Instituto Interamericano  
de Cooperación para la Agricultura-Belice.  
mibrahim@catie.ac.cr

**Lombo, Darwin F.**

M.Sc. Agroforestería Tropical  
Especialista en Prácticas del Desarrollo  
CATIE, Turrialba, Costa Rica  
fabianlombo@gmail.com

**Morales Can, Julio**

M.Sc. Manejo de Recurso Naturales  
Norwegian Institute  
for Nature Research (NINA)  
Trondheim, Noruega  
quinchobarrilete@yahoo.com

**Mosquera Andrade, Ditter Horacio**

M.Sc. Agroforestería Tropical  
CATIE, Turrialba, Costa Rica  
dmosquera@catie.ac.cr

**Pérez, Nelson**

M.Sc. Agroforestería Tropical  
Investigador  
Corporación Colombiana de  
Investigación  
Agropecuaria (CORPOICA)  
nperez@corpoica.org.co

**Pugnaire, Francisco**  
Ph.D. Ciencias (Biología)  
Estación Experimental de Zonas Áridas  
Consejo Superior  
de Investigaciones Científicas (CSIC)  
La Cañada, Almería, España  
fip@eeza.csic.es

**Romero, Johanna**  
M.Sc. Agroforestería Tropical  
CATIE, Turrialba, Costa Rica  
johanna@catie.ac.cr

**Rusch, Graciela M.**  
Ph.D. Ecological Botany  
Norwegian Institute  
for Nature Research (NINA)  
Trondheim, Noruega  
graciela.rusch@nina.no

**Sánchez, Dalia**  
M.Sc. Manejo y Conservación  
de Bosques Tropicales y Biodiversidad  
Investigadora  
Programa Ganadería  
y Manejo del Medio Ambiente  
CATIE, Managua, Nicaragua  
dsanchez@catie.ac.cr

**Sauceda, Mayra**  
M.Sc. Agroforestería Tropical  
CATIE, Turrialba, Costa Rica  
msauceda@catie.ac.cr

**Villanueva, Cristóbal**  
M.Sc. Agroforestería Tropical  
Investigador  
Programa Ganadería  
y Manejo del Medio Ambiente  
CATIE, Turrialba, Costa Rica  
cvillanu@catie.ac.cr

**Zapata, Piedad**  
M.Sc. Agroforestería Tropical  
Docente Universidad de Ciencias  
Aplicadas y Ambientales  
Bogotá, Colombia, pzapata@udca.edu.co

## Editorial

# Funciones y servicios de las fincas silvopastoriles

Graciela M. Rusch, Dalia Sánchez

Los artículos en este volumen presentan resultados de estudios que han sido conducidos dentro de los proyectos FUNCiTREE “Un marco ecológico para sistemas agroforestales sostenibles y adaptables a los paisajes de ecoregiones semiáridas y áridas” y SILPAS “Los árboles como motores del funcionamiento de los sistemas silvopastoriles en el Neotrópico” y han estado a cargo de dos consorcios internacionales con la participación de equipos multidisciplinarios pertenecientes a organizaciones regionales de Centroamérica, Noruega, los Países Bajos, España, Francia, Senegal y Mali.

El amplio espectro de los temas tratados en los trabajos presentados en este volumen refleja la diversidad de disciplinas en los equipos, incluyendo científicos en las áreas de las ciencias sociales, agroforestería, ecología, ecofisiología, zootecnia y nutrición animal. Los estudios anteriores a los conducidos por SILPAS y FUNCiTREE produjeron avances importantes sobre los sistemas silvopastoriles en Nicaragua y en otras zonas de América Central. Estos han llevado a reconocer el valor fundamental de la cobertura arbórea en las fincas ganaderas en la región, en los productos que brindan y en la importancia que esta tiene en el mantenimiento de una alta diversidad de especies.

A partir de este conocimiento, SILPAS y FUNCiTREE se han enfocado en los atributos de los árboles y en los roles que juegan de acuerdo a estos atributos, con el fin de diseñar sistemas silvopastoriles multifuncionales en zonas donde la estacionalidad de lluvias es muy marcada. Los estudios abarcan varios aspectos sobre cómo las diferencias entre árboles afectan la respuesta a la estacionalidad climática, la producción de alimento para el ganado en la época seca, la capacidad de brindar sombra y finalmente cómo afectan la producción de la pastura, la fertilidad del suelo y la producción de leche. También se ha recopilado información de la percepción de los productores sobre los beneficios que obtienen de los árboles y qué funciones les interesan. Este conocimiento es muy importante porque las decisiones que los productores toman en la finca tienen gran impacto sobre las funciones productivas y ecológicas. En este volumen se presenta una selección de trabajos conducidos en ambos proyectos que, en conjunto, muestran resultados a distintos niveles, desde el paisaje hasta la caracterización particular de distintas especies a partir de atributos relacionados con el uso del agua y con el consumo de follaje por los animales.

Sánchez y colaboradores (2012) presentan un panorama de la magnitud y la composición de la cobertura arbórea en la zona de Rivas, indicando los arreglos silvopastoriles y las especies más comunes. También se presentan datos de la evolución de la cobertura arbórea en la región. Estos datos indican su incremento en los últimos años, lo cual puede atribuirse a distintas medidas tendientes a fomentar y proteger la regeneración de especies arbóreas en los sistemas de producción ganadera locales.

Los estudios muestran que los árboles tienden, en general, a reducir la productividad del pasto (Rusch y colaboradores 2012), pero hay diferencias marcadas entre especies asociadas a la arquitectura de su copa y aparentemente a la estacionalidad del follaje. En algunos casos, las diferencias entre la producción debajo del árbol y en la pastura abierta no son importantes. Además, la reducción de la producción ocurre en época de lluvia, en los períodos de máxima productividad y tal vez cuando la oferta de forraje no constituye la mayor limitación en la producción del ganado. En cambio, la sombra del árbol es importante para reducir el estrés calórico en los animales (García Cruz e Ibrahim 2012), lo que redundará sobre la producción de leche y la condición del animal. Mosquera Andrade y colaboradores (2012) muestran que los productores aprecian esta función y que la asocian a distintas especies de árboles.

El rol de los árboles para cubrir el déficit forrajero en la época seca es muy importante pero pareciera estar subvaluado (Villanueva y colaboradores 2012). Varias especies de árboles producen frutos que son consumidos por el ganado, además, las especies presentan distintos picos de producción a lo largo de la estación seca, por lo cual, en el caso de consumo directo en el potrero, la combinación de distintas especies prolonga el período de oferta de frutos. Villanueva y colaboradores (2012) también muestran que el ganado consume follaje y ramas jóvenes de varias especies de alto nivel nutricional. Algunas de estas especies mantienen el follaje y rebrotan durante la época seca, contribuyendo a cubrir la oferta de forraje cuando la producción de pasto se detiene.

En conjunto, estos estudios indican que el aumento de la cobertura arbórea y el enriquecimiento en el número de especies utilizadas brindan la oportunidad de aumentar el potencial productivo y diversificar la producción. Varias de las especies que cumplen funciones de provisión de sombra y producción de frutos pueden también ser fuentes de madera, material y leña para consumo en la finca o para la venta. Mosquera Andrade y colaboradores (2012) muestran que los productores aprecian todas estas funciones, y particularmente, que las especies multifuncionales son las preferidas. Sin embargo, estos estudios también señalan el potencial de incrementar la multifuncionalidad de la finca cuando se combinan varias especies con distintas características.

Finalmente, conocer las respuestas de las especies a las condiciones biofísicas del ambiente es importante para diseñar sistemas silvopastoriles para el futuro. Los cambios que se esperan en la zona, como consecuencia del calentamiento global, indican una mayor incidencia de sequías marcadas y una mayor ocurrencia de eventos climáticos erráticos. Entender cómo las distintas especies silvopastoriles hacen uso del agua es fundamental para diseñar sistemas que puedan absorber estos cambios. La distribución y los atributos de las raíces son características que están relacionadas con la forma en que las especies de árboles enfrentan la estacionalidad climática (Bucheli y colaboradores 2012). Los productores son conscientes del desafío que presenta el período de seca en la producción y reconocen características en los árboles que les permiten sobrellevar la estacionalidad de las lluvias (Mosquera Andrade y colaboradores 2012).

FUNCiTREE implementó una serie de parcelas demostrativas de sistemas silvopastoriles multifuncionales en la zona de Rivas. Para este fin, se identificaron dos fincas que cumplieran con lo siguiente: 1) ser representativas de los sistemas ganaderos de la zona; 2) contar con



la disponibilidad del productor para brindar un espacio de tierra de la finca y aportar mano de obra en algunas de las labores de establecimiento y mantenimiento de las parcelas; 3) tener fácil acceso y 4) contar con la disponibilidad del productor para colaborar con otros proyectos y grupos de productores y para incluir prácticas silvopastoriles en las fincas, con el fin de mitigar el efecto de la sequía.

Bajo los criterios anteriores se seleccionaron las fincas del señor Martín Mena ubicada en el municipio de Belén, comunidad de Cantimplora y la finca de la Escuela de Internacional de Agricultura de Rivas situada en la comunidad de la Chocolatea. En la primera se han establecido los siguientes sistemas silvopastoriles multifuncionales: 1) 0,7 ha de bancos forrajeros de corte y acarreo de madero negro (*Gliricidia sepium*) y *Cratylia argentea* con diversidad de especies leñosas y 2) 1,75 ha de leucaena (*Leucaena leucocephala*) y especies leñosas diversas. En la segunda finca se estableció un módulo de 3,16 ha de leucaena combinada con otras especies leñosas establecidas por regeneración natural. La pastura se establecerá en la época lluviosa del 2013<sup>1</sup>.

Finalmente, queremos agradecer a los productores, instituciones y tomadores de decisiones que participaron de distintas maneras en los estudios, por su interés en los proyectos y por su colaboración. Gracias, por permitir la conducción de los estudios en las fincas, brindar su tiempo en las entrevistas y facilitar de los trabajos de campo. SILPAS ha sido financiado por el Consejo de Investigaciones de Noruega (RCN) y FUNCiTREE es cofinanciado por la Comunidad Europea, 7FP. Las organizaciones participantes en los proyectos son: CATIE (Costa Rica/Nicaragua); NINA (Noruega); UMB (Noruega); HiHdm (Noruega); CSIC (España); CTFC (España); WUR (Países Bajos); CIRAD (Francia); ISRA (Senegal) e IER (Mali).

---

<sup>1</sup> Para contacto en CATIE: Dalia Sánchez, dsanchez@catie.ac.cr y Cristóbal Villanueva, cvillanu@catie.ac.cr; en la Escuela de Agricultura con Ing. Fernando Moraga o Martín Jiménez, fer061061yahoo.com, ronald.jimenez@hotmail.com; y para contacto en la finca en Cantimplora con el productor Martín Mena al teléfono + (505) 88789349.

## Alcaldía de Belén: buscando una gestión territorial compatible entre producción agropecuaria y la conservación de los recursos naturales

Entrevista realizada por Dalia Sánchez, Cristóbal Villanueva,  
Graciela M. Rusch



Dr. José Roberto Alejo Dávila.  
Alcalde de Belén 2009-2012.  
Foto: Alcaldía de Belén

El Dr. José Roberto Alejo Dávila, alcalde del municipio de Belén en el período 2009-2012, es originario de Masaya pero tiene 22 años de vivir en el municipio de Belén, Rivas. El Dr. Alejo destaca que, en el tema ambiental, Belén ha sido una alcaldía comprometida con la protección y conservación de los recursos naturales. Como ejemplo menciona el logro de la ordenanza municipal de declaración de áreas de protección municipal, y de regulación, control y protección del recurso forestal firmada el 25 de febrero de 2011. También, la ordenanza para la institucionalización del sistema de retribución por servicios ambientales hídricos en el municipio firmada el 28 de octubre de 2011 y el plan de desarrollo municipal de Belén con elementos de ordenamiento territorial y enfoque de cuenca. Por ello destaca que *“Una visión sin acción es solo un sueño; una acción sin visión carece de sentido; pero una visión con acción puede cambiar el mundo”*, **Joel Barker**.

¿Cuánto tiempo ha estado usted sirviendo en este cargo público?  
Cuatro años en el período 2009–2012

¿Cómo visualiza el estado del recurso arbóreo en las fincas ganaderas de Belén, incluyendo los parches de bosques y qué dinámica ha observado en el tiempo?

Hace como 10 años hubo un despale indiscriminado, ahora hay más bosque porque los productores han tomado conciencia de conservar el recurso arbóreo por la falta de agua durante el verano.

¿Cuáles son las instituciones del sector ganadero que trabajan en el municipio y cuáles son sus roles?

- El Ministerio Agropecuario Forestal (MAGFOR) trabaja en temas de sanidad animal, alimentación en época seca y trazabilidad.
- El Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA) da asesoramiento en el tema de manejo de fincas y trabaja con programas de transferencia de tecnología.
- El Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) apoya el tema de conservación de bosques y cuencas.
- El Instituto Nacional Forestal (INAFOR) apoya el sector forestal y coordina con las unidades ambientales los planes de manejo forestales.

¿Qué información disponen en el municipio en el tema de ganadería y cómo la obtienen?

Se dispone de muy poca información por parte de las instituciones. Sin embargo, contamos con datos básicos como el número de cabezas de ganado en el municipio, datos de sanidad animal, información general sobre alimentación del ganado y rendimiento de leche.

¿Qué estrategia está implementando la alcaldía de Belén para mantener, conservar o incrementar **árboles dentro de las fincas ganaderas, ¿promueve sistemas silvopastoriles amigables con el ambiente con un enfoque de producción y conservación?, ¿qué políticas e incentivos ha establecido la municipalidad para manejar el tema del impacto del cambio climático o variabilidad climática en el sector?**

La estrategia para conservar o mantener la hacemos a través de la ordenanza municipal de declaración de áreas de protección municipal y de regulación, el control y protección del recurso forestal, donde se prohíbe el corte de árboles en las zonas declaradas como áreas de protección, y la prohibición de quemas en una distancia menor de 200 metros de una fuente de agua y reductos forestales en el municipio.

Se ha implementado un esquema de pago por servicios ambientales para promover cercas vivas en puntos críticos que sirvan como una red de conectividad del paisaje y protección de áreas para conservación de bosques ribereños y para el mantenimiento de la calidad de agua. Los fondos para el esquema de pago proceden de la Compañía Azucarera del Sur (CASUR), alcaldías de Potosí, Buenos Aires, Belén y la cooperación Alemana.

¿Cuáles son los aspectos claves de la producción ganadera que ha venido promoviendo la alcaldía en conjunto con otros actores?

Capacitación para la promoción e implementación del sistema silvopastoril cercas vivas, división de potreros, rondas cortafuego, liberación y protección de bosques ribereños.

¿Cómo visualiza las alianzas público-privadas y la organización de productores para el desarrollo de una ganadería moderna y amigable con el ambiente?

Las alianzas público-privadas son buenas, tenemos ejemplo en el municipio con CASUR y las alcaldías de Belén, Buenos Aires y Potosí en el tema del pago por servicios ambientales. Los productores organizados trabajan mejor y hay mayor capacidad de gestión.

En Belén el agua es un recurso crítico durante el verano. ¿Qué se está haciendo para conservarlo o **hacer un uso eficiente?**

Lo estamos haciendo mediante incentivos como es la retribución por el servicio ambiental hídrico y liberación de áreas para la protección de las fuentes de agua (río Gil González).

¿Cuáles serían las recomendaciones que usted daría para fortalecer a las familias ganaderas y lograr una ganadería más sostenible y rentable?

Capacitaciones para lograr mayor concientización en los productores, educación ambiental, retroalimentación e incentivos como el PSA.

¿Cuál sería su mensaje para los productores ganaderos?

Ahora que se ha iniciado un proceso de conservación continuarlo para mejorar el ambiente y lograr una ganadería amigable.

# Don José Dolores Ugarte Quiroz: conservando árboles en finca para mayores beneficios socioeconómicos y generación de servicios ecosistémicos



Productor: José Dolores Ugarte,  
comunidad de Mata de Caña.  
Foto: FUNCITREE

Entrevista realizada por Dalia Sánchez, Cristóbal Villanueva,  
Graciela M. Rusch

Don José Dolores Ugarte, originario de la comunidad de Mata de Caña, Belén vive con sus cinco hijos en una finca de 68,6 ha y desde hace 40 años se ha dedicado a la ganadería y al cultivo de granos básicos, los cuales han sido su principal fuente de ingresos. En 2010, el Sr. Ugarte fue seleccionado para participar en el proyecto de pago por servicios ambientales hídricos que se está llevando a cabo en el municipio de Belén con el objetivo de mantener 18 ha de bosques bajo conservación. Don José Dolores se ha esforzado para cambiar a pasos, el manejo de la finca. El propósito es implementar arreglos silvopastoriles para incrementar la cobertura arbórea de la finca a través de cercas vivas diversificadas y la liberación de áreas para la conservación de bosque ribereño con la finalidad de mejorar la gestión de agua que es un recurso crítico durante la época de verano.

**¿Cómo considera la cantidad de árboles de árboles en su finca: alta, media, baja? ¿Lo que tiene ha cambiado en el tiempo (bajo, se mantiene o es mayor)?**

La finca en este momento tiene una alta cantidad de árboles porque ha estado implementando cercas vivas en los potreros, ha dejado árboles para la regeneración natural y liberado áreas para la conservación de agua. Antes (hace 10 años atrás) había menos cantidad de árboles porque los potreros tenían cercas muertas y tenía menos área que conservaba.

**¿Cuáles son las especies de árboles más dominantes en su finca y por qué?**

Pochote<sup>2</sup>, guanacaste, genízaro, guácimo porque son especies que sirven para madera cuando se necesita reparar el corral y la casa, leña, sombra y alimento para el ganado.

**¿Qué manejo reciben los árboles en su finca (por ejemplo, podas, raleos, etc. o nada)**

Los árboles en la finca no reciben ninguna práctica de manejo. En este sentido, vale la pena seguir trabajando con los productores

<sup>2</sup> Pochote (*Bombacopsis quinata*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), genízaro (*Albizia saman*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*)

para que realicen manejo a los árboles como raleos (eliminar los de menor calidad, enfermos y cuando están muy juntos) y podas (cortar ramas bajas y enfermas), lo cual contribuye a mejorar la cantidad y calidad de los productos maderables tales como postes y madera de aserrío.

**¿Tiene charrales su finca? ¿Qué utilidad tienen los charrales?**

Tengo en la finca una buena área de charral que uso en la época seca. En este período el ganado entra al área para consumir frutos y hojarasca del suelo, y por medio del ramoneo de árboles y arbustos y recursos de alta calidad como follaje verde.

**¿Cuáles son los mayores problemas que enfrenta con la ganadería?**

Mi mayor problema es el precio de la leche porque es el sistema de producción que tengo. Esta situación me ha motivado a generar otros productos como el engorde de los machos producidos en la finca y la compra y venta de ganado.

**¿Cómo se está preparando ante los desafíos de sequías más largas y la falta de alimento para el ganado?**

Me preparo con ensilaje y he sembrado pasto mejorado para pastoreo y para corte y acarreo.

**¿Qué estrategia está implementando para incrementar los árboles en potreros para un enfoque de ganadería amigable con el ambiente?**

He sembrado más de 2 km de cercas vivas con jocote<sup>3</sup>, Madero negro, tigüilote, jiñote y pochote, cuidando la regeneración natural en los potreros y la conservación de áreas críticas a través del pago por servicios ambientales hídricos.

**¿Qué está haciendo para solventar la falta de agua en su finca durante la época seca, cómo hace para conservarla o hacer un uso eficiente de este recurso?**

El uso de pozos en los potreros y en los últimos años estoy conservando e incrementando la cobertura de árboles en los bosques ribereños porque me ayudan a mejorar la calidad del agua y como se reduce el arrastre de tierra al río, la disponibilidad de agua se mejora.

**¿Cuál sería su mensaje para los productores de la zona, sobre todo para mantener árboles dentro de su finca, para mejorar la producción amigable con el ambiente y lograr desarrollar fincas modernas con mayores ingresos?**

Que cambiemos las cercas muertas por cercas vivas, mantener los árboles a la orilla del río y evitar el pastoreo del ganado en estas áreas, evitar los incendios y mantener una variedad de árboles dentro de los potreros y las cercas. Para estas sequías que ya son más frecuentes y largas prepararnos con ensilaje y pastos de corte. Para la falta de agua, conservar las fuentes con árboles.

Don José Dolores Ugarte Quiroz señala que lo que falta en las fincas es una mejor planificación para tener alimento en la época de escasez.

<sup>3</sup> Jocote (*Spondias purpurea*), madero negro (*Gliricidia sepium*), tigüilote (*Cordia dentata*), jiñote (*Bursera simaruba*) y pochote (*B. quinata*)

# El estado del recurso arbóreo en fincas ganaderas del municipio de Belén, Rivas, Nicaragua

Dalia Sánchez, Cristóbal Villanueva, Graciela M. Rusch, Sergio Vílchez, Mayra Saucedo

## 1.1 Introducción

En Nicaragua, la ganadería constituye una de las actividades económicas más importantes, generando alrededor de 130 mil empleos directos y 427 millones de dólares por las exportaciones de carne (BCN 2011). A pesar de esto, muchas fincas ganaderas tienen problemas de manejo y de capacidad productiva del recurso forrajero, lo que redundo en bajos ingresos y también en la sostenibilidad del sistema productivo. Sin embargo, cuando la ganadería se basa en sistema silvopastoriles (combinación de pastos, árboles y ganado) las fincas presentan opciones productivas más diversas, como la producción de leña, madera, postes para cerca, complemento forrajero en la época de baja producción de pasto y mantenimiento de buena calidad de agua. Estos beneficios contribuyen a mejorar el bienestar de las familias rurales. El propósito del presente artículo es describir el estado actual del recurso arbóreo en fincas ganaderas del municipio de Belén, conocer la importancia que representa para las familias productoras y determinar los factores que influyen en el estado del recurso arbóreo.

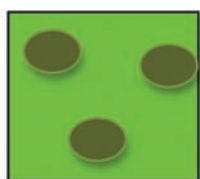
## 1.2. Estado del recurso arbóreo a nivel de paisaje

La cobertura arbórea en el paisaje de Belén, con una extensión territorial de 249 km<sup>2</sup> (Figura 1.1), se muestra altamente fragmentada. El mayor porcentaje del área está bajo pasturas, seguido por los cultivos anuales (maíz, frijón, arroz, otros). La cobertura de bosque se limita a pequeños parches y a las áreas ribereñas (bosques a la orilla de ríos y quebradas). Por estas razones, el 56,7% de la cobertura arbórea resulta de los árboles dispersos en potreros y cercas vivas; el 15,6% es vegetación secundaria y ribereña y el 13,9% son charrales (bosques jóvenes en etapas iniciales de crecimiento).

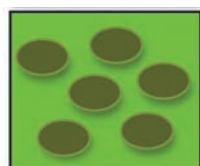


Figura 1.1. Imagen del paisaje de Belén mostrando que el mayor porcentaje de área es ocupada por vegetación no boscosa (pasturas y cultivos de ciclo corto). Fuente: Norwegian Institute for Nature Research (NINA) 2005.

Los trabajos del CATIE que caracterizaron la cobertura de árboles dispersos en potreros en base a fotos aéreas, imágenes de satélite e inventarios de campo indican que la cobertura arbórea en los potreros ha aumentado durante el período 1996 a 2011, del 6 al 13% (es decir, que en 1996, en una manzana de potreros las copas de los árboles cubren aproximadamente 1 tarea<sup>4</sup> y en 2011, 2 tareas, Figura 1.2).



Imagínese que en el año 1996 en una manzana de potrero la copa de los árboles cubría aproximadamente 1 tarea.



En el año 2011, en una manzana de potrero la copa de los árboles cubría aproximadamente 2 tareas.

Figura 1.2. Representación gráfica de la cobertura arbórea en potreros típicos de Belén en 1996 y en 2011.

Los datos del Plan de Desarrollo Municipal de Belén muestran también tendencias de recuperación de la cobertura arbórea. Entre los años 1986 y 2005 se registró un aumento del área boscosa de 149ha. Este incremento ha sido atribuido a una serie de acciones de programas locales, nacionales y de cooperación internacional. Los productores son más conscientes del rol que juegan los árboles en sus fincas, por lo cual es importante estimular acciones que promuevan el mantenimiento y la recuperación de los árboles en el paisaje agropastoril.

En el año 2002, la alcaldía municipal de Belén en alianza con el proyecto Suroeste-IDR/GTZ promovió acciones para incentivar la recuperación y el aumento de la cobertura arbórea a través de la regeneración natural a lo largo de las microcuencas Gil González y Las Lajas, y a finales del año 2007 se firmó el convenio público-privado para la ejecución del proyecto piloto de pago por servicios ambientales hídricos en la subcuenca Gil González que representa actualmente 513 ha de bosques ribereños bajo protección y conservación.

### 1.3. Estado del recurso arbóreo a nivel de fincas

La cobertura arbórea en las fincas ganaderas de Belén está constituida por árboles dispersos, cercas vivas y charrales (Figura 1.3). En promedio las fincas ganaderas tienen 4,2 ha de bosque secundario, 0,2 ha de bosque ribereño y 1,9 ha de charral. Además, tienen un promedio de 16,2 árboles dispersos por hectárea<sup>5</sup> de potrero y 0,71 km de cercas vivas por finca.

<sup>4</sup> Una manzana equivale a 16 tareas. Una tarea equivale a 437,5 m<sup>2</sup>.

<sup>5</sup> Una manzana equivale a 0,7 hectáreas.

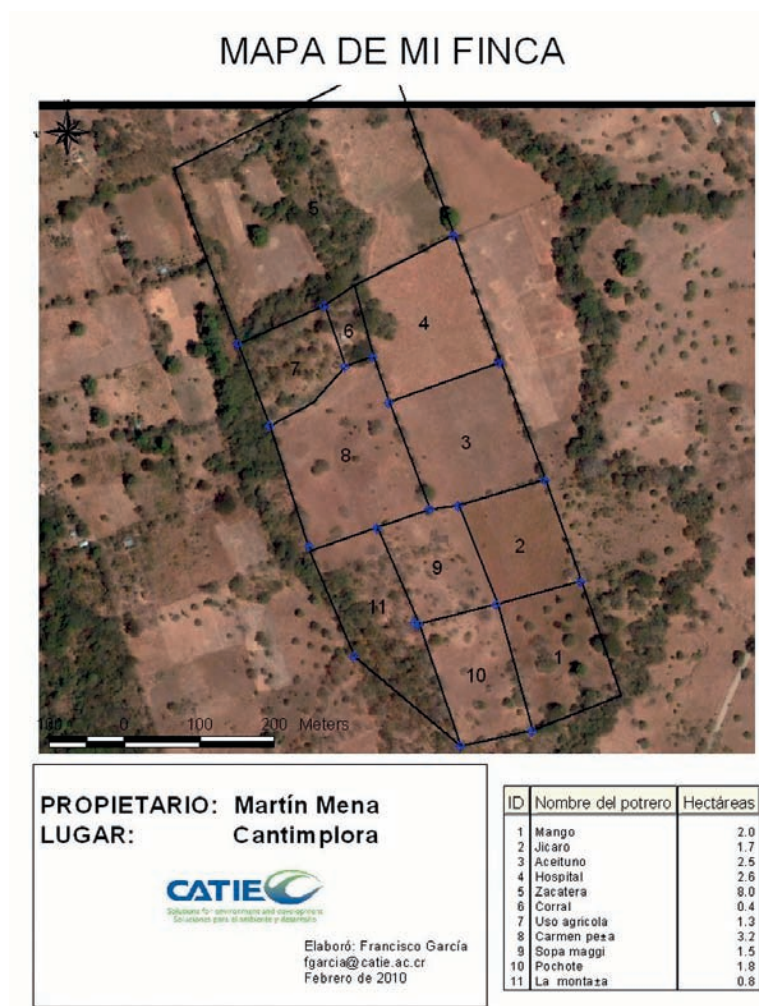


Figura 1.3. Visualización de los usos de la tierra y cobertura arbórea de una finca ganadera en Belén, Rivas.

Los estudios del CATIE sobre el recurso arbóreo en potreros demuestran que la mayoría de los individuos presentes en los potreros de las fincas ganaderas en Belén pertenecen a unas pocas especies (las cinco especies más abundantes representan el 58% de los árboles presentes (Cuadro 1.1), debido a que son especies que los productores retienen por sus múltiples usos como leña (por ejemplo, tigüilote, *Cordia dentata*), madera (por ejemplo, roble, *Tabebuia rosea*) o forraje (por ejemplo, guácimo, *Guazuma ulmifolia*). Por otro lado, varias de estas especies son de fácil propagación a través de la regeneración natural, son resistentes al pisoteo del ganado y el ramoneo, y algunas son dispersadas por el ganado, lo cual puede contribuir a su alta frecuencia en los potreros y fincas.



**Cuadro 1.1.** Las cinco especies más abundantes como árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas de Belén con su forma de propagación y uso en la finca según los productores. Las especies están ordenadas de mayor a menor abundancia.

Nombre común	Nombre científico	Usos en la finca	Dispersión de propágulos	
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Madera, leña	Viento	
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sombra para ganado, forraje, leña, madera	Ganado	
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	Madera, leña, sombra para ganado	Viento	
Nancite	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Leña, sombra para el ganado	Aves, mamíferos pequeños	
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	Leña, forraje	Dispersión pasiva (agua, viento, animales)	

A nivel de paisaje la riqueza total de árboles dispersos en potreros asciende a 72 especies y 64 especies en cercas vivas. Sin embargo, a nivel de fincas individuales los potreros y las cercas vivas tienen en promedio menos de 25 especies arbóreas, la mayoría de estas especies provienen de la regeneración natural o son remanentes del bosque original y, en el caso de las cercas vivas, generalmente son plantadas por los productores.

Es importante destacar que la alta diversidad de especies arbóreas y arbustivas en las fincas constituye un recurso importantísimo para enfrentar los períodos de sequía, que se predice, serán más severos en el futuro como consecuencia del calentamiento global. En el período seco, las leñosas forrajeras producen forraje y frutos que ayudan con los requerimientos

nutricionales del ganado para sostener la producción de leche y carne. También los árboles pueden contribuir a controlar el estrés por calor en el ganado. Otras funciones en fincas con alta diversidad de especies son los productos forestales para uso en la finca o para la venta, la conservación de suelos, la protección de fuentes de agua y la provisión de un buen ambiente para la vida silvestre. Esta fauna silvestre también tiene impactos positivos porque desempeñan funciones como controladores biológicos de plagas (en cultivos y ganado), tratamiento y dispersión de semillas.

#### **1.4. Factores que influyen en el estado del recurso arbóreo**

Las decisiones que influyen sobre el recurso arbóreo dependen de las condiciones socioeconómicas y ecológicas, las estrategias de vida de los productores y de sus conocimientos sobre cómo manejar el sistema. Los estudios realizados por CATIE identifican varias actividades en la finca que influyen sobre el estado del recurso arbóreo entre las que se encuentran: las chapias, la aplicación de herbicidas, el aprovechamiento de árboles para madera, postes o leña, y los cambios en el uso de suelo (de charrales a potreros); además del pastoreo del ganado en bosques secundarios y las áreas ribereñas.

#### **1.5. Consideraciones finales**

La cobertura arbórea en fincas ganaderas es el resultado de las decisiones de los productores buscando cómo mantener o plantar especies preferidas para cumplir funciones en la finca como madera, leña, forraje, frutos para consumo humano y animal, conservación de suelos y protección de las fuentes de agua. Además, las especies de árboles más comunes están adaptadas al manejo de los potreros, son de fácil propagación, ya que producen abundantes semillas que se dispersan por el viento, y por medio del ganado y los animales silvestres. Aunque a nivel de paisaje el total de especies es considerable, a nivel de finca cinco especies representan casi el 60% del total de árboles presentes. Esto nos indica que con el manejo actual es posible que se disminuya el inventario de especies, lo cual sería una pérdida de funciones ecológicas y productivas importantes.

Para mantener o incrementar la cobertura arbórea los ganaderos pueden en sus fincas: 1) promover la regeneración natural, procurando proteger algunos individuos de regeneración sanos y con buena vitalidad que replacen los árboles adultos aprovechados. Esto se puede hacer, por ejemplo, dirigiendo el control de malezas tanto manual como químico; 2) plantar variedad de especies en cercas vivas que complementen las funciones ya existentes de los árboles dispersos en potreros; 3) implementar un sistema de pastoreo rotacional que permita no solo la regeneración de árboles, sino también recuperar otras propiedades deseables como la materia orgánica del suelo y los nutrientes; 4) mejorar el diseño y manejo de potreros, lo que implica uso de especies herbáceas forrajeras (gramíneas y leguminosas) adaptadas al pastoreo y a las condiciones ambientales locales que den buena cobertura al suelo y alta productividad; 5) abandonar áreas, preferiblemente las que se encuentren en pendientes o terrenos con muchas piedras para el establecimiento de charrales y 6) proteger los fragmentos de bosques y vegetación ribereña porque son recursos valiosos para el mantenimiento de servicios ecosistémicos.

## Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Belén. 2011. Resumen del plan de desarrollo municipal de Belén con elementos de ordenamiento territorial y enfoque de cuenca. Belén, Ni. 27 p.
- Banco Central de Nicaragua (BCN). 2011. Nicaragua en cifras. Managua, Nicaragua. 63 p.
- Chica, D. 2011. Análisis de la relación entre cobertura y composición arbórea, factores de manejo y productividad ganadera en fincas doble propósito del departamento de Rivas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. 108 p.
- Esquivel, J; Harvey, C.A; Finegan, B; Casanoves, F; Skarpe, C; Nieuwenhuyse, A. 2009. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos de Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, No. 47: 76-84.
- Flores, E; Somarriba, D; Esquivel, M; Sánchez, K; Centeno, E. 2011. Informe de sistematización de la experiencia pago por servicios ambientales hídricos, en el municipio de Belén, Rivas. Managua, Nic. 29 p.
- Harvey, C.A; Villanueva, C; Villacís, J; Chacón, 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.L. 2003. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería de las Américas* 10 (39-40):4-5.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 2004. Estudio comparativo de dos sistemas de producción de leche: pastoreo y confinamiento. 62 p.
- Instituto Nacional Forestal (INAFOR). 2008. Resultados del inventario nacional forestal 2007-2008. Managua, Ni. 65 p.
- López, F; Gómez, R; López, M; Harvey, C.A; Sinclair, F.L. 2004. Toma de decisiones de los productores sobre la eliminación, retención, selección y aprovechamiento de árboles y sus efectos sobre la cobertura arbórea en potreros en fincas de Belén – Rivas, Nicaragua. *Encuentro*, 36(68):76-93.
- Ministerio Agropecuario Forestal (MAGFOR). 2000. Valoración forestal Nicaragua 2000. Managua, Ni. 190 p.
- Mosquera, D. 2010. Conocimiento local sobre bienes y servicios de especies arbóreas y arbustivas en sistemas de producción ganadera de Rivas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. 146 p.
- Murgueitio, E. 1999. Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. Eds. C Pomareda; H Steinfeld. *In Seminario Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales*. 1 ed. Nuestra tierra, San José, CR. CATIE-FAO-SIDE. 219-246 p.
- Sánchez, D; Harvey, C.A; Medina, Grijalva, A; Medina, A; Vilchez, S; Hernández, B. 2005. Caracterización de la diversidad, densidad y estructura de la vegetación en un paisaje fragmentado de bosque seco en Rivas, Nicaragua. *Revista de Recursos Naturales y Ambiente* 45: 91-104.
- Sánchez, D; López, M; Medina, A; Gómez, R; Harvey, C.A; Vilchez, S; Hernández, B; López, F; Joya, M; Sinclair, F.L; Kunth, S. 2004. Importancia ecológica y socioeconómica de la cobertura arbórea en un paisaje fragmentado de bosque seco de Belén, Rivas, Nicaragua. *Encuentro*, 36(68):7-12.
- Sauceda Olivera, M. 2010. Impacto del arreglo espacial del componente arbóreo en sistemas silvopastoriles sobre el nivel de sombreado y la conectividad estructural de los paisajes en los municipios de Belén y Matiguás, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. 110 p.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Casasola, F; Ríos N; Sepúlveda, C. 2009. Sistemas silvopastoriles: una herramienta para la adaptación al cambio climático de las fincas ganaderas en América Central. Eds. C Sepúlveda; M Ibrahim. *In Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas: como una medida de adaptación al cambio climático en América Central*. Serie técnica. No. 377. CATIE, Turrialba, CR. 103-125 p.

# Percepciones de los productores sobre las funciones de los árboles en las fincas ganaderas

Ditter Horacio Mosquera Andrade, Carlos Roberto Cerdán Cabrera, Cristóbal Villanueva, Muhammad Ibrahim, Isabel Gutiérrez Montes, Fabrice DeClerck

## 2.1. Introducción

En muchos países en desarrollo, los bosques y los árboles han sido una parte integral de los sistemas de producción ganadera, ya que ayudan al sostenimiento del sistema de producción, a la economía de las familias rurales, a través de la producción de leña, madera, cercas vivas, forraje, frutos, protegen fuentes de agua y proveen sombra al ganado. Estos sistemas ganaderos con cobertura arbórea son llamados sistemas silvopastoriles (SSP). Los SSP son fundamentales en la provisión de servicios ambientales tales como la conservación de la biodiversidad, el suministro de agua, el secuestro de carbono, la belleza escénica, entre otros. En estos SSP, por la presencia y función de los árboles, se requiere un manejo diferente al que se le da a pasturas sin árboles. Entendiendo que el conocimiento local ambiental de los productores es esencial para el adecuado manejo y conservación de los recursos naturales. El CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza), dentro del proyecto FUNCITREE<sup>6</sup> ejecutado en Rivas, Nicaragua, llevó a cabo una investigación con el fin de analizar, sistematizar y rescatar el conocimiento local de los ganaderos, sobre las funciones de las especies arbóreas y arbustivas en los sistemas silvopastoriles de Rivas, Nicaragua.

La investigación se realizó en el año 2010, entrevistando a 102 productores de las comunidades Mata de Caña y Cantimplora en Belén, departamento de Rivas; y en La Chocolata en el departamento de San Juan del Sur. Los resultados que se presentan en este trabajo reflejan el conocimiento generado por años de experiencia y observación de estos 102 productores.



Entrevista con productores de Mata de Caña. Foto: FUNCITREE.

<sup>6</sup> FUNCITREE: Un marco ecológico para sistemas agroforestales sostenibles y adaptables a los paisajes de ecoregiones semiáridas y áridas. Proyecto cofinanciado por la Comisión Europea. FUNCITREE es una cooperación internacional entre las siguientes instituciones: NINA, Noruega; CATIE, Costa Rica/ Nicaragua; WUR, Países Bajos; CSIC, España; CIRAD, Francia; ISRA, Senegal e IER, Mali.

## 2.2. Algunas funciones de los árboles apreciadas por los productores

Los productores mencionaron un total de 109 especies arbóreas y arbustivas relacionadas en tres bienes (leña, madera, cercas vivas) y cinco servicios (nutrición bovina, protección de fuentes de agua, sombra para ganado y pastos, control de erosión, mejoramiento de suelos y resistencia a sequías).

- **Producción de leña y madera**

Las condiciones socioeconómicas en los departamentos de Rivas y San Juan del Sur hacen que la leña y la madera sean recursos altamente valorados. Estos forman parte de la realidad, la vida y la cultura de los pobladores de estas zonas.



Foto (a)



Foto (b)

Árboles utilizados para leña y madera. Foto (a): madero negro (*Gliricidia sepium*); foto (b): madroño (*Calycophyllum candidissimum*). Fotos: Ditter Mosquera.

- **Cercas vivas**

Dentro de las fincas ganaderas, la delimitación de fincas, parcelas o potreros es una necesidad inminente. Comparado con las cercas de poste muerto y alambrado, las cercas vivas cumplen una función muy importante y apreciada por los productores ya que les ayuda a disminuir costos de producción al mismo tiempo que el cercado tiene mayor durabilidad.

- **Producción de frutos y forraje (usados para nutrición bovina)**

El servicio nutrición bovina es importante porque está directamente relacionado con la producción ganadera. Esto es particularmente importante durante la época de sequía donde por la escasez de pasto, la capacidad de algunos árboles para brindar frutos y forrajes es fundamental para el mantenimiento de la producción de leche y la condición de los animales.



Foto (c)



Foto (d)



Foto (e)

Especies utilizadas para la alimentación bovina. Foto (c): mango (*Mangifera indica*); foto (d): jocote (*Spondias purpurea*); foto (e): carao (*Cassia grandis*). Fotos: Ditter Mosquera.

- Protección de fuentes de agua

Debido a la necesidad permanente de agua para el manejo de las fincas ganadera, se hace necesaria la presencia de especies en las orillas de las quebradas, para evitar que el agua se “profundice” o evapore rápidamente en los tiempos de verano, que es cuando más escasea este recurso.

- Sombra para el ganado

La sombra para el ganado es un elemento de suma importancia ya que los productores reconocen que el estrés calórico causado por la exposición directa del ganado al sol es uno de los factores que más incide en la disminución de la producción ganadera de la zona. El sol directo y las altas temperaturas de la zona son una constante.



Foto (f)



Foto (g)



Foto (h)

Árboles apreciados para sombra y resistentes a sequía. Foto (f): papaturro o papalón (*Coccoloba sp.*); foto (g): tigüilote (*Cordia dentata*); foto (h): jícaro (*Crescentia alata*). Fotos: Ditter Mosquera.

- **Control de erosión y mejoramiento de suelos**

Los productores sostienen que “*por falta de árboles en los potreros, el suelo de la zona ha estado expuesto a eventos climáticos*”: lluvias torrenciales (en el invierno) y vientos fuertes (normalmente durante la época de sequía), lo que ha ido disminuyendo su capacidad productiva. Según ellos, “*algunos árboles poseen mecanismos para contrarrestar esta situación y abonar el suelo; tal es el caso de los árboles que poseen abundantes raíces, los que producen mucha hojarasca que se descompone fácil y los que producen vainas*”.

- **Resistencia a la sequía**

Las condiciones actuales de cambio climático donde las sequías se han ido alargando progresivamente, plantea la necesidad que las especies que se encuentren al interior de las fincas ganaderas puedan desempeñar sus funciones aún en estas condiciones de extremo calor y escasez de agua.

### 2.3. Características de los árboles que cumplen funciones en las fincas ganaderas

Los productores ganaderos de Rivas y San Juan del Sur, mencionan algunas características que debe tener un árbol para la buena prestación de estas funciones dentro de las fincas ganaderas.

En el cuadro 2.1, se presentan las funciones más reconocidas, los árboles que las prestan y las características de estos árboles que les permiten el desempeño de estas funciones.

**Cuadro 2.1. Resumen del conocimiento local sobre especies prestadoras de bienes y servicios en fincas ganaderas de Rivas.**

Función	Especie	Algunas características de los árboles
Leña	Quebracho, madero negro, madroño, nispero de monte, guachipilín, chiquirín, güiliguiste	Leña compacta: alta densidad, peso, madera seca
	Guácimo, guanacaste, genízaro	Leña porosa: baja densidad, poco peso, alto contenido de humedad
Madera	Madero negro, madroño, guachipilín, mora, güiliguiste, cóbano, roble, ñámbaro, nispero de monte, guayacán	Madera dura: alta densidad, crecimiento a veces lento, madera pesada
	Cedro, guanacaste, pochote, guácimo, tigüilote, genízaro	Madera blanda: baja densidad, rápido crecimiento, poco peso, fibras largas y cortas, presencia de veteados
Sombra para ganado	Guanacaste, tigüilote, genízaro, jícara, guácimo, mamón, matapalo, mango, acacia amarilla	Copa rala y amplia, que no boten la hoja
Nutrición bovina	Madero negro, guácimo, leucaena, guanacaste, genízaro, jícara, marango, mango, carao, jocote, naranjo	Hojas suaves y pequeñas, alto contenido de proteínas, producción de vainas, frutos sabor dulce, olor a miel, producción abundante de frutos
Mejoramiento de suelos	Madero negro, guácimo, genízaro, guanacaste, carao, marango, tigüilote, jocote, espavel	Hojas suaves, producción de vainas y biomasa, rápida descomposición, gran densidad de árboles

Función	Especie	Algunas características de los árboles
Protección de fuentes de agua	Guanacaste, tigüilote, genízaro, chilamate, matapalo, madroño, espavel, roble, pochote, terciopelo	Abundantes raíces y profundas, copa densa, árboles grandes y no botan las hojas
Resistencia a la sequía	Guanacaste, genízaro, espavel, jobo, jocote	Raíces profundas, contenido de agua en el tallo

## 2.4. Especies más importantes en las fincas ganaderas según los productores

De acuerdo a lo expresado por los productores, entre los árboles más importantes según las funciones que desempeñan dentro de las fincas ganaderas son: el guanacaste, el genízaro y el guácimo. Lo anterior lo sustentan en el hecho que estos árboles son “multipropósito”, es decir, desempeñan múltiples funciones como son: provisión de sombra y de alimento para el ganado (hojas suaves y frutos dulces), aptitud para formar cercas vivas, capacidad para mejorar los suelos, aporte de frutos durante el verano (tiempo en que el pasto detiene el crecimiento), tolerancia a la sequía y contribución a conservar el agua. Además, aportan al productor ganadero leña y madera que aunque es considerada de regular calidad, es un recurso complementario apreciado por los productores. Es importante destacar que en la mayoría de las fincas ganaderas, estos árboles se encuentran localizados en cercas vivas, dispersos en potreros, a orillas de quebradas, y próximos a los establos, lo que demuestra su importancia y aprecio por parte de los productores.



Foto (i)

Foto (j)

Foto (k)

Árboles multipropósito en fincas ganaderas: Foto (i) Genízaro (*Albizia saman*); foto (j) Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*); foto (k) Guácimo (*Guazuma ulmifolia*). Fotos (i) y (k): Ditter Mosquera, foto (j): Dalia Sánchez.

Con todas las consideraciones anteriores, se ha llegado a la conclusión que los productores de Rivas y San Juan del Sur, Nicaragua utilizan árboles dentro de los sistemas de producción ganadera debido a que prestan diversos bienes y servicios (árboles multipropósito). Esta utilización se basa en el conocimiento detallado que tienen de cada una de las especies.



# Estrategias de los árboles en SSP en el uso eficiente del agua y la tolerancia a la sequía

Pilar Bucheli, Tamara Benjamin, Graciela M. Rusch, Muhammad Ibrahim, Pere Casals, Francisco Pugnaire

## 3.1. Introducción

El sur de Nicaragua situado en las regiones subhúmeda y semiárida, representa el 34% del territorio total del país (WAFLA 2007). En este territorio se desarrolla una producción agrícola y ganadera que, actualmente, se ve afectada por el aumento de las temperaturas e intensificación de las lluvias (mayo–octubre) y los períodos de sequía (noviembre-abril) debido a su alta dependencia y sensibilidad a las variaciones del clima (Ospina *et ál.* 2012; Ramirez *et ál.* 2010). En la ganadería, el impacto del cambio climático se traduce en una menor disponibilidad de alimento y forrajes (Figura 3.1). En la región de Rivas, los productores ganaderos mantienen árboles dispersos en potreros y cercas vivas, conocidos como sistemas silvopastoriles (SSP) (Harvey *et ál.* 2008). Las especies arbóreas más frecuentes en estos sistemas son: guácimo (*Guazuma ulmifolia*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), jícaro (*Crescentia alata*), roble (*Tabebuia rosea*), genízaro (*Albizia saman*) y papaturro (*Coccoloba caracasana*). Por estar presentes en una zona con estacionalidad de lluvias marcada, su funcionalidad se relaciona con el uso eficiente del agua y la tolerancia a la sequía, pudiendo las distintas especies presentar respuestas diferentes a la variabilidad climática. Así, las raíces de los árboles presentan diferentes mecanismos para adaptarse a los cambios en el clima (Kursar *et ál.* 2009; Liu *et ál.* 2010) que afectan la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo (Jackson *et ál.* 1997, Morales 1997, Ostonen *et ál.* 2007, Raats 2007). Por ejemplo, los árboles pueden cambiar la densidad y longitud de las raíces finas para tolerar o evitar los efectos de las sequías temporales y cíclicas (Olivero 2011).



Figura 3.1. Comparación de un potrero arbolado de uso ganadero en la época seca (izquierda) y en la época de lluvia (derecha) en Rivas, Nicaragua 2011. Fotos: Pilar Bucheli.

Las raíces de las plantas cumplen funciones fisiológicas fundamentales, como la absorción y asimilación de nutrientes y agua (Flores 1999, Jensen 1994). Las raíces finas se caracterizan por ser estructuras muy dinámicas y activas mientras que las raíces leñosas están encargadas del soporte mecánico y de proveer la red de conducción para las sustancias asimiladas por las raíces finas en el suelo (Morales 1997). En este estudio se investigaron las raíces de las especies arbóreas mencionadas y el papel que desempeñan en la relación suelo-agua-planta con la finalidad de aumentar el conocimiento sobre el comportamiento de las raíces finas y, con ello, de las estrategias que los árboles adoptan en respuesta a la disponibilidad de agua en el suelo. Para el estudio de las raíces se recolectaron muestras de suelo con raíces en cuatro puntos, bajo la copa de los árboles (25, 50, 75 y 100%), en dos profundidades (0 a 20 y 20 a 40 cm) y en la época seca y lluviosa (Figura 3.2). Para ello, se utilizó un barreno con volumen de muestreo de 1.256,6 cm<sup>3</sup>. Posteriormente, las muestras se procesaron y se analizaron con el programa WinRHIZO para determinar la longitud, densidad y longitud específica de las raíces finas. También, se estimó el contenido de humedad del suelo y la densidad aparente a partir de muestras de suelo de aproximadamente 100 g de peso que se extrajeron bajo la copa de los árboles. Estas se procesaron en la Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería (EIAG) de Rivas.

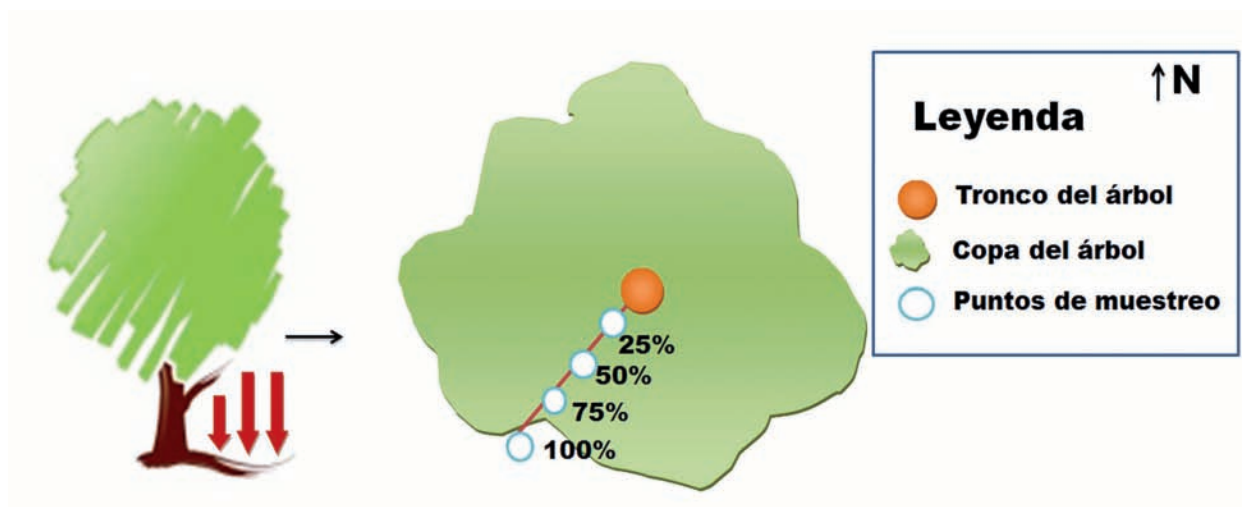


Figura 3.2. Puntos de muestreo para raíces finas de especies arbóreas, contenido de humedad y densidad aparente de suelo en SSP en Rivas, Nicaragua 2011.

De acuerdo a los resultados promedios obtenidos la longitud radicular general fue mayor en la época seca que en la lluviosa. De acuerdo a la profundidad, las especies mostraron mayor longitud de raíces finas en la profundidad de 0-20 cm. El papaturro presentó los valores de longitud radicular más altos y el jícaro los de longitud más baja en ambas profundidades (Figura 3.3). Este resultado muestra una evidente correspondencia positiva entre la longitud de las raíces y la humedad en el suelo; y además muestra la gran concentración de raíces finas de árboles en las capas superficiales del suelo.

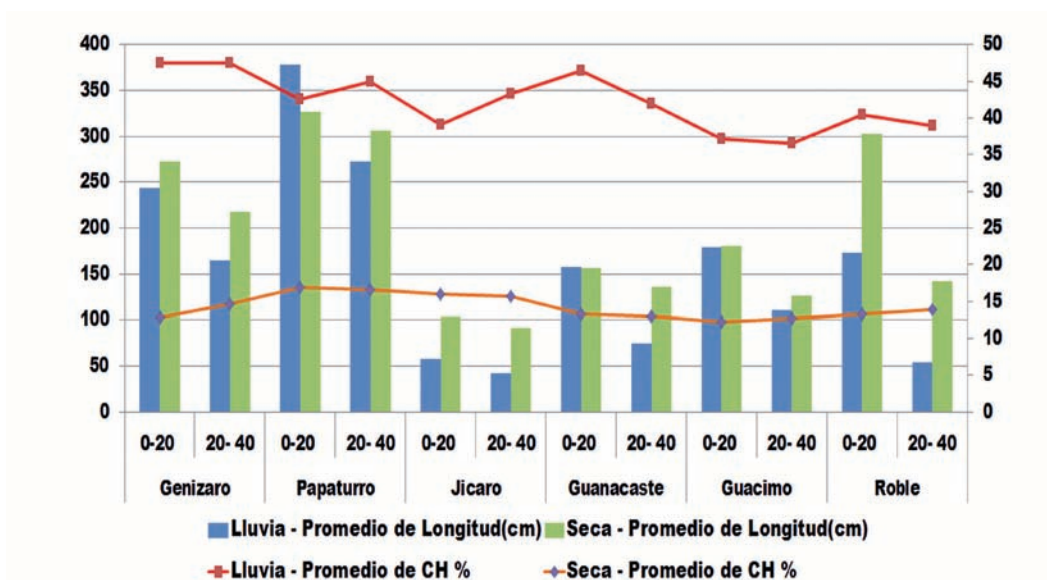


Figura 3.3. Longitud de raíces finas de seis especies arbóreas en relación con el contenido de humedad del suelo (CH%) en SSP de Rivas, Nicaragua 2011.

La densidad de raíces finas (RBD) fue influida por la época climática, las especies y la posición bajo la copa (25, 50, 75 y 100 %). En general, las especies presentan mayor densidad de raíces en época lluviosa, ya que en un ambiente más húmedo favorece el desarrollo de las raíces. Las distintas especies difieren en la densidad de raíces finas y en cómo se distribuyen debajo de la proyección de la copa. Además, la forma de esta distribución cambia con la estación. En la época lluviosa, el genízaro y el papaturro tienen distribuidas las raíces finas principalmente debajo del borde de la copa, pero más cercanas al tronco en la época seca. El roble, en cambio, tiene las raíces cercanas al tronco, también en la época de lluvia (Figura 3.4).

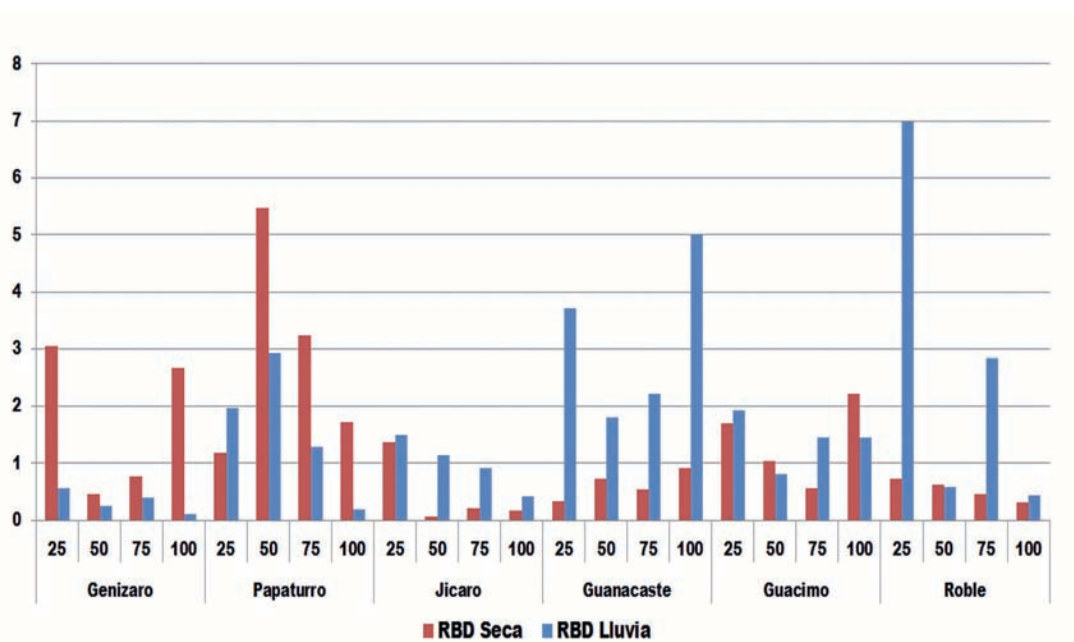


Figura 3.4. Densidad de raíces finas (RBD) de seis especies arbóreas en diferentes posiciones bajo la copa en SSP de Rivas, Nicaragua 2011.

La alta densidad de las raíces puede expresarse como una estrategia de adaptación para hacer frente a la disminución de la humedad del suelo, ya que este atributo les confiere a las especies la capacidad de explorar más volumen del suelo (Padilla *et ál.* 2007) y, por ende, aumentar el potencial de extraer humedad, especialmente en la capa superficial del suelo.

La longitud específica radicular (SRL) responde a la época estacional, especie y profundidad. Siendo así, los valores de SRL varían considerablemente entre especies; el genízaro presentó mayor SRL en la época lluviosa y en la época seca y el guácimo presenta diferencias. En algunas especies la variación entre estaciones climáticas es alta mientras que en otras las diferencias son leves (Figura 3.5). Los valores de SRL altos se interpretan como una capacidad alta de exploración rápida de los recursos en el suelo para sustentar altas tasas de actividad metabólica.

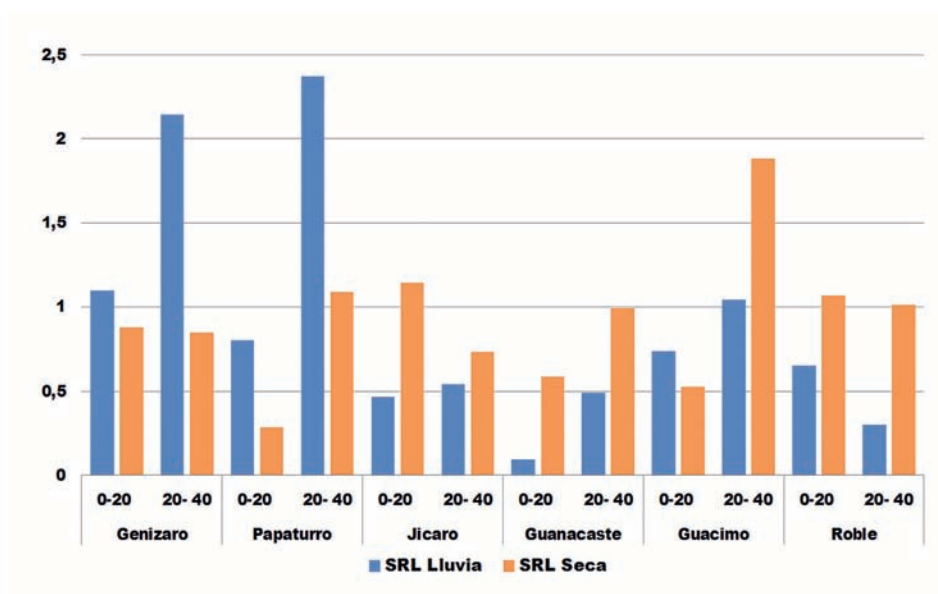


Figura 3.5. Longitud específica radicular (SRL) de seis especies arbóreas en relación a las profundidades del suelo en SSP de Rivas, Nicaragua 2011.

Las especies presentan diferencias en las características radicales y responden a los niveles de humedad en el suelo que posiblemente corresponden a estrategias distintas para utilizar los recursos de agua y de nutrientes. Así, el genízaro y guácimo extraen humedad activamente cuando la disponibilidad en el suelo es alta, esto corresponde a lo que generalmente se considera una estrategia adquisitiva. El papaturro presenta las mayores longitudes radicales y altas densidades de raíces finas, además, ejerce un alto sombreado por su alta densidad de copa. Esto le confiere un mejor nivel y regulación hídrica en el período de sequía y le permite mantener un cierto grado de actividad de la planta. Estos mecanismos pueden considerarse que responden a una estrategia conservadora en estados de escasez de agua. El roble, el guanacaste y el jícaro presentan alta longitud de raíces y SRL bajos. Se puede considerar que estas especies adoptan una estrategia adquisitiva por un desarrollo mayor de raíces en profundidad. En la época seca el jícaro, con valores intermedios de SRL, logra mantener la actividad de la planta durante la época seca pero de

una forma donde el consumo de agua no es tan elevado, propio de la estrategia conservadora (Azócar 2000, Lillis y Fontanella 1992).

En general, el comportamiento de las raíces depende altamente de la especie, los factores ambientales y la fisiología de la planta. De acuerdo a ello, las especies presentan conjuntos de atributos que les permiten responder a la cantidad y la variabilidad en la disponibilidad de agua. En los SSP de áreas semiáridas es muy importante conocer el tipo de estrategias adoptadas por las especies, de acuerdo a la adquisición del recurso agua. De esta forma, se pueden planificar e implementar sistemas productivos ganaderos sostenibles, diversos y resilientes ante las evidentes condiciones cambiantes del clima y que sean acordes a las necesidades de los productores, y considerando los beneficios de la cobertura boscosa a nivel local y regional.

### Referencias bibliográficas

- Azócar A; García-Núñez, R. 2000. Aspectos ecofisiológicos para la conservación de ecosistemas tropicales contrastantes. *Bol. Soc. Bot.* 65:89-94.
- Flores, E. 1999. *La Planta, Estructura y Función*. Cartago, Costa Rica. 884 p.
- Harvey C.A; Villanueva, C; Ibrahim, M; Gómez, R, López, M; Kunth, S; Sinclair, F. 2008. Productores, árboles y producción ganadera de América Central: implicaciones para la conservación de la biodiversidad. *In* Harvey, C.A; Saenz, J (eds). *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. 1era ed. INBIO, Heredia, CR. 197-224 p.
- Jackson, R; Mooney, H; Schulze, D. 1997. A global budget for fine root biomass, surface area, and nutrient contents. *National Academy of Sciences*. 94:7362-7366.
- Jensen, W. 1994. *Botánica*, 2ª ed. McGraw-Hill, Distrito Federal, MX. McGRAW-HILL. 762 p.
- Kursar, T; Engelbrecht, B; Burke, A; Tyree, M; Ei Omari, B; Giraldo, J. 2009. Tolerance to low leaf water status of tropical tree seedlings is related to drought performance and distribution. *Functional Ecology* 23(1):93-102. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2435.2008.01483.x>
- Lillis, M; Fontanella, A. 1992. Comparative phenology and growth in different species of the Mediterranean maquis of central Italy. *Plant Ecology* 99-100(1):83-96. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1007/BF00118213>
- Liu, G; Freschet, G; Pan, X; Cornelissen, J; Li, Y; Dong, M. 2010. Coordinated variation in leaf and root traits across multiple spatial scales in Chinese semi-arid and arid ecosystems. *New Phytologist* 188(2):543-553. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03388.x>
- Morales, A. 1997. Apuntes metodológicos para el estudio de raíces en plantaciones forestales y bosques naturales. In: *Simposio Internacional - Posibilidades del Manejo Forestal Sostenible en América Tropical*. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. CATIE. 11 p.
- Olivero, LS. 2011. Functional trait approach to assess the ecological processes of drought tolerance and water use efficiency in silvopastoral systems in Rivas Department, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. en Manejo y Conservación de Bosques Naturales y Biodiversidad. Turrialba, CR, CATIE. 92 p.
- Ostonen, I; Lõhmus, K; Helmisaari, H; Truu, J; Meel, S. 2007. Fine root morphological adaptations in Scots pine, Norway spruce and silver birch along a latitudinal gradient in boreal forests. *Tree Physiology* 27(11):1627-1
- Ospina, S; Rusch, G; Pezo, D; Casanoves, F; Sinclair, F. 2012. More Stable Productivity of Semi Natural Grasslands than Sown Pastures in a Seasonally Dry Climate. *PLoS ONE* 7(5): e35555. Disponible en <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0035555>

- Padilla, F; Miranda, J; Pugnaire, F. 2007. Early root growth plasticity in seedlings of three Mediterranean woody species. *Plant and Soil* 296(1):103-113. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-007-9294-5>
- Raats, P. 2007. Uptake of water from soils by plant roots. *Transport in Porous Media* 68(1):5-28. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1007/s11242-006-9055-6>
- Ramírez, D; Ordaz, J; Mora, J; Acosta, A; Serna, B. 2010. Nicaragua, efectos del cambio climático sobre la agricultura. LC/MEX/L.964 CEPAL y ECCSSE. Distrito Federal, México, Naciones Unidas. 68 p.
- WAFLA (Integrated Water resource management by the implementation of improved Agro-Forestry concepts in arid and semi-arid areas in Latin America). 2007. Pre-identification of the arid and semi-arid regions in Latin America. WAFLA. 10 p. disponible en: <http://www.wafla.com/183.0.html?&L=1>

# Relación de la cobertura arbórea con la disponibilidad de pasto

Graciela M. Rusch, Piedad Zapata, Pere Casals, Johanna Romero, Mayra Saucedo, Julio Morales Can, Fabrice DeClerck

## 4.1. Los beneficios múltiples de los árboles en el sistema silvopastoril

Los árboles son un recurso importante en la finca ganadera. Además de brindar la posibilidad de una producción de forraje más estable, que contribuye a superar el déficit de la época de sequía, el recurso arbóreo provee otros productos y materiales para el uso interno de la finca, y también brinda oportunidades de productos para la comercialización. De este modo, la productividad total de la finca silvopastoril, que combina el manejo de pastos y árboles, es mayor que la productividad de un sistema con potreros con solo pasto.

Otros de los beneficios de los árboles, tal vez menos evidentes, es el aporte de nutrientes y de materia orgánica al suelo. Los árboles hacen un aporte neto de materia orgánica y de minerales como el fósforo y el potasio, elementos que son esenciales para el crecimiento de los pastos y para la nutrición del ganado. La fuente local de estos minerales es la roca madre a partir de la cual se forma el suelo. En el caso del fósforo las cantidades en los suelos de la región son generalmente bajas, por lo cual el papel de los árboles en aumentar el contenido de estos nutrientes en los suelos en este sistema es importante. El aporte de fósforo y de potasio que hacen los árboles a las capas más superficiales del suelo se debe a que exploran volúmenes grandes de suelo, ya que tienen la capacidad de desarrollar raíces en profundidad y de explorar capas del suelo generalmente no utilizadas por las raíces de los pastos.

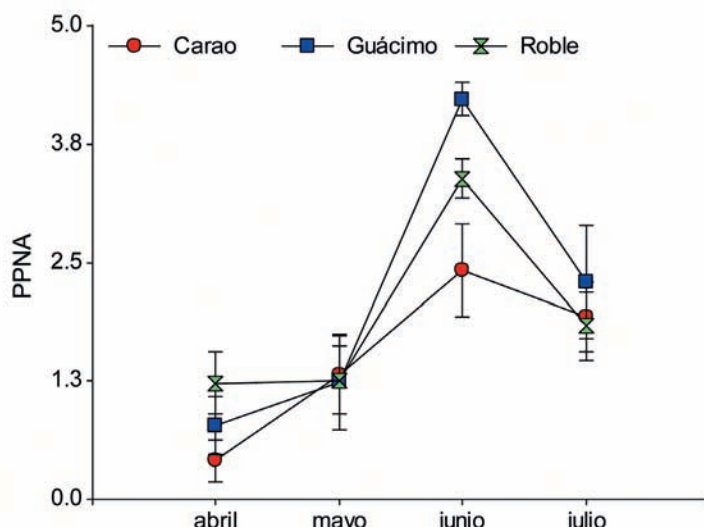
Los árboles también afectan la cantidad de agua en el suelo. En suelos inundables, de mal drenaje, los árboles contribuyen a controlar el exceso de agua de dos maneras. Primero, a través de la incorporación de materia orgánica, que mejora las propiedades físicas de los suelos y luego, porque aumentan la evapotranspiración total del sistema suelo-planta, debido a su gran masa de hojas. Cuando se utilizan especies de árboles que toleran el anegamiento, estas contribuyen a mantener los suelos menos inundados.

## 4.2. ¿Afectan los árboles negativamente la producción de pasto?

A pesar de que los árboles aumentan el contenido de minerales en la zona del suelo que ocupan los pastos, la mayoría de los estudios realizados en la región muestran que la producción de pasto debajo de árboles dispersos en potreros es menor que en el pasto abierto. Esto se debe, en parte, al sombreado que producen los árboles y probablemente también a un cierto nivel de competencia entre los árboles y las herbáceas por los nutrientes y el agua.

Es importante señalar, sin embargo, que el efecto negativo del árbol sobre la producción del pasto ocurre en la época lluviosa, no se ha observado un impacto negativo de los árboles sobre la producción de pasto en la época seca (Figura 4.1), momento en el cual el crecimiento del pasto se detiene casi completamente. Por lo tanto, y debido a que el cuello de botella de

la producción ocurre en la época seca, es de esperar que la disminución de la producción de pasto en la época de lluvia no tenga una repercusión tan severa en la productividad de la finca.



**Figura 4.1.** Comportamiento mensual de la productividad primaria neta. (g/m<sup>2</sup>/día) bajo árboles de carao, guácimo y roble durante el período abril-julio de 2009 en la zona de Muy Muy. Fuente: Zapata 2010.

La cobertura arbórea presenta características muy variadas que afectan la producción de pasto de diferentes maneras. Estas características particulares de la cobertura arbórea en el sistema silvopastoril constituyen la base para un manejo que permite aumentar la producción de beneficios y disminuir los impactos no deseables. Haciendo una buena planificación, se pueden minimizar los impactos negativos al mismo tiempo que se aprovechan los múltiples beneficios al combinar la producción de pasto y de árboles en las fincas ganaderas de la región.

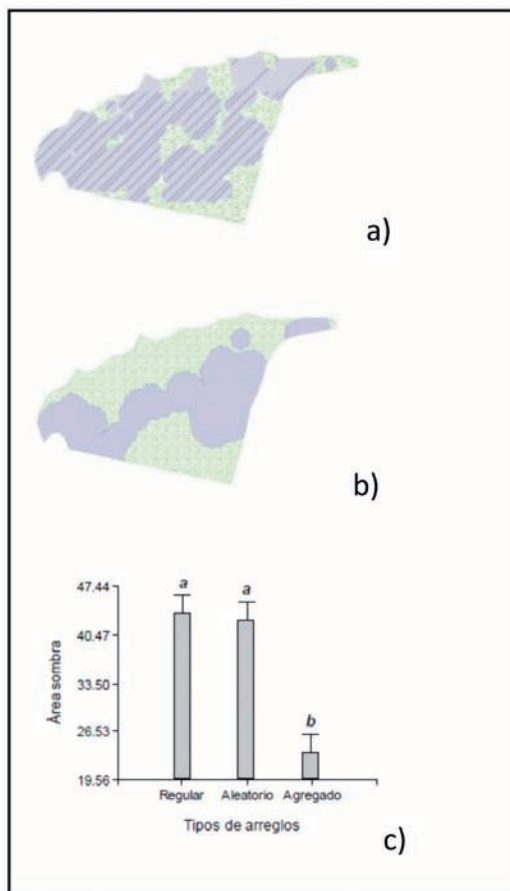
### 4.3. Formas de mitigar el impacto negativo de los árboles sobre la producción de pasto

El efecto negativo de los árboles sobre la producción de pastos puede ser mitigado de varias maneras. Aquí presentamos tres ejemplos de cómo se pueden minimizar estos impactos negativos, modificando elementos del sistema silvopastoril.

- **Arreglo de los árboles en el potrero**

La planificación del arreglo de los árboles en la finca y en el potrero es una de las prácticas efectivas para aumentar los beneficios producidos por los árboles y para disminuir los impactos negativos sobre la producción de pasto. Esto se debe a que el área total proyectada sobre el suelo cambia de acuerdo al arreglo espacial de los árboles. Por ejemplo, en un estudio en que se calculó el área de la sombra proyectada de árboles en potreros de las zonas de Rivas y de Muy Muy se mostró que la sombra fue mayor cuando los árboles tenían una distribución dispersa que cuando los árboles estaban agrupados (Figura 4.2). También los árboles ubicados en hileras, como en el caso de las cercas vivas, o los bosques ribereños tienden a sombrear una menor superficie.





**Figura 4.2.** Patrones de sombra modelados en a) árboles dispersos y b) árboles con distribución agrupada. c) Comparación de medias de áreas de sombra según los distintos arreglos espaciales de los árboles (en m<sup>2</sup>, letras distintas indican diferencias significativas). Fuente: Saucedo 2010.

- Selección de los árboles

Además, del arreglo de los árboles en el potrero, el impacto negativo de los árboles sobre la producción de pasto puede manejarse a través de la selección de especies de árboles que difieren en el grado de competencia con el pasto. Hay una gran variabilidad en los efectos de los árboles sobre el pasto. La altura, el diámetro de la copa, la forma de la copa, la densidad y la distribución del follaje son características que influyen sobre la cantidad de luz que recibe una pastura. Por ejemplo, los árboles de copa grande, densa y baja, como en el caso del carao (*Cassia grandis*), pueden reducir localmente la producción en aproximadamente el 30%, mientras que en el caso del roble (*Tabebuia rosea*), se han medido valores de alrededor del 5% de reducción de la productividad (Figura 4.3).

Otras especies de gran tamaño de copa en la región son el coyote (*Platymiscium parviflorum*), el quebracho (*Lysiloma auritum*), el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*) y el genízaro (*Albizia saman*). La selección de la especie de árbol en el sistema silvopastoril, es una de las medidas clave para reducir impactos negativos sobre la producción del pasto.

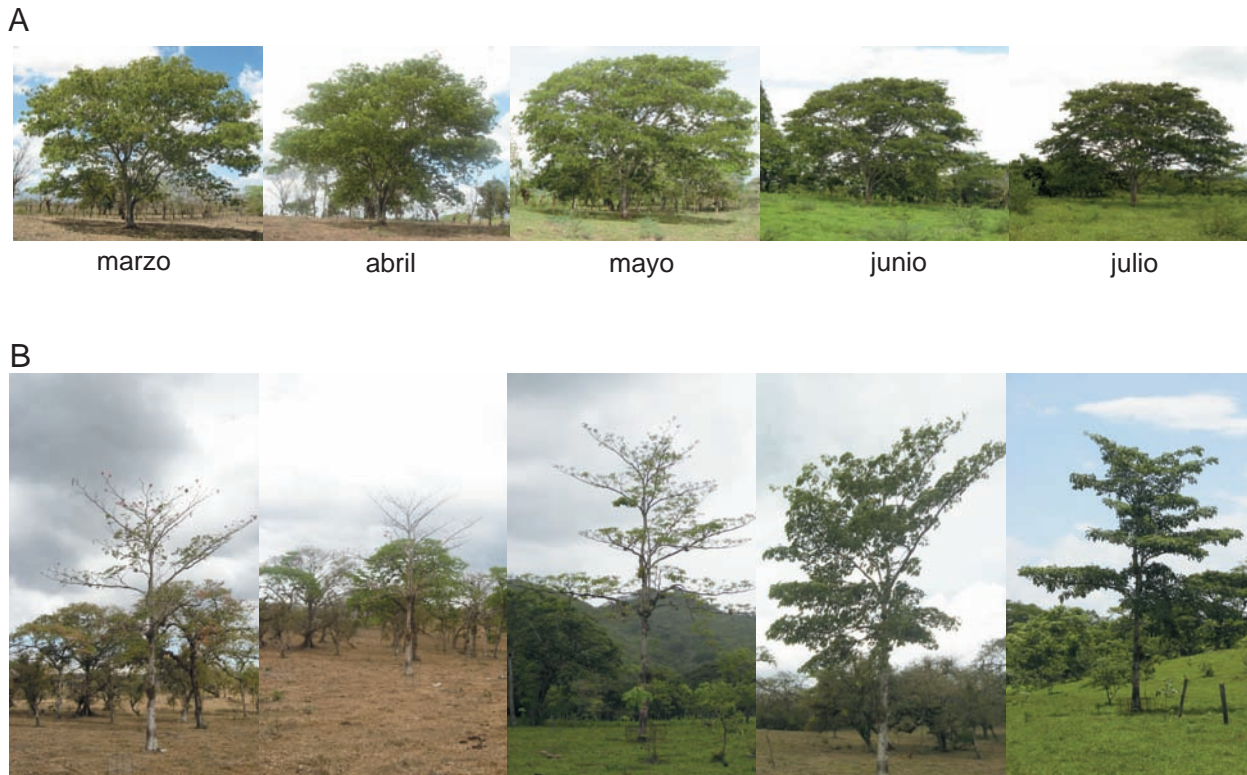


Figura 4.3. Evolución mensual de la cobertura de follaje en árboles aislados de (A) carao y (B) roble en Muy y Matiguás. Fuente: Zapata 2009.

- El manejo de la composición de la pastura

Una razón fundamental por la cual los pastos disminuyen la producción bajo los árboles es que las gramas de los trópicos generalmente se caracterizan por tener altos requerimientos de luz. Esta es una característica tanto de las gramas naturales como de las pasturas que se siembran. Sin embargo, hay ciertas diferencias entre las especies de pasto con respecto a este requerimiento, estando algunas especies mejor adaptadas a tolerar la sombra que otras. Por ejemplo, *Paspalum notatum* es una especie de grama común en la zona del centro de Nicaragua, en general, considerada como relativamente tolerante a la sombra (Figura 4.4).

También, hay indicaciones de que las herbáceas de hoja ancha toleran mejor la sombra que las gramas. Lo que se conoce hasta el momento indica que existe un potencial para obtener nuevas alternativas forrajeras adaptadas a las condiciones específicas del sistema silvopastoril en donde se manejan los árboles, los pastos y el ganado en forma integrada. Es necesario hacer ensayos para conocer mejor el desempeño de especies de pastos y de herbáceas de hoja ancha tolerantes a la sombra en las condiciones climáticas, de suelo y de producción de la región.

A



B



Figura 4.4. Parche de pastizal dominado por *Paspalum notatum* (A) y por la leguminosa *Stylosanthes guianensis* (B). Fotos: Julio Morales.

### Referencias bibliográficas

- Gamboa, H.A. 2009. Efecto de la sombra de genízaro (*Albizia saman* Jacq.) y coyote (*Platymiscium parviflorum* Benth.) sobre la productividad primaria neta aérea y la composición química de pastizales seminaturales en fincas ganaderas de Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. 100 p.
- Morales, J.E. 2012. Patterns of distribution of *Paspalum* species along environmental gradients landscapes in the Nicaraguan Dry Tropical Forest. Norwegian University of Science and Technology, Trondheim. 60 p.
- Romero Murcia, J.R. 2010. El efecto de cuatro especies arbóreas en sistemas silvopastoriles, sobre las características del suelo en Matiguás y Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. 170 p.
- Sauceda Olivera, M. 2010. Impacto del arreglo espacial del componente arbóreo en sistemas silvopastoriles sobre el nivel de sombreado y la conectividad estructural de los paisajes en los municipios de Belén y Matiguás, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. 110 p.
- Zapata Arango, P.C. 2010. Efecto del guácimo (*Guazuma ulmifolia*), carao (*Cassia grandis*) y roble (*Tabebuia rosea*) sobre la productividad primaria neta aérea y composición florística de pasturas naturales en Muy Muy y Matiguás, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. 153 p.

# Los árboles en los potreros para la reducción del estrés calórico del ganado en los trópicos

Francisco García Cruz, Muhammad Ibrahim

## 5.1. Introducción

El estrés calórico es un efecto combinado de altas temperaturas y humedad relativa del ambiente que tienen impacto sobre la fisiología del ganado, desplazándola fuera de la zona de termoneutralidad, es decir, el rango de condiciones climáticas dentro del cual el metabolismo del animal es normal. Dicho problema se agrava en el inicio de la época de lluvias debido a que la radiación solar suele evaporar la humedad del suelo creando un ambiente bochornoso y cálido.

Se sabe que en los Estados Unidos la producción de leche presenta pérdidas que ascienden a 897 millones de dólares por año (St-Pierre *et ál.* 2003) que resultan del estrés calórico. Algunas técnicas utilizadas en algunos países para atenuar el estrés calórico corresponden a aquellas que favorecen la circulación del aire dentro de las salas de ordeño, la instalación de rociadores de agua y el uso de sombras artificiales que bloquean el efecto directo de la radiación solar. No obstante, estas tecnologías son costosas, por lo que un medio alternativo y eficiente en la reducción del estrés calórico suele ser la sombra de los árboles ya que además de brindar sombra, permiten generar ingresos económicos adicionales y contribuyen a mejorar otros aspectos del ambiente de la finca.

En el presente artículo se muestran las bondades de la sombra de los árboles en la reducción del estrés calórico y sus implicaciones directas en la producción de leche como efecto de un mayor bienestar del ganado. Además, con el cambio climático su efecto cada vez es más fuerte en la región con temperaturas que llegan a los 38 °C entre las 10:00 y 15:00 horas.

## 5.2. El efecto del estrés calórico sobre la ganadería de doble propósito

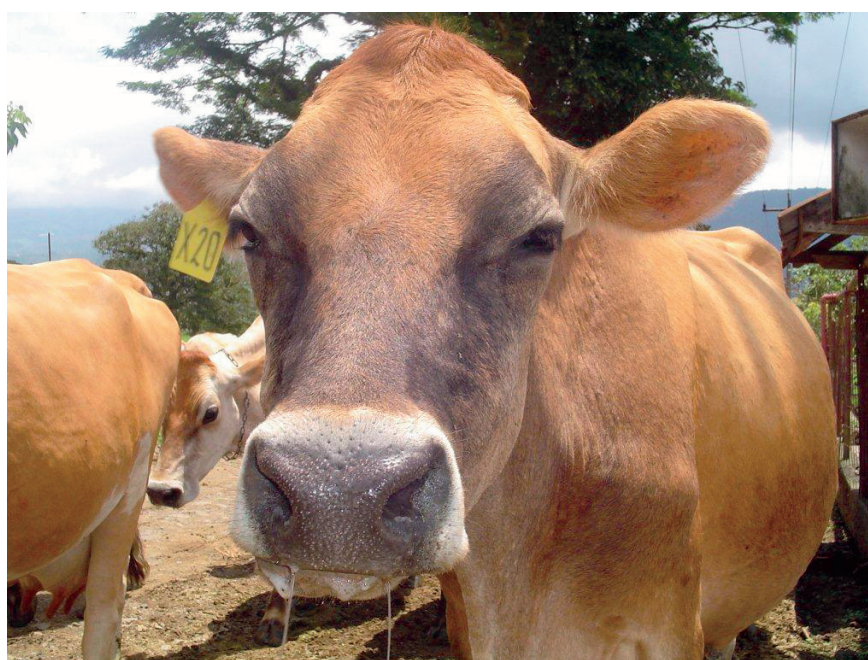
El incremento en la temperatura que se predice resultará del cambio climático puede tener implicaciones sobre la producción de leche y carne en las regiones tropicales, ya que se sabe que por encima de los 32 °C de temperatura ambiente se hace presente el estrés calórico con sus implicaciones sobre la producción animal (García Cruz 2010), reduciendo los volúmenes de leche y carne, el consumo (Abreu 2002) e incrementando el tiempo que el ganado permanece acostado (Blackshaw y Blackshaw 1994). Debido a esto, se espera que los productores adopten sistemas que permitan mitigar este problema y a la vez mejorar la producción y reproducción del ganado.

Cuando el ganado sufre por el estrés calórico se suelen presentar algunos de los siguientes síntomas: a) la reducción del tiempo de pastoreo por debajo de seis horas durante el día, b) el consumo de agua puede llegar hasta los 65 litros/día, c) la frecuencia respiratoria supera las 70 respiraciones/minuto, d) la temperatura corporal está por encima de los 38,3 °C, y e) se presenta menor aparición del celo en las vacas (Ittner *et al* (Ittner *et ál.* 1951; García Cruz 2010; Palma *et ál.* 2011). Estos síntomas si no son controlados a tiempo pueden ocasionar pérdidas económicas como las descritas en el Cuadro 5.1, y el estrés calórico

puede eventualmente causar la muerte del animal, además de que en este estado el ganado se muestra más vulnerable a las enfermedades y al ataque de los parásitos.

**Cuadro 5.1.** Efecto de la sombra sobre la temperatura rectal, frecuencia respiratoria y producción de leche en sistemas de producción de leche y de doble propósito.

Variables		Con árboles	Sin árboles	Fuente
Ganado lechero	Temperatura rectal (°C)	38,6	38,8	Abreu (2002)
	Frecuencia respiratoria (resp/min)	67,6	84,8	
	Producción de leche (kg/día)	10,9	10,1	
Ganado de doble propósito	Temperatura rectal (°C)	38,4	38,5	Betancourt (2003)
	Producción de leche (kg/día)	4,1	3,1	



La salivación o babeo es un síntoma relacionado con estrés calórico del ganado. Foto: Cristóbal Villanueva.

### 5.3. Las técnicas para aliviar el estrés calórico

Son muchas y variadas las estrategias utilizadas para reducir el estrés calórico, entre las cuales se puede citar el uso de abanicos que permiten la circulación del aire dentro de las salas de ordeño y los microaspersores que rocían de agua al animal. En algunas regiones se diseñan cuartos climatizados que logran reducir el estrés calórico en el ganado lechero, pero en nuestro medio, las más comunes corresponden a las láminas de zinc o las mallas de sarán.

No obstante, la presencia de los árboles corresponde a la estrategia de mayor rentabilidad económica, ya que es un método barato y eficiente que logra reducir la temperatura ambiente hasta en 3 °C (Pezo y Ibrahim 1999; García Cruz 2010). Además protege al ganado de los rayos solares y crea las condiciones ambientales frescas bajo las cuales el ganado prefiere descansar o realizar la rumia.

Aparte de brindar sombra para el ganado, los árboles ofrecen otros beneficios para la finca tales como el aporte de materia orgánica al suelo, alimento para el ganado (frutos y follaje) y diversificación de la producción de bienes para uso interno o la venta como madera, postes, leña. En este sentido, los árboles se presentan como una opción viable que además constituye una alternativa para la producción ganadera ecológica.

#### 5.4. Incremento en la producción de leche bajo la sombra de los árboles

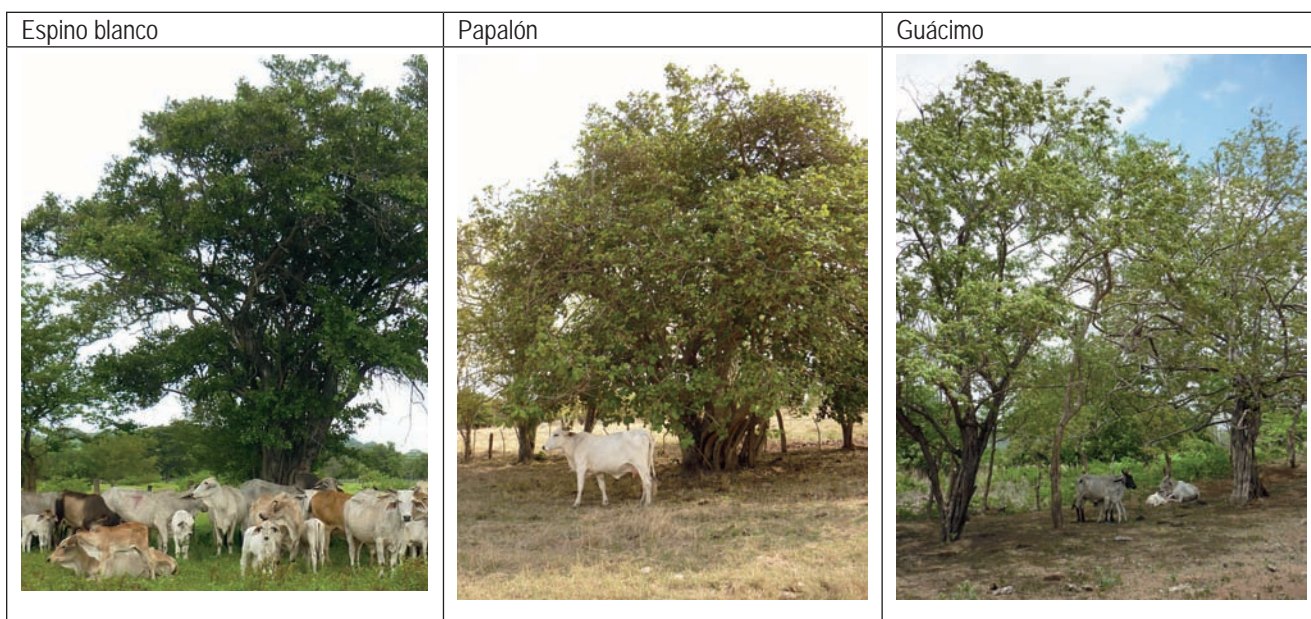
Las investigaciones desarrolladas han demostrado que el ganado busca la sombra de los árboles para descansar y refrescarse durante las horas calurosas del día, allí la importancia de mantener una buena distribución de los árboles en el potrero. En términos de diseño de sombra con árboles en potreros, se ha determinado que cada animal adulto demanda alrededor de 4-5 m<sup>2</sup> de sombra (Armstrong 1994).

En un estudio en fincas ganadera del municipio de Matiguás se encontró que el ganado que pastorea bajo potreros con 22% de cobertura arbórea incrementan la producción de leche hasta en 0,9 litros/vaca/día en comparación aquellos potreros con cobertura arbórea menor al 7% (Betancourt 2003).



La sombra en potreros favorece un mayor consumo de alimento. Foto: Francisco García Cruz.

También, se ha demostrado que algunos árboles como el nancite (*Byrsonima crassifolia*), espino blanco (*Pithecellobium dulce*) y papalón (*Coccoloba caracasana*) ofrecen mayor reducción de la temperatura durante la mayor parte del año (Cuadro 5.2). Sin embargo, manejando diferentes especies arbóreas se logran diversificar los beneficios económicos y ambientales.



Ganado aprovechando la sombra de árboles en potreros. Fotos: Francisco García Cruz.

**Cuadro 5.2.** Reducción de la temperatura ambiente bajo la sombra para cinco especies arbóreas en Rivas, Nicaragua.

Nombre	Temperatura ambiente (°C)		
	A pleno sol	Bajo la copa	Diferencia
Nancite ( <i>Byrsonima crassifolia</i> )	33	30	-3,0
Espino blanco ( <i>Pithecelobium dulce</i> )	35	32,3	-2,7
Papalón ( <i>Coccoloba caracasana</i> )	35	32,3	-2,7
Guácimo ( <i>Guazuma ulmifolia</i> )	35	33,5	-1,5
Madero negro ( <i>Gliricidia sepium</i> )	32	30,7	-1,3

Fuente: García Cruz 2010.

Se ha encontrado que no todos los árboles tienen el mismo efecto reductor de la temperatura y esto se debe a la forma de la copa y al tamaño de las hojas, tal es el caso del jícaro (*Crescentia alata*) el cual, debido a la forma estrecha de su copa presenta baja intercepción de los rayos del sol y por lo tanto la reducción de la temperatura debajo del árbol es baja. El guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), en cambio, es un árbol muy bueno para la reducción de temperatura porque tiene una copa ancha con hojas finas y abundantes que impiden que los rayos solares lleguen hasta el suelo, pero su sombra densa puede afectar el crecimiento del pasto. No obstante, en ambos casos se debe destacar su importancia durante la época seca, ya que aparte el beneficio de la sombra, estos producen abundantes frutos con alto valor nutricional que son consumidos por el ganado.

Las pérdidas económicas por la disminución de la producción de leche debido al estrés calórico pueden atenuarse con la sombra, ya que se ha demostrado que en los sistemas convencionales sin árboles la ausencia de sombra muestra pérdidas que ascienden hasta 113,44USD hectárea/año (Cuadro 5.3).

**Cuadro 5.3.** Comparación de la producción de leche en verano en potreros con árboles y sin árboles, y las pérdidas económicas por hectárea provocadas por el estrés calórico en Nicaragua y Costa Rica.

Localidad	Fuente	Carga animal (animales/ha)	Producción de leche		Litros perdidos por ha/año	Pérdida (ha/año)
			Con árboles	Baja cobertura arbórea		
Río Blanco y Paiwas, Nicaragua	Chuncho Morocho (2011)	1,5	6,9	4,4	228,75 <sup>1</sup>	C\$ 2.382,19 (113,44 USD)
Matiguás, Nicaragua	Betancourt (2003)	1,5	6,9	4,7	201,3	C\$ 2096,33 (99,83 USD)
San Carlos, Costa Rica	Abreu (2002)	1,5	16,4	15,4	91,5 <sup>2</sup>	C\$ 1334,03 (63,53 USD)

Se estimó que la época de verano dura en promedio 121 días.

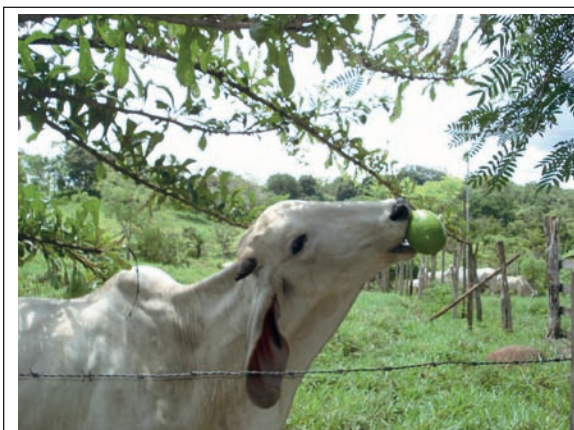


Foto: Danilo Pezo



Foto: Francisco García

Los árboles generan múltiples beneficios en fincas ganaderas.

## 5.5. Consideraciones finales

La sombra de los árboles reduce el estrés calórico del ganado, lo cual significa incrementos en la producción de leche entre 1 y 3 litros/vaca/día. Es importante considerar la diversidad de árboles para asegurar sombra durante todo el año porque algunos tienen hojas todo el tiempo y otros en ciertos meses del año. Aparte de la sombra, los árboles ofrecen otra serie de beneficios como nutrientes para el suelo, alimento para el ganado (follajes y frutos), producción de productos maderables (madera, postes y leña) y favorecen la vida silvestre y el secuestro de carbono.

## Referencias bibliográficas

- Abreu, MHS, de. 2002. Contribution of trees to the control of heat stress in dairy cows and the financial viability of livestock farms in humid tropics. Ph.D. Thesis. Turrialba, CR, CATIE. 52, + 47 p. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0205E/A0205E.PDF>
- Armstrong, D. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. Journal of dairy science 77(7):2044-2050.
- Betancourt, KE. 2003. Caracterización de sistemas lecheros y efecto de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en la cuenca del río Bulbul de Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Heredia, CR, Universidad Nacional de Costa Rica. 62 p.



- Blackshaw, J; Blackshaw, A. 1994. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: A review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 34(2):285-295.
- Chuncho Morocho, CG. 2011. Análisis de la percepción y medidas de adaptación al cambio climático que implementan en la época seca los productores de leche en Río Blanco y Paiwas, Nicaragua. MSc. Turrialba, CR, CATIE. 170 p.
- García Cruz, FJ. 2010. Efecto de la cobertura arbórea en potreros y el estado de lactancia, sobre el comportamiento diurno de ganado doble propósito manejado bajo pastoreo en el trópico sub-húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 96 p.
- Ittner, N; Kelly, C; Guilbert, H. 1951. Water consumption of Hereford and Brahman cattle and the effect of cooled drinking water in a hot climate. *Journal of Animal Science* 10(3):742-751.
- Palma, E; Cruz, J; Martínez, A; Aguilar, A; Nieuwenhuysse, A. 2011. ¿Cómo construir mejores aguadas para el suministro de agua al ganado? Turrialba, CR, CATIE. 58 p. (Serie técnica/Manual técnico No. 101)
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. *Sistemas silvopastoriles*. CATIE. 2 ed. Turrialba, CR. 276 p. (Colección Módulos de Enseñanza No. 2)
- St-Pierre, NR; Cobanov, B; Schnitkey, G. 2003. Economic Losses from Heat Stress by US Livestock Industries. *Journal of dairy science* 86:E52-E77.

# Potencial de las leñosas forrajeras en potreros para la alimentación del ganado en la época seca

Cristóbal Villanueva, Muhammad Ibrahim, Fabián Lombo, Nelson Pérez

## 6.1. Introducción

La actividad ganadera en Nicaragua juega un rol importante en los medios de vida de miles de familias rurales. Sin embargo, en la época seca, como la principal fuente de alimento del ganado, los pastos seminaturales y mejorados cesan su crecimiento, por lo cual no hay oferta de forraje fresco en este período (Ospina *et ál.* 2012). Esto ocasiona la disminución de la producción animal (carne y leche) y a veces, la muerte de ganado, lo cual afecta el bienestar de las familias vinculadas en dicha actividad y la capacidad de innovación del sector ganadero. El impacto de la sequía y la variabilidad climática se ha ido agravando como consecuencia del cambio climático.

Ante tal situación, los productores han elegido diferentes medidas como venta de ganado a bajos precios para descargar la finca, compra de alimentos fuera de la finca y en casos extremos, la venta de la finca. Dichas acciones reducen la rentabilidad de la empresa ganadera y aumentan la vulnerabilidad socioeconómica de la familia.

Sin embargo, en las fincas de las zonas secas de Nicaragua existen varias especies leñosas que mantienen su crecimiento en la época seca con potencial para proveer alimento (hojas y frutos) y mejorar la productividad y rentabilidad de las fincas. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es brindar información sobre el estado de las leñosas forrajeras en potreros, la preferencia por el ganado, la capacidad de rebrote y producción forrajera (hojas + tallos tiernos y frutos), y las prácticas de manejo para mejorar la cantidad y calidad de forraje para la alimentación animal.

## 6.2. Leñosas con potencial forrajero en potreros

En los potreros encontramos una diversidad de especies leñosas tanto como árboles dispersos en potrero como en cercas vivas, pero pocas son las abundantes y seleccionadas por los productores por sus funciones en la producción de leña, madera, forraje y sombra para el ganado. Estudios realizados en Rivas y Matiguás demuestran que en las cercas vivas, una cuarta o quinta parte del total de los árboles tiene potencial para producir forraje para la alimentación animal, ya sea por medio de las hojas o los frutos.

En el caso de los árboles dispersos en potreros, una tercera o cuarta parte son forrajeros. Es importante destacar que existen varias especies comunes de árboles dispersos en potrero y otros que forman cercas vivas como el guácimo, el madero negro y el guanacaste (Cuadro 6.1). En los territorios dominados por ganadería existen especies leñosas que tienen gran potencial como forrajeras pero hace falta implementar prácticas de manejo para maximizar su uso en la producción ganadera, tales como la densidad apropiada y podas estratégicas para contar con forraje (hojas) en calidad y cantidad que cubra la demanda en los períodos críticos.

**Cuadro 6.1. Lista de especies leñosas con potencial forrajero en potreros en NI**

Variable	Árboles dispersos		Cercas vivas	
	Rivas (n=2.297)	Matiguás (n=7.994)	Rivas (n=1.858)	Matiguás (n=3.464)
Número total de especies	72	100	73	71
% del inventario que representan las primeras diez especies	74,4	78,9	60,5	87,1
% del inventario que son forrajeras*	31,5	50,3	20,4	24,4
Especies forrajeras	Guácimo (15,2), madero negro (6,4), tigüilote (3,8), coyol (3,1), guanacaste (3,0)	Guácimo (35,8), guanacaste (5,7), genízaro (5,0), madero negro (3,8)	Guácimo (8,9), poro (6), madero negro (5,5)	Guácimo (8,7), madero negro (5,5), poro (4,4), jocote (4,0), guanacaste (1,8)

\*Aquellas que producen follaje o frutos para alimentación animal. El valor entre paréntesis equivale a la abundancia en relación al total de árboles inventariados. Fuente: Adaptación de Harvey *et al.* (2010) y Harvey *et al.* 2008.

### 6.3. Preferencia del ganado bovino por las especies leñosas

El ganado consume hojas, flores o frutos de varias especies durante la época seca. Sin embargo, si al ganado se le da oportunidad de seleccionar el alimento, este prefiere algunas especies sobre otras. Estas preferencias están relacionadas con rasgos como tamaño, dureza de las hojas y presencia de espinas o de sustancias químicas (en hojas y frutos), las cuales reducen o descartan el consumo. Pérez (2011) llevó a cabo un estudio en Rivas, Nicaragua para conocer la preferencia de consumo de las vacas en producción de leche en el consumo de hojas de diferentes especies comunes en la zona.

La Figura 6.1 muestra que de las 10 especies evaluadas casi todas fueron consumidas, excepto el aroma, quizá por la presencia de espinas y la alta concentración de taninos condensados<sup>7</sup>. Sin embargo, las especies de mayor preferencia fueron el genízaro, la leucaena y el guanacaste blanco. Estas son especies que presentan hojas pequeñas, suaves, sin presencia de espinas y químicos que atenten con el consumo y salud del ganado.

Algunas especies presentan sustancias químicas llamados metabolitos secundarios que la planta utiliza como medio de defensa para evitar la herbivoría de los animales. Por ejemplo, está documentado que la leucaena tiene una sustancia llamada mimosina (algunas especies nativas tienen una mayor concentración en hojas) y que altos consumos pueden ocasionar caída de pelo en el ganado. Esto generalmente ocurre cuando el ganado tiene este alimento como única dieta; lo que es difícil que suceda en potreros como los de Nicaragua, donde existe una variedad de recursos forrajeros (herbáceas y leñosas). De hecho, el ganado bovino tiene mayor preferencia por los pastos más que por las hojas de árboles o arbustos.

<sup>7</sup> Son compuestos químicos que tienen algunas plantas para defenderse del consumo de otros seres vivos (herbivoría). En dosis elevadas puede resultar tóxico para el ganado. Los órganos de plantas con taninos se distinguen fácilmente por su sequedad y amargor. Pero bien utilizados son beneficiosos para la salud humana y animal.

Los estudios de preferencia nos dan una guía sobre las especies que prefiere el ganado bovino, aunque en los diseños de sistemas silvopastoriles (por ejemplo, árboles forrajeros dispersos en potrero, cercas vivas o como bancos forrajeros) es necesario considerar otros atributos de las leñosas como la facilidad de propagación (semilla o estacas), la capacidad de rebrote, tanto en el período de lluvias como en de sequía, el rendimiento de forraje, el grado de tolerancia a las podas frecuentes, el grado de dificultad del manejo y preferiblemente, que tengan varios usos. Considerando los factores anteriores, las especies como leucaena, tigüilote, guácimo y madero negro tienen ventajas importantes como recursos forrajeros en finca.

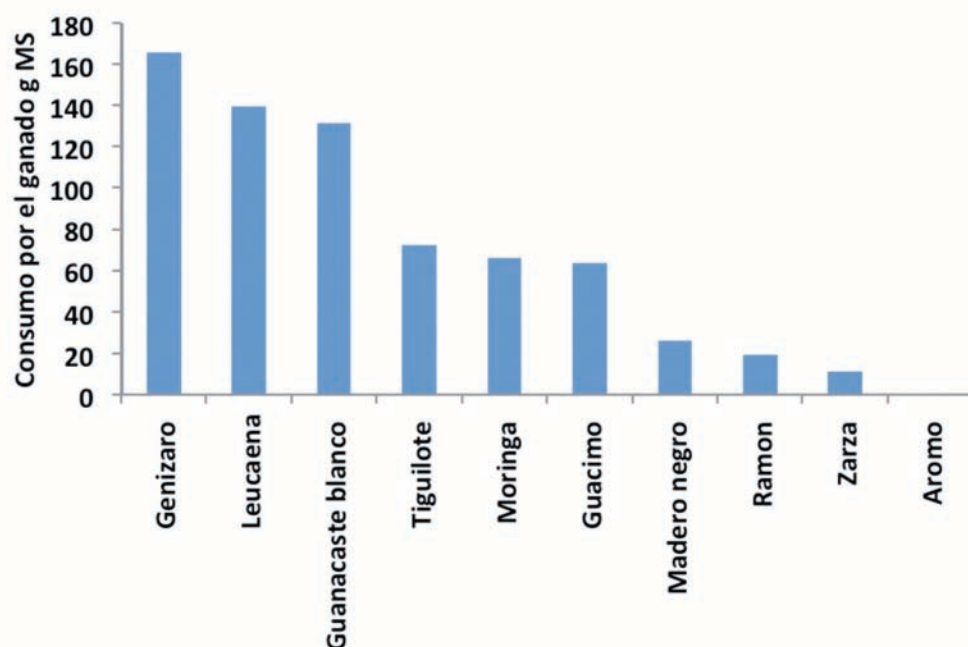


Figura 6.1. Consumo voluntario de especies leñosas por vacas en producción en Rivas, Nicaragua. Fuente: Pérez 2011.

#### 6.4. Rendimiento y calidad de forraje de leñosas forrajeras

El rendimiento de forraje (hojas y tallos tiernos) varía entre especies leñosas; además, de otros factores como la edad y el tamaño del árbol, la época del año y la calidad del sitio. Un estudio conducido por Lombo (2012) en Rivas, Nicaragua para conocer la capacidad de rebrote y la de biomasa en algunas especies leñosas comunes en los potreros (podadas a 2 m de altura) encontró que el tigüilote, el espino de playa, el genízaro, el madero negro y el guácimo tienen un potencial forrajero con rendimiento en un ciclo de cuatro meses que varía entre 2 y 6 kg MS/árbol (Cuadro 6.2). Sin embargo, en zonas de bosque seco tropical realizando cuatro cortes por año este rendimiento se puede triplicar o cuadruplicar según la disponibilidad de recursos como agua y nutrientes en el suelo (Medina *et ál.* 1994).

En los potreros también existen especies leñosas que producen frutos para la alimentación del ganado. Dicha producción tiene coincidencia con la época crítica (período de sequía). Esquivel (2007) realizó un estudio en una zona de bosque seco tropical en Costa Rica y la mayor producción de frutos por ciclo la encontró en el guanacaste (86 kg/árbol) y la menor en el coyol (8,6 kg/árbol; Cuadro 6.3). También, el período de producción de

frutos durante la época seca varía entre las especies: el pico de producción en el coyol es al inicio, el del guácimo y del genízaro en la parte media, y el del guanacaste en la parte final. Esta situación refleja la importancia de contar, para consumo directo por el ganado, con una mayor diversidad de especies productoras de frutos para cubrir la demanda en toda la época seca. También, existen experiencias en Nicaragua y en otros países de la región centroamericana donde los productores cosechan y almacenan los frutos, que luego son molidos y ofrecidos al ganado en el período crítico como suplemento único o mezclado con otros (por ejemplo, pastos de corte, afrecho de trigo, etc.).

La calidad de forraje (hojas + tallos tiernos y frutos) en términos de proteína cruda y digestibilidad in vitro de materia seca (este indicador refleja el potencial de asimilación del forraje por parte del ganado) varía según la especie (Cuadro 6.2). Aunque, a menor edad de las hojas y tallos tiernos, mayor será la calidad (en términos de proteína cruda y digestibilidad in vitro de la materia seca) y el rendimiento de materia seca de forraje será, por el contrario, menor.

La literatura existente indica entre tres y cuatro meses de edad del rebrote como la óptima para alcanzar un balance entre calidad y rendimiento del forraje (por ejemplo, tigüilote, guácimo, madero negro, leucaena y elequeme). Sin embargo, cabe mencionar que las hojas de las leñosas forrajeras que no son podadas estabilizan su calidad (proteína cruda y digestibilidad) y suele ser mayor que la de los pastos tropicales. También, es importante aclarar que el forraje de árboles no va a reemplazar completamente a los pastos, que constituyen el principal alimento para el ganado.

**Cuadro 6.2. Rendimiento y calidad del forraje de especies leñosas comunes en potreros.**

Especie	Rendimiento de forraje (kgMS/árbol)	Proteína Cruda (%)**	DIVMS (%)**
Tigüilote	5,95±1,43	16	36
Espino de playa	3,20±1,12	18	52
Genízaro	2,02±0,27	17	44,6
Madero negro	1,99±0,28	17	50
Guácimo	1,94±0,28	16	58
Guanacaste blanco	0,53±0,14	19,6	42,9

DIVMS: Digestibilidad in vitro de la materia seca. Fuente: Lombo (2012); \*\*Fuente: Medina *et al.* 1994.

En general la calidad del forraje de las leñosas manejadas con podas cada y cuatro meses es superior que la mayoría de concentrados comerciales que se utilizan en las fincas ganaderas (la proteína cruda varía entre 15-30% y la digestibilidad entre 50-70%).

**Cuadro 6.3. Producción y calidad de frutos de leñosas en potreros.**

Especie	Producción de frutos (kg/árbol/año)	Proteína cruda (%)	DIVMS (%)
Guanacaste	86,0	13,2	67,8
Genízaro	36,1	15,6	71,5
Guácimo	26,4	7,5	62,8
Coyol	8,6	5,5	66,4

Fuente: Esquivel 2007

## 6.5. Respuesta productiva del ganado alimentado con forraje de leñosas

Una pregunta que siempre surgirá es ¿qué cantidad de forraje debe suministrarse a cada animal? La cantidad va depender del nivel de producción (carne o leche) del animal y de la cantidad y calidad de los otros ingredientes de la dieta base (la cual generalmente es pasto consumido bajo pastoreo). Pérez (2011) realizó un estudio en Rivas, Nicaragua con vacas en producción de leche y manejadas bajo estabulación, las cuales alimentó con la siguiente ración diaria/vaca: 6 kg de materia seca (23 kg de materia fresca) de pasto king grass, 200 gramos de melaza, 100 gramos de sal mineral y 4,5 kg de materia seca (16 kg de materia fresca) de hojas y tallos tiernos de leñosas forrajeras (leucaena y tigüilote en partes iguales). Con dicha dieta logró una producción de leche entre 5,3 y 8,7 kg/vaca/día, dicha variación puede estar relacionada con la genética del ganado, los valores más bajos de producción fueron en vacas de raza cebú.

El sistema de alimentación anterior (para vacas en producción) enfocado a la época seca podría contribuir a mantener un nivel producción de leche más estable a lo largo del año. En la época seca, los potreros presentan una baja cantidad y calidad de pastos que incluso obliga al ganado a gastar más energía buscando alimento; y este tipo de manejo permite que los potreros tengan una buena cobertura de herbáceas (pastos, leguminosas y otras forrajeras) al inicio del próximo período de lluvias que favorece su recuperación (producción de forraje) y reduce la erosión hídrica. De todos modos, en todo cambio es necesario realizar un análisis de costo beneficio para su implementación en finca.

En la zona Boaco, Nicaragua existen experiencias sobre el uso de frutos de guácimo, guanacaste, genízaro y jícara en la alimentación del ganado en la época seca. Los productores ofrecen entre 2 y 4 kg de frutos molidos que cosechan en sus fincas o compran a los vecinos, e indican que la producción de leche se incrementa entre 25 y 50%. El incremento dependerá de la calidad y cantidad de la dieta base (pasto o forraje de corte) y de la genética y la salud del ganado (Zamora *et ál.* 2001).

Como en todo agronegocio, los cambios que se implementen en las fincas deben evaluarse financieramente, ya sea para realizar los ajustes del caso y lograr un mejor rendimiento económico o para descartar opciones no beneficiosas. La finca ganadera es una empresa y debemos de buscar estrategias para mejorar la rentabilidad. Por lo tanto, para tomar las mejores decisiones se requiere contar con registros productivos, de ingresos y gastos, de lo contrario no tendremos claro el camino para alcanzar las metas propuestas. Por ejemplo, el productor de leche o carne, debería tener a primera mano el costo de producción de un kg de producto. Para alcanzar una mayor eficiencia es necesario buscar estrategias para incrementar productividad y reducir costos de producción, y no depender únicamente de que el mercado aumente los precios de la carne o leche para la toma de decisiones.

## 6.6. Manejo de leñosas para la producción de forraje en época seca

Para planificar el tamaño del sistema silvopastoril (banco forrajero de leñosas, cercas vivas o árboles forrajeros dispersos en potreros) se necesita saber o tener a mano la siguiente información: 1) el rendimiento/árbol de la especie leñosa elegida, la cantidad de forraje que será ofrecido a cada animal, el número de animales que serán alimentados, el período de tiempo para alimentar el ganado y un valor de rechazo de forraje (15-20%). Además, para alcanzar la mejor calidad de hojas y tallos tiernos se requiere establecer un manejo sistemático de podas de las leñosas con una frecuencia dentro del rango entre los tres y cuatro meses.

A la fecha, se han promovido con mayor fuerza, los bancos forrajeros de leñosas, sin embargo, otras opciones que tienen potencial son las cercas vivas y los árboles dispersos en potreros. Los

dos últimos, incluso, se podrían manejar con podas estratégicas por sectores o individualmente y ofrecer el forraje en el suelo dentro del mismo potrero; este es un tema que requiere ser evaluado para determinar la experiencia de los productores, y la factibilidad productiva y financiera para la finca. Además, es importante destacar que los sistemas silvopastoriles multifuncionales jugarán un rol importante en la adaptación al cambio climático (especialmente con respecto a la intensificación de los períodos de sequía) del sector ganadero por medio de las siguientes funciones: reducir la dependencia de los insumos externos, proveer de sombra para mitigar el estrés calórico, producción diversificada de alimento como frutos y hojas y diversificar los ingresos por medio de productos maderables.

## 6.7. Consideraciones finales

- Alrededor de un cuarto o la mitad de los árboles en potreros (distribuidos como árboles dispersos y en cercas vivas) pertenecen a especies leñosas con potencial forrajero (hojas + tallos tiernos y frutos), las cuales requieren mayor atención para aprovechar las ventajas en la alimentación del ganado durante todo el año, pero especialmente en la época seca.
- En el diseño de sistemas silvopastoriles para producción de forraje (árboles dispersos, cercas vivas o bancos forrajeros) es importante que las especies leñosas con función forrajera cumplan con ciertos criterios como preferencia en consumo por el ganado, fácil propagación (semilla y estacas), capacidad de rebrote durante todo el año, tolerancia a podas frecuentes, rendimiento de forraje, y que preferiblemente, sean de uso múltiple.
- La diversidad de especies leñosas en potreros juega un rol relevante en la variedad de funciones productivas y ambientales para la finca como la producción de productos maderables, de forraje para alimentación del ganado (follajes y frutos), de sombra para reducir el estrés calórico y la mitigación de las emisiones de carbono. La diversidad de especies permite tener una oferta de recursos alimenticios durante todo el año, por ejemplo, la producción de frutos ocurre en diferentes momentos en la época seca.
- Los potreros arbolados multifuncionales se convierten en una estrategia clave para la adaptación del sector ganadero al cambio climático y variabilidad climática, especialmente para aquellas zonas con periodos de sequía relativamente largos.

## Referencias bibliográficas

- Esquivel, H. 2007. Tree resources in traditional silvopastoral systems and their impact on productivity and nutritive value of pastures in the dry tropics of Costa Rica. PhD Thesis. Turrialba, CR, CATIE. 161 p.
- Harvey, CA; Villanueva, C; Ibrahim, M; Gómez, R; López, M; Kunth, S; Sinclair, FL. 2008. Productores, árboles y producción ganadera en paisajes de América Central: implicaciones para la conservación de la biodiversidad. In Evaluación y Conservación de Biodiversidad en Agropaisajes de Mesoamérica. Eds. C Harvey; JC Sáenz. INBio. Costa Rica. 97-224.
- Harvey, C; Villanueva, C; Esquivel, H; Gómez, R; Ibrahim, M; Martínez, J; Muñoz, D; Restrepo, C; Villacís, J; Sáenz, J; Sinclair, F. 2010. Conservation value of dispersed tree cover threatened by pasture management. *Forest Ecology and Management* 261(10):1664-1674.
- Lombo, FD. 2012. Evaluación de la disponibilidad de biomasa y capacidad de rebrote de leñosas forrajeras en potreros del trópico seco de Nicaragua. Tesis MSc. CATIE, Turriabla, CR. 86 p.

- Medina, JM; Rouyer, B; Tejada, M; Layus, M; Boiron, B. 1994. Evaluación preliminar de la producción de biomasa de especies leñosas bajo crecimiento natural en la zona sur de Honduras. In Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. Ed. J Benavides. Vol 1. Turrialba, CR. CATIE. 181-188 p. (Serie Técnica Informe Técnico No. 236).
- Ospina S; Rusch GM; Pezo D; Casanoves F; Sinclair FL. 2012. More Stable Productivity of Semi Natural Grasslands than Sown Pastures in a Seasonally Dry Climate. PLoS ONE 7(5): e35555. doi:10.1371/journal.pone.0035555
- Pérez, N. 2011. Rasgos funcionales que determinan la calidad nutricional y preferencia de leñosas forrajeras para su inclusión en sistemas de alimentación ganadera en zonas secas. Tesis MSc. CATIE, Turrialba, CR. 98 p.
- Zamora, S; García, J; Bonilla, G; Aguilar, H; Harvey, C; Ibrahim, M. 2001. ¿Cómo utilizar los frutos de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), genízaro (*Pithecellobium saman*) y jícaro (*Crescentia alata*) en alimentación animal? Agroforestería en las Américas 8(31):45-49.

#### Anexo 1. Lista de las leñosas y gramíneas forrajeras con su nombre común y científico.

Nombre común	Nombre científico
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>
Coyol	<i>Acrocomia aculeata</i> (Cañas, Costa Rica) y <i>Acrocomia mexicana</i> (Rivas, Nicaragua)
Elequeme	<i>Erythrina</i> spp
Espino de playa	<i>Pithecellobium dulce</i>
Genízaro	<i>Albizia saman</i> , <i>Samanea saman</i> y <i>Pithecellobium saman</i>
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Guanacaste blanco	<i>Albizia niopoides</i>
Jícaro	<i>Crescentia alata</i>
Jocote	<i>Spondias</i> spp
King grass	<i>Pennisetum purpureum</i>
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>
Moringa	<i>Moringa oleifera</i>
Ramón	<i>Brosimum alicastrum</i>
Tigüilote	<i>Cordia dentata</i>
Zarza	<i>Mimosa pigra</i>





