



## Conocimiento local sobre la relación de rasgos funcionales y servicios de las especies arbóreas y su influencia en la preferencia de los productores en sistemas silvipastoriles de Rivas Nicaragua.

Ditter H. Mosquera-Andrade<sup>1,\*</sup>, Carlos R. Cerdán<sup>1-2</sup>, Cristóbal Villanueva<sup>1</sup>, Muhammad Ibrahim<sup>1</sup>, Isabel Gutiérrez<sup>1</sup>, Fabrice DeClerck<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CATIE, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica

<sup>2</sup> Bangor University, Bangor, Gwynedd, LL57 2UW, Wales, UK

\* MS.c Agroforestería Tropical (CATIE), Docente Investigador Universidad Tecnológica del Chocó - Colombia (e-mail: [dmosquera@catie.ac.cr](mailto:dmosquera@catie.ac.cr))

### • Resumen

Usando información de una base de conocimiento (KB) creada en AKT 4.65 y aplicando metodologías de ranqueo participativo, se analizaron rasgos funcionales, aspectos ecológicos y socioeconómicos usados por productores para priorizar especies arbóreas y arbustivas para la prestación de bienes y servicios en sistemas de producción ganadera de Rivas, Nicaragua. Se entrevistaron iterativamente 30 productores para generar la KB. El conocimiento obtenido fue validado con encuestas aplicadas a una muestra representativa de 75 productores. Posteriormente, aplicando métodos participativos con 76 productores, se realizó un ranqueo de las 8 especies arbóreas preferidas dentro de cada uno de los servicios considerados como más importantes para el productor, destacando en este caso: provisión de leña, nutrición bovina, protección de fuentes de agua, control de erosión y mejoramiento de suelos, resistencia a sequías y sombra para el ganado y pastos. El amplio conocimiento sobre los rasgos funcionales, aspectos ecológicos y socioeconómicos que permiten a diversas especies arbóreas, la generación de bienes y servicios, ofrece criterios a productores de Rivas para priorizar la importancia de estas y definir su retención y manejo al interior los sistemas de producción ganadera. El conocimiento local ligado con el científico son insumos claves para la planificación participativa de SAF modernos generadores de beneficios productivos, financieros, ecológicos, resilientes a disturbios ambientales, estos atributos podrían contribuir a una mayor adopción por parte de los productores ganaderos.

Palabras claves: conocimiento local, rasgos funcionales, servicios ecosistémicos, sistemas silvipastoriles, América Central

### • Introducción

En muchos países en desarrollo los bosques y los árboles han sido arte integral de los sistemas de agricultura de subsistencia. Estos árboles añaden biodiversidad al sistema y ayudan al sostenimiento del sistema de producción, y la economía de las familias rurales (Nair 1993; Arnold 1997; Garforth et al. 1999).

A pesar de los esfuerzos de promoción realizados para destacar el papel benéfico de los sistemas silvipastoriles, muchas iniciativas tendentes a su implementación, han recibido poca adopción, lo cual según Mercer y Snook (2004), se debe a una inadecuada valoración de los conocimientos, preferencias, prioridades y restricciones de los productores, tomados de manera previa al proceso de diseño de estos sistemas agroforestales. Teniendo en cuenta que el conocimiento local ambiental y agroproductivo es esencial para el desarrollo y conservación de los recursos naturales, se sugiere que a menudo sea recolectado y documentado (Warren and Slikkerveer 1993). Luego de obtener el conocimiento local, se debe pasar a su articulación con el conocimiento científico, a fin de diseñar modelos silvipastoriles más eficientes. En concordancia con lo anterior, O'Farrell *et al.* (2010) sostienen que la creación y diseño de paisajes multifuncionales sostenibles requiere un enfoque transdisciplinario que por definición requiere la comunicación entre diferentes disciplinas, y se insta a un compromiso real entre los científicos, los profesionales del desarrollo rural, los cuales deben

alimentar sus acciones en el conocimiento local, para crear alternativas concordantes con la realidad del medio.

#### • Materiales y métodos

La metodología seguida para la presente investigación contó con la participación activa de los productores como actores principales de la misma. Se desarrollaron en esta las siguientes etapas (figura 1):

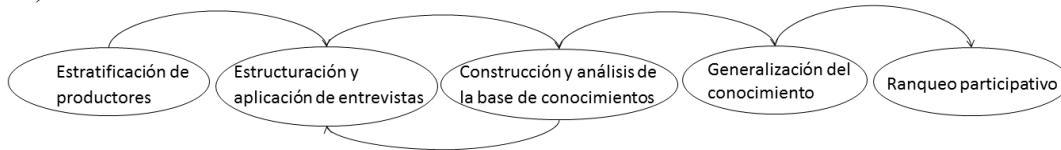


Figura 1. Pasos para el desarrollo de la metodología.

#### ***Estratificación de productores***

Esta etapa se realizó atendiendo a criterios de género, tamaño y tipo de producción.

#### ***Construcción y análisis inicial de la base de conocimiento***

Como herramienta para la construcción de la base del conocimiento, procesamiento y análisis de la información, se utilizó el Software AKT 4.65 - Agroecological Knowledge Toolkit (programa computacional para el análisis de conocimiento local de la Universidad de Gales, Bangor).

#### **Generalización de la base de conocimiento**

Con el fin de verificar la representatividad de algunos datos contradictorios, incompletos o novedosos recabados en el ciclo de entrevistas y posteriormente consignados en la base de conocimientos, fue escogida aleatoriamente una muestra representativa de 75 productores para aplicarles una encuesta constituida por preguntas relacionadas a los siguientes tópicos: 1) producción de frutos y forrajes; 2) resistencia a la sequía; 3) protección de fuentes de agua; 4) sombra para ganado y pastos; 5) erosión y mejoramiento de suelos. La información obtenida fue usada para estimar el porcentaje de productores que comparten este conocimiento.

#### **Elaboración participativa de un ranking de importancia de las especies de acuerdo a sus rasgos funcionales, y su relación con los servicios y bienes que generan.**

##### **Selección de especies**

Para la selección de 8 especies que de acuerdo al conocimiento de los productores son más importantes dentro de un servicio o bien determinado, se aplicó un Índice de Importancia de Especies (IIE), el cual relaciona la importancia de la especie dentro de un servicio a evaluar, y su capacidad para la prestación de otros servicios dentro de los sistemas de producción ganadera.

El índice está dado por la siguiente ecuación:

$$IIE_n = (P_n + DKB) + E$$

De donde:

$IIE_n$  = Índice de importancia de especie dentro del servicio n

$P_n$  = Presencia de la especie dentro del servicio n (valor 1)

DKB = Descripción de la especie dentro de la base de conocimiento en AKT

E = Valor de equidad (servicios que presta la especie/# total de servicios evaluados)

##### **Ranqueo participativo**

Se recolectó información sobre servicios y rasgos funcionales de las especies a través de una dinámica de ranqueo, el cual se aplicó a 76 productores. En este ejercicio el productor jerarquizó 8



especies dentro de cada bien o servicio, de acuerdo a sus rasgos funcionales y los beneficios socioeconómicos o ecológicos que aportan

### **Análisis de datos**

#### **Diferenciación del conocimiento y ranking de especies**

Para analizar la diferenciación en el conocimiento, se evaluó el “nivel de conocimiento” de la muestra de productores de acuerdo a las siguientes variables: 1) capacitación (productores capacitados y no capacitados); 2) edad (productores mayores de 60 años y menores de 60 años); 3) tipo de producción y área de la finca (productores Mixtos  $\leq 50$ ha; Mixtos  $\geq 50$ ha; Ganadero  $\leq 50$ ha; Ganadero  $\geq 50$ ha). Este análisis se realizó de acuerdo a la cantidad de enunciados que tenía cada grupo en el AKT. La diferenciación en el conocimiento, así como los ranking de las especie dentro de cada uno de los bienes o servicios evaluados, fueron analizados mediante análisis de varianza; se utilizó la prueba de comparación de medias LSD Fisher a una significancia de 0.05.

#### **Análisis de rasgos funcionales**

Los rasgos funcionales identificados por el productor para cada especie en cada bien o servicio fueron analizados usando tablas de contingencia. Para analizar la información cualitativa de varios rasgos de especies en un servicio o función determinado, se usaron análisis de correspondencias múltiples. El análisis estadístico de la información se realizó usando el software InfoStat versión 2010 (Di Rienzo et al. 2010).

- **Resultados y discusión**

#### **Diferenciación del conocimiento**

No se registraron diferencias significativas entre el conocimiento de los productores en cuanto a las variables, tipos de sistema de producción y área de finca, edad y capacitación, no obstante, a pesar de que no se encontró una diferencia significativa en el número de enunciados, expresados por los productores capacitados y no capacitados, existen varias diferencias en cuanto a la complejidad del conocimiento presentado en diferentes temas.

#### **Jerarquización de las especies según el bien y servicios**

##### **Nutrición bovina**

El análisis de varianza mostró diferencias significativas ( $p=0.001$ ) en el ranking de especie para el servicio nutrición bovina. Como las especie más importante dentro de este servicio encontramos al guásimo (*Guazuma ulmifolia*) con una media de 6.87, seguido de cerca por madero negro (*G. sepium*) y genízaro (*S saman*), con medias de 5.16 y 4.68 respectivamente.

##### **Sombra para ganado y pasto**

Para este servicio, la especie más importante fue el *G. ulmifolia* con una media de 6.87, seguida por Guanacaste (*E. cyclocarpum*) y Genízaro (*S. saman*) con medias de 6.03 y 6.00 respectivamente. El análisis de varianza mostró diferencias significativas ( $p=0.001$ ) en el ranking de especie para el servicio sombra para el ganado y pasto

##### **Provisión de Leña**

En el servicio leña, las especies más importantes, son el madroño (*Calycophyllum candidissimum*) con una media de 6.45. En posición similar podemos encontrar al madero negro (*Gliricidia sepium*) con una media de 6.29. Se encontró diferencia significativa dentro del ranking de las especies  $p=0.001$ .



### **Protección de fuentes de agua**

Para el servicio protección de fuentes de agua, podemos encontrar a *A. excelsum* como la especie más importante con una media de 7.32. El análisis de varianza indica que se registran diferencias significativas para este ranking ( $p=0.001$ ).

### **Resistencia a la sequía**

Según los productores de Rivas, las especies más resistentes a la sequía son en su orden: *S. saman* con media 5.11, *E. cyclocarpum* media 4.97, jocote (*Spondias. purpurea*) con media 5.05, y jobo (*Spondias. mombin*) con media 4.84. El análisis de varianza mostró diferencias significativas ( $p=0.001$ ) en el ranking de especie para el servicio resistencia a la sequía.

### **Control de erosión y mejoramiento de suelos**

En este servicio las especie más importante para los productores fueron: espavel (*Anacardium. excelsum*) con una media de 6.29; guanacaste (*Enterolobium. cyclocarpum*) con una media de 6.11, Genízaro (*Samanea saman*) con una media de 5.92 y Chilamate (*Ficus sp.*) con media 5.13. El análisis de varianza indica que se encontraron diferencias significativas ( $p=0.001$ ) en el ranking de especie para el servicio control de erosión y mejoramiento de suelos.

### **Relación entre la multifuncionalidad de las especies, y los criterios del productor para el establecimiento del ranking**

Se encontró que los rasgos que positivamente influyen en la clasificación de las especies como mejor prestadoras de bienes y servicios, son con frecuencia útiles de manera paralela, para varios servicios. De igual forma se puede observar la representatividad que rasgos como las raíces profundas, frondosidad y raíces abundantes tienen en servicios como control de erosión y mejoramiento de suelos, protección de fuentes de agua y resistencia a la sequía. El rasgo contenido de proteínas es común a servicios de nutrición y control de erosión y mejoramiento de suelos, ya que en ambos casos la planta proporciona un buen contenido de nutrientes tanto a los animales como al suelo. Para citar otro ejemplo podemos observar como una copa amplia es un rasgo funcional común a los servicios: protección de fuentes de agua, resistencia a sequía y sombra para el pasto y ganado, (cuadro 1).

Cuadro 1. Matriz de relación servicio-especie-rasgos funcionales

Criterios	Control de erosión y mejoramiento de suelos	Nutrición	Protección fuentes de agua	Resistencia a la sequía	Sombra para pasto y ganado
Abundante hojarasca	<i>A. excelsum</i>		<i>A. excelsum, E. cyclocarpum, S. saman,</i>		
Árbol frondoso	<i>A. excelsum,, E. cyclocarpum, A. saman, Ficus sp.</i>		<i>A. excelsum,, S. saman</i>	<i>A. excelsum, E. cyclocarpum, S. saman</i>	
Contenido de proteína	<i>A. excelsum, E. cyclocarpum, S. saman</i>	<i>G. ulmifolia, G. sepium, S. saman</i>			
Raíz profunda	<i>A. excelsum, E. cyclocarpum, S. saman</i>		<i>A. excelsum, E. cyclocarpum, S. saman,</i>	<i>A. excelsum, E. cyclocarpum, S. saman, A: farnesiana</i>	
Raíz amplia	<i>A. excelsum,, E. cyclocarpum, S. saman</i>		<i>A. excelsum, E. cyclocarpum, S. saman</i>		
Abundantes raíces	<i>A. excelsum, E. cyclocarpum, S. saman, Ficus sp.</i>		<i>E. cyclocarpum, S. saman</i>	<i>E. cyclocarpum, S. saman, S. purpurea, aromo</i>	



Copa amplia			<i>A. excelsum, E. cyclocarpum, S. saman</i>	<i>A. excelsum, E. cyclocarpum, A. saman</i>	<i>G. ulmifolia, E. cyclocarpum, A. saman</i>
Tallo almacena agua				<i>E. cyclocarpum, S. mombin, S. purpurea</i>	
Sombra fresca			<i>A. excelsum, E. cyclocarpum, S. saman</i>		<i>G. ulmifolia, E. cyclocarpum, S. saman</i>

- **Discusión**

El desarrollo de metodologías tendientes a analizar el conocimiento de los factores que determinan la priorización de especies desarrollada en la presente investigación, destaca las preferencias o aversiones de los productores hacia el componente arbóreo presente en sus fincas, este factor constituyen una de las piedras angulares en el entendimiento de los criterios que influyen en adopción de las especies dentro de las fincas ganaderas (Regmi and Garforth 2010). Este tipo de metodología podría ser desarrollada por técnicos y científicos de manera preliminar a los procesos diseños e implementación participativa de sistemas productivos, lo que podría incidir positivamente en las probabilidades de adopción de los mismos.

El carácter generador de múltiples servicios y bienes de mercado que generen ingresos adicionales a las actividades productivas de la zona, o que reducen los costos de producción agrícola, aporta directamente al desarrollo de los medios de vida de los productores. Estos factores podrían también estar relacionados con la priorización y criterios de adopción de estas especies. Esta afirmación coincide con los resultados obtenidos por Serrine et al. (2010) y Bellow et al. (2008), quienes en el sur de Malawi y Guatemala respectivamente, encontraron que la mayor parte de los productores, prefirieron y dieron más potencial de adopción a especies que además de beneficios ecológicos y productivos (mejoramiento de suelos, aumento del comportamiento productivo de cultivos), aporten bienes económicos como la leña, y no tengan altos costos de establecimiento y mantenimiento.

El conocimiento del valor nutricional y de la fenología foliar de los diferentes árboles, les permite a los productores el manejo de la cobertura arbórea con el fin de obtener forraje variado que sirva para complementar la dieta del ganado en términos de proteínas, minerales y vitaminas. Estos conocimientos a la vez se convierten en una alternativa para la gestión del medio ambiente y para hacer más rentable la producción animal principalmente en ecosistemas frágiles como el de Rivas. Las anteriores conclusiones coinciden con lo reportado por Le Houerou 1980; Fadel Elseed et al. 2002; Sanon et al. 2005, quienes en sistemas ganaderos de Sudan y El Sahel, África encontraron que los ganaderos utilizan sus conocimientos sobre la dinámica nutricional de los diferentes forrajes, para tomar medidas con el objetivo de asegurar y proveer fuentes alternativas de alimento al ganado, bajo las condiciones imperantes de ausencia de pastos durante la época de sequía.

- **Conclusiones y recomendaciones**

Los productores de Rivas Nicaragua, poseen amplio conocimiento sobre los rasgos funcionales de las especies arbóreas, y su relación con los servicios que estas prestan en los sistemas de producción ganadera. Los productores que han tenido contacto directo con extensionistas o han asistido algún curso, reportaron más conocimientos en cuanto a temas relacionados con bancos forrajeros, nutrición animal a base de forraje de árboles, factores negativos y positivos asociados a la producción de leche y uso medicinal de los árboles.

La evaluación del ranking de las especies dentro de los diferentes bienes y servicios demuestra que la posición privilegiada de los mejores árboles, está fundamentada por la presencia de múltiples rasgos funcionales positivos, los cuales están directa o indirectamente relacionados con la





generación de bienes económicos (leña, madera, frutos), los que aportan al productor ingresos adicionales a las actividades productivas cotidianas de la zona. Este factor podría ser determinante en la priorización de la permanencia de algunas especies arbóreas al interior de los sistemas de producción ganadera de Rivas.

#### • Bibliografía citada

- Arnold JEM (1997) Framing the issues. In: Arnold JEM, Dewees PA (eds) Farms, trees and farmers: responses to agricultural intensification. Earthscan, London, pp 1–17
- Bellow J, Hudson RF, Nair PKR (2008) Adoption potential of fruit-tree-based agroforestry on small farms in the subtropical highlands. *Agroforestry systems* 73:23-36
- Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, González L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat versión 2009. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Dixon HJ, Dolores JW, Joshi L, Sinclair FL (2001) Agroecological knowledge toolkit for windows: Methodological guidelines, computer software and manual for AKT 4.65. School of Agriculture and forest sciences, University of Wales, Bangor, UK, 171 p.
- Fadel Elseed AMA, Amin AE, Khadiga A, Abel Ati J, Sekine M, Hishinuma M, Hamana K (2002) Nutritive evaluation of some fodder tree species during the dry season in Central Sudan. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 15:844–950.
- Garforth CJ, Malla YB, Neopane RP, Pandit BH (1999) Socioeconomic factors and agroforestry improvements in the hills of Nepal. *Mountain Research and Development* 19(3):273–278
- Le Houerou HN (1980) The role of shrubs and trees in the sahelian and sudanian zone. In: le Houerou, H.N. (Ed.), *Browse in Africa: The Current State of Knowledge*. Papers presented at the International Symposium on Browse in Africa. Addis Ababa, April 8–12. ILCA, Addis Ababa, Ethiopia, pp 85–101.
- Mercer DE, Snook A (2004) Analyzing ex-ante agroforestry adoption decisions with attribute-based choice experiments in Alvalapati; Mercer, Valuing agroforestry Systems, pp 237-256
- Nair PKR (1993) *An introduction to agroforestry*. Kluwer, Dordrecht
- O'Farrell P J, Pippin M L A (2010) Sustainable multifunctional landscapes: a review to Implementation. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, (2) 59–65 p.
- Regmi B, Garforth C (2010) Trees outside forests and rural livelihoods: a study of Chitwan District, Nepal. *Agroforestry systems* 79:393-407
- Sanon HO, Kabor'e- Zoungrana C, Ledin I (2005) Behaviour of goats, sheep and cattle and their selection of browse species on natural pasture in a Sahelian area *Small Ruminant Research* 67:64–74
- Sirrine D, Shennan C, Sirrine JR (2010) Comparing agroforestry systems' ex ante adoption potential and ex post adoption: on-farmer participatory research from southern Malawi. *Agroforestry systems* 79:253-266
- Warren DM, Slikkerveer L (1993) Networking for indigenous knowledge, indigenous knowledge and development and monitor. 1: 2-4