



Síntesis de resultados del proyecto FUNCiTREE



Síntesis de resultados del proyecto FUNCiTREE

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

División de Investigación y Desarrollo

2013

Créditos**Elaboración:**

Dalia Sánchez
Graciela M. Rusch
Cristóbal Villanueva
Isabel Gutiérrez
Carlos Cerdán
Cristina Armas.

Fotografías

Fabrice DeClerck
Francisco García
Ditter Mosquera
Ryan Niemeyer
Iván Ramírez
Graciela Rusch
Proyecto FUNCITREE

Diseño

Unidad de comunicación CATIE

Mayor información

Graciela Rusch (graciela.rusch@nina.no)
Cristóbal Villanueva (cvillanu@catie.ac.cr)
<http://funcitree.nina.no>

División de Investigación y Desarrollo
Sede Central, CATIE
www.catie.ac.cr

Descripción del proyecto

Los árboles en los sistemas silvopastoriles de Rivas, Nicaragua, proveen muchos beneficios para la finca, para la comunidad local y a nivel del paisaje en la región. Estos beneficios incluyen la producción de alimento para el ganado en la época seca, la capacidad de brindar sombra y protección, de mejorar la fertilidad del suelo y de brindar protección a los cursos de agua. El proyecto FUNCiTREE estudió cómo estos beneficios están determinados por las características particulares de los árboles. Se estudiaron características como la arquitectura de la copa, si el árbol mantiene el follaje en la época seca, capacidad de rebrote, las propiedades y el contenido de nutrientes de las hojas, las características de las raíces, el grado en que los árboles afectan el crecimiento de la pastura, así como las formas en que usan el agua y otros recursos.

El objetivo de obtener este conocimiento es brindar una base para diseñar sistemas silvopastoriles multifuncionales, con la capacidad de proveer una diversidad de funciones para satisfacer las necesidades del productor. Es posible, entonces cambiar el tipo de productos y de beneficios obtenidos en la finca, mediante la selección de árboles con características determinadas. A través de ejercicios de discusión, y usando parcelas demostrativas, FUNCiTREE brindó la oportunidad de reflexionar cómo las decisiones sobre el tipo de árboles que se seleccionan afectan las funciones en la finca y de cómo el conocimiento sobre las características de los árboles puede usarse para diversificar, mejorar y adaptar los sistemas silvopastoriles actuales.

FUNCiTREE es cofinanciado por la Comunidad Europea, 7FP. Las organizaciones participantes 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).

El CD que acompaña esta síntesis contiene los resultados de investigación del proyecto proveniente de un conjunto de estudios integrados en fincas ganaderas en la zona de Rivas, Nicaragua.



Líneas de investigación

Sistematización del conocimiento local de los productores sobre la importancia de los árboles en la prestación de bienes y servicios ecosistémicos en sistemas silvopastoriles (Mosquera 2010).

Este conocimiento brinda la oportunidad de mejorar el manejo planificado de la cobertura arbórea para suplir algunas necesidades productivas y socioeconómicas de cada finca en particular. Las características de un total de 109 especies arbóreas y arbustivas fueron identificadas como asociadas a la producción de tres bienes (leña, madera y 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 sequía; Figura 1).

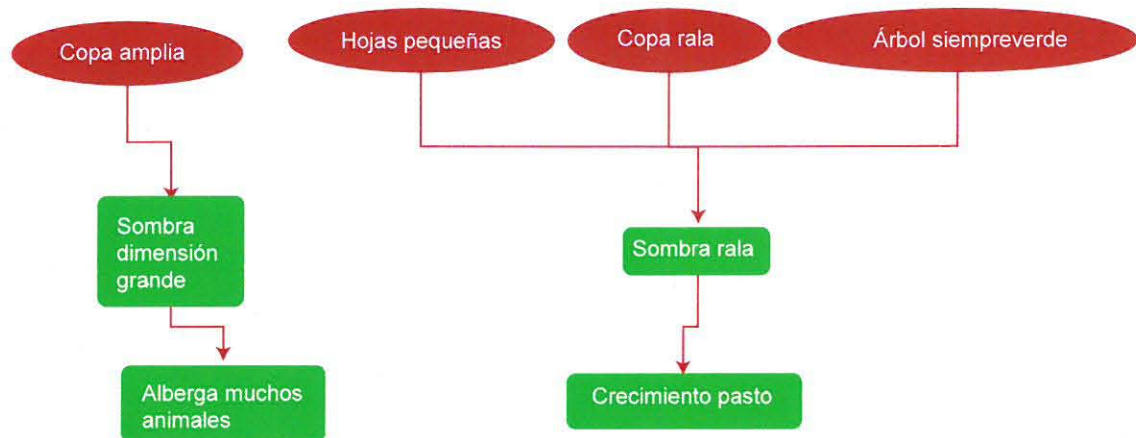


Figura 1. Ilustración del conocimiento local sobre rasgos funcionales de árboles usados como sombra para ganado y pasto en sistemas de producción ganadera de Rivas, Nicaragua. Fuente: Mosquera 2010.

El Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), el Genízaro (*Albizia saman*) y el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) fueron las especies más apreciadas por los productores, porque son consideradas como “especies multipropósito”, es decir, que desempeñan múltiples funciones al mismo tiempo como: provisión de sombra y de alimento para el ganado, tienen la capacidad de mejorar los suelos y aportan frutos durante el verano. Además, aportan leña y madera de calidad regular.

Relación árbol – suelo: fuentes de agua en el suelo para las plantas

Las especies arbóreas pueden ser agrupadas de acuerdo a sus estrategias de uso del agua. Algunos árboles muestran diferencias de uso de agua entre las estaciones seca y lluviosa. Estas diferencias pueden indicar el uso de diferentes fuentes de agua (Armas *et ál* 2013). Se realizó una estimación de las fuentes de agua en 21 especies arbóreas a través de estudios isotópicos para determinar si las plantas absorben el agua de la napa freática, del suelo en profundidad (1 m o más profundo) o en superficie (0.2 – 0.5 m; Figura 2).

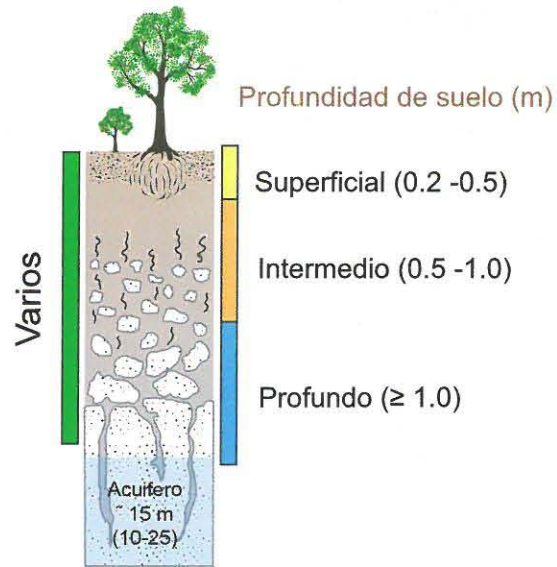


Figura 2. Esquema de fuentes de agua que están usando los árboles en Rivas. Fuente: Armas et ál 2013, Sánchez y DeClerck 2012.

Los resultados sugieren que durante la estación seca las especies difieren en sus fuentes de agua (Figura 3). Por ejemplo, el Guiligüiste (*Karwinskia calderonii*) y el Jocote (*Spondias purpurea*) dependen del agua almacenada en la superficie del suelo (aproximadamente 0.2 m de profundidad); ambas especies son deciduas. El resto de las especies obtienen el agua de las profundidades intermedias (entre 0,5 y 1,0 m de profundidad) y profundas (debajo de 1m de profundidad). Ninguna especie obtiene el agua de fuentes subterráneas profundas (20 m), el acuífero está bastante profundo por lo general (> 20 m de profundidad según se veía por la profundidad de los pozos,) y siendo el suelo tan arcilloso es muy probable que las raíces no puedan profundizar hasta alcanzarlo.

Durante la época lluviosa casi todas las especies toman el agua solamente del suelo superficial (excepto *S. purpurea*), lo que indica que la disponibilidad de agua en el perfil superficial es suficiente en este época.

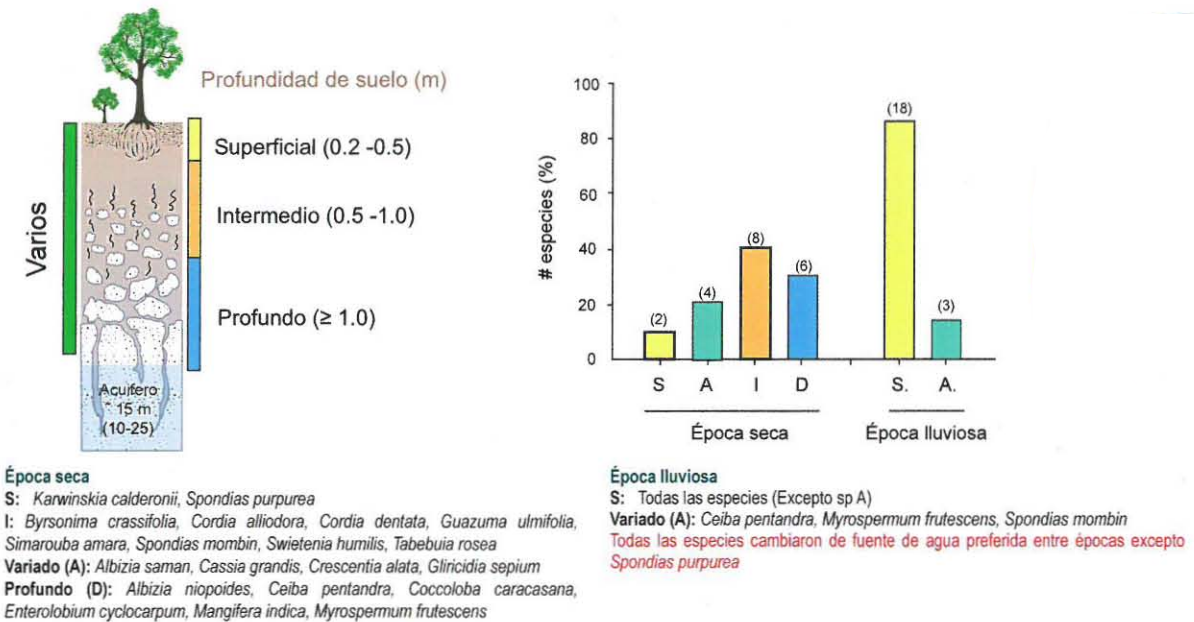


Figura 3. Preferencia de las especies arbóreas por distintas fuentes de agua. Fuente: Armas *et al.* 2013.

Relación árbol – pasto: productividad de las pasturas

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 herbáceas por los nutrientes y el agua. El efecto negativo del árbol sobre el crecimiento de la pastura aumenta con el tamaño del árbol. Sin embargo, la disminución de la producción de pasto ocurre sólo en la época lluviosa; no se ha observado un impacto negativo de los árboles sobre la producción de pasto en la época seca, momento en el cual el crecimiento del pasto se detiene casi completamente, tanto debajo del árbol como en el pasto abierto. 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.

El mensaje de los resultados de FUNCiTREE es que la cobertura arbórea presenta rasgos muy variados que afectan la producción de pasto de diferentes maneras. Al mismo tiempo, los resultados de los estudios constituyen la base para un manejo que permite aumentar la producción de beneficios y disminuir los impactos no deseables. Con una buena planificación del sistema silvopastoril como el arreglo de los árboles en el potrero, la selección y el manejo de la composición de la pastura se pueden minimizar los impactos negativos y aprovechar los múltiples beneficios al combinar la producción de pasto y de árboles en las fincas ganaderas de Rivas.

Rasgos eco-fisiológicos asociados a la tolerancia a la sequía

En zonas con sequía estacional como es el caso de Rivas, la variedad de formas con que los árboles toleran los eventos de sequía constituyen un seguro contra la variabilidad climática. FUNCiTREE utilizó un enfoque fisiológico y funcional para medir 20 rasgos indicadores de la forma en que el árbol utiliza los recursos (características de la copa, tamaño y dureza de hoja, largo del pecíolo, área específica foliar, índice de área foliar, contenido relativo de agua, longitud y densidad de raíces entre otros) en un grupo de 21 especies arbóreas dominantes de los sistemas silvopastoriles tradicionales en Rivas (Olivero 2010, Bucheli 2011, Miranda 2011, Ramírez 2011, Sotelo en prensa).

Las características de la copa están asociadas con distintas estrategias de evasión y tolerancia a la sequía, mientras que rasgos de las hojas como la dureza y el tamaño, están asociados con las estrategia de uso de nutrientes y agua (conservadora o de explotación) del árbol. Los resultados indican una variedad de formas y estrategias, y también diferencias en la forma en que afectan el microclima (temperatura, evaporación de agua) debajo de la copa y para los pastos.

Relación árbol – ganado: a) provisión de sombra para el ganado y reducción del estrés calórico

Las especies arbóreas por lo general reducen la temperatura debajo de la copa, pero existen diferencias entre las especies que dependen de rasgos como altura total, altura del fuste, área laminar, fenología de hojas, longitud, diámetro, densidad y forma de copa (Ramírez 2011, Sotelo en prensa).

Los resultados de los estudios indican que especies como Mango (*Mangifera indica*), Genízaro (*A. saman*), Papaturre (*Coccoloba caracasana*), Jícaro (*Crescentia alata*) y Nancite (*Byrsonima crassifolia*) reducen más la temperatura (copas con sombra densa) que, especies como Guachipilín (*Diphysa americana*), Laurel (*Cordia alliodora*) y Chiquirín (*Myrospermum frutescens*) que son especies con copas de sombra liviana. Los resultados muestran que el ganado busca sombra debajo de especies con densidad y fenología de copa diferentes según la época del año. Esto indica que es necesario mantener una diversidad de especies para la provisión de sombra a lo largo de todo el año, nuevamente resaltando la relación entre diversidad y multi-funcionalidad.

Especies arbóreas con mayor capacidad para reducir temperatura en sistemas silvopastoriles



Mango (*M. indica*)



Genízaro (*A. saman*)



Papaturro (*C. caracasana*)



Jícaro (*C. alata*)



Nancite (*B. crassifolia*). Fotos: FUNCiTREE

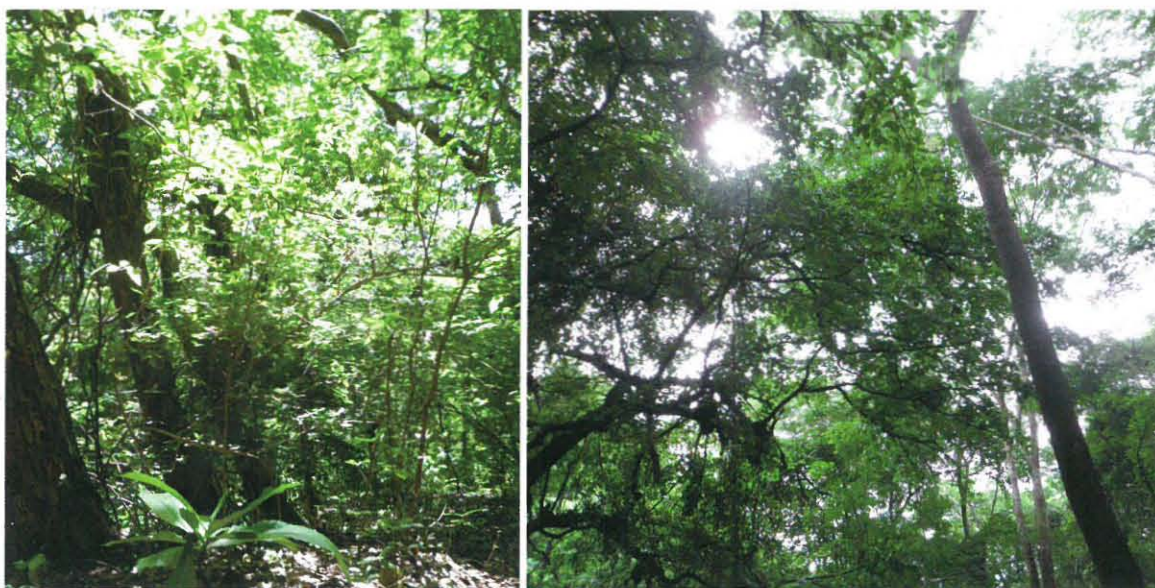
Relación árbol – ganado: b) potencial de leñosas en sistemas de alimentación para mejorar la nutrición del ganado bovino en la época seca (Pérez en prensa, Lombo 2011)

En América Central las leñosas forrajeras constituyen una alternativa de alimentación del ganado bovino que contribuye a estabilizar la producción de forraje a lo largo del año usando recursos locales y que es de bajo costo. Los productores manejan varias especies en los potreros, las cuales en su mayoría cumplen una diversidad de funciones incluyendo la alimentación animal. El ganado prefiere consumir algunas especies leñosas más que otras y su preferencia está relacionada con rasgos de las hojas.

Las especies comunes en los potreros que fueron preferentemente consumidas en orden descendente fueron: Genizaro (*A. saman*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Gallinazo (*Albizia niopoides*), Tigüilote (*Cordia dentata*), Marango (*Moringa oleifera*), Guácimo (*G. ulmifolia*), Madero Negro (*Gliricidia sepium*), Ojoche (*Brosimum alicastrum*), Zarza o Mimosa (*Mimosa pigra*) y Aromo (*Acacia farnesiana*). Las primeras tres especies más consumidas son leguminosas que tienen alto contenido de nitrógeno, hojas pequeñas y suaves. Sin embargo, las dos especies menos consumidas también fueron leguminosas, pero en este caso, presentan alguna estructura de defensa, como son las espinas y/o una alta concentración de taninos condensados. El uso combinado de estas especies como *A. saman* + *C. dentata*; *L. leucocephala* + *C. dentata*; *A. niopoides* + *C. dentata* para suplementar la dieta basal (Taiwán (*Pennisetum purpureum*), melaza y sales minerales) permite mejorar la producción de leche de 6.5 lts/vaca/día con la dieta tradicional pastoreo, pollinaza, melaza y sal mineral, a 6.7 – 7 lts/vaca/día. La mejor respuesta de leñosas se debe al efecto asociativo cuando se mezclan al menos dos especies distintas que mejoran consumo y disponibilidad de nutrientes.

Servicios ecosistémicos: producción y calidad de agua en bosques ribereños

Se identificaron dos tipos de bosques ribereños a lo largo de la subcuenca del Río Gil González de alto valor para la conservación tanto para la provisión de servicios ecosistémicos (calidad de agua para consumo humano) y capacidad de infiltración que permite la recarga de agua profunda que luego está disponible durante la época seca (Chávez 2010, Niemeyer 2010).



Bosques de alto valor para la conservación en el Río Gil González

Fotos: Ryan Niemeyer

De la investigación a la demostración para su replicación: establecimiento de parcelas demostrativas de sistemas silvopastoriles multifuncionales

Las parcelas demostrativas son una herramienta de capacitación participativa para mostrar posibilidades de innovaciones agropecuarias con el fin de motivar la adaptación de los sistemas productivos a formas más tecnificadas. Con este fin fueron establecidas de manera participativa dos parcelas cuyos Sistemas Silvopastoriles (SSP) tienen potencial para cubrir las necesidades de alimentación del ganado, principalmente en la época seca, y otros beneficios para la finca mencionados ampliamente en secciones anteriores. La primera parcela (0.7 ha) es un banco forrajero de corte y acarreo con las especies *Cratylia* (*Cratylia argentea*) y Madero Negro (*G. sepium*); y la segunda (3.1 ha) corresponde a un sistema silvopastoril con Mombasa (*Panicum maximum*) asociado con *Leucaena* (*L. leucocephala*) para uso de pastoreo de la gramínea y ramoneo de la leñosa. El valor adicional en ambas parcelas para desarrollar la multifuncionalidad es la inclusión y/o retención de otros estratos de especies leñosas en el sistema. La riqueza y abundancia mejoran el desempeño productivo y ecológico, y una forma de amortiguar los efectos de la estacionalidad climática del sistema. El banco forrajero presenta una riqueza de 12 especies, una densidad de árboles dispersos de 37 individuos/ha y 23 árboles/100 metros lineales; mientras que el sistema silvopastoril diverso tiene una riqueza de 33 especies, una densidad de árboles dispersos de 109/ha y 9/100 metros lineales. En ambos fueron fortalecidas las cercas vivas para alcanzar al menos 25 individuos/100 metros lineales distribuidos uniformemente.



Banco de *Cratylia* y Madero Negro establecido con árboles multifuncionales en finca del productor Martín Mena. Foto: Dalia Sánchez



Sistema silvopastoril de pasturas asociadas con *Leucaena* en la finca de la Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería de Rivas. Foto: Dalia Sánchez

Publicaciones

1) Series técnicas

Villanueva, C; Sánchez, D; Ibrahim, M; Rusch, G.M; Barton, D. 2012. Establecimiento de parcelas demostrativas de sistemas silvopastoriles biodiversos en fincas ganaderas de Belén, Rivas, Nicaragua. FUNCiTREE. Reporte No.7. p.26.

Sánchez, D; Villanueva, C; Rusch, G.M; Ibrahim, M; DeClerck, M (eds.). 2013. Estado del recurso arbóreo en fincas ganaderas y su contribución en la sostenibilidad de la producción en Rivas, Nicaragua. 1ed. Turrialba, CR. Serie técnica. Boletín Técnico/CATIE; no.60. p.50.

2) Tesis de maestría

Ocho tesis de maestría finalizadas y están disponibles en formato digital en la dirección electrónica de la biblioteca ORTON de CATIE (www.catie.ac.cr/biblioteca) y en la oficina técnica del CATIE en Nicaragua (OTN). Las tesis brindan información en un tema novedoso como son los rasgos funcionales para el diseño de sistemas silvopastoriles productivos, multifuncionales y resilientes al cambio y variabilidad climática-especialmente, la sequía.

Bucheli, P. 2012. Evaluación de rasgos funcionales radicales de especies arbóreas en sistemas silvopastoriles en relación con el contenido de humedad del suelo en Rivas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. p. 104.

Chávez, W. 2010. Diversidad funcional y capacidad de amortiguamiento de los bosques ribereños de la sub Cuenca Gil González, Departamento Rivas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. p. 160.

Lombo D. 2012. Evaluación de la disponibilidad de forraje y capacidad de rebrote de leñosas forrajeras en potreros del trópico seco de Nicaragua. Tesis de Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. p. 87.

Marie, C. 2010. De árboles y pastos: manejo de los recursos leñosos y dinámicas sociales en la Chocolata, Rivas, Nicaragua. Tesis de maestría. CIRAD/CATIE. p.39.

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. p. 146.

Niemeyer, R. 2011. Does vegetation matter? Measuring effects of vegetation on water movement in soils in dry tropical Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, University of Idaho. EEUU. p. 49.

Olivero, S. 2011. Functional traits approach to assess the ecological processes of drought tolerance and water use efficiency in silvopastoral systems in Rivas Department, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. p. 89.

Pérez, N. en prensa. Rasgos funcionales nutricionales de especies leñosas en sistemas silvopastoriles y su contribución a la sostenibilidad de la ganadería bovina en la época seca en el Departamento de Rivas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. p. 126.¹

¹ Tesis finalizadas y defendidas, en proceso la versión final

- Ramírez, I. 2011. Efecto de la cobertura arbórea sobre el movimiento, comportamiento y preferencia de árboles por vacas lecheras en Rivas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. p. 53.
- Remme, R. 2011. Soil organic carbon, nitrogen and soil respiration during the rainy season in the silvopastoral system of Rivas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. University of Wageningen. Holanda. p. 63.
- Sotelo, M. en prensa. Efecto de las características y rasgos funcionales de los árboles en la interceptación y distribución de la radiación solar y la temperatura ambiental durante la época lluviosa en pasturas de Rivas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. p. 74¹.

5) Síntesis para decisores

Sánchez, D; Chávez, W; Rusch, G.M; Villanueva, C; DeClerck, F. 2013. El papel de los bosques ribereños y sus servicios ecosistémicos en paisajes ganaderos: estrategia de conservación y restauración en la subcuenca Gil González, Belén, Rivas. CATIE/Síntesis para decisores. Turrialba, CR. p.4.

6) Poster y otros

500 ejemplares de 48 cm de alto X 70 cm de alto del poster "Árboles multifuncionales en potreros de Mesoamérica".

FUNCiTREE participó en 3 congresos (2 internacionales y uno Nacional), 4 ferias tecnológicas, 6 seminarios y dos conferencias internacionales. Se organizaron 6 talleres y un foro nacional en conjunto con el proyecto Innovaciones/CATIE.