

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

ESCUELA DE POSGRADO

**CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE BIENES Y SERVICIOS DE ESPECIES
ARBOREAS Y ARBUSTIVAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA DE
RIVAS, NICARAGUA**

Por

DITTER HORACIO MOSQUERA ANDRADE

Proyecto de investigación a consideración de la Escuela de Posgrado
como requisito para optar por el grado de

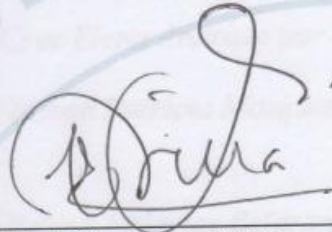
Magister Scientiae en Agroforestería Tropical

Turrialba, Costa Rica, 2010

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE EN AGROFORESTERÍA TROPICAL

FIRMANTES:



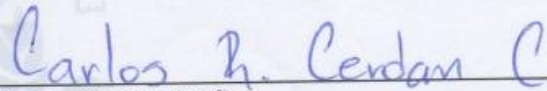
Cristóbal Villanueva, M.Sc.
Co-Director de tesis



Isabel Gutiérrez, Ph.D.
Co-Directora de tesis



Muhammad Ibrahim, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Carlos Cerdán, M.Sc.
Miembro Comité Consejero

Glenn Galloway, Ph.D.
Decano de la Escuela de Posgrado

Ditter Horacio Mosquera Andrade
Candidato

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso sin cuya intervención nada es posible

A mi madre Cruz Elena Andrade por toda una vida de sacrificio, dedicación y apoyo

*A mis hermanos: Carmen Patricia Mosquera Andrade, Wiston Antonio Mosquera Andrade
y José Llanio Mosquera Andrade*

*A mi novia Leidy Yaneth Palacios Bejarano por su confianza, fe apoyo espiritual, durante
estos 5 años*

A mis sobrinos: Norelis, Anthony, Yeimer y Yusaudy

*Y a todas las personas que tuvieron fe en mí, me brindaron su apoyo y comprensión en las
etapas difíciles durante la realización de esta maestría*

AGRADECIMIENTOS

A la Organización Internacional de Maderas Tropicales ITTO por creer en mí, y por el apoyo brindado a través de la beca parcial que fue trascendental para la realización de mis estudios de maestría

A Fabrice Declerck y al proyecto FunciTree por brindarme la oportunidad de trabajar junto a ustedes y por el apoyo brindado para la realización de esta tesis.

A Muhammad Ibrahim por su amistad, orientación en la realización de la tesis, y su ayuda durante las etapas críticas de la realización de la maestría.

A Carlos Cerdán y Cristóbal Villanueva por su paciencia, entrega incondicional y desinteresada durante la realización del presente trabajo y por ser un oído atento a escuchar los problemas personales ya académicos que se fueron presentando.

A Isabel Gutiérrez por su valiosa orientación y grandes aportes para el desarrollo de la presente investigación.

A Diana Carolina Valoyes Milán por su apoyo, comprensión, motivación y amistad durante estos dos años

A mi amiga incondicional Flor Rodríguez por su acompañamiento, fe, apoyo y motivación invaluable durante toda la realización de la maestría

A mis amigos Nelson Pérez y Francisco García por su apoyo y colaboración durante estos dos años de estadía en CATIE

A mis amigos, José Andrés Altamirano, Erik Leiva, Wilfredo Chávez, Carolina Polanía y Marjorie Cristina por su apoyo, oído y amistad durante la realización de esta maestría

A Fernando Casanoves, Sergio Vilchez, por su apoyo en metodologías y análisis estadísticos.

A Bryan Finegan por su valioso apoyo en la realización e interpretación de análisis ecológicos del componente arbóreo.

A los productores ganaderos de las comunidades de Mata de Caña, La Chocolate y Cantimplora, Rivas, Nicaragua, por su apoyo desinteresado y paciencia durante la realización del trabajo de campo.

Y a todas aquellas personas de CATIE, de la UTCH y otras que de una u otra forma contribuyeron con la realización de este trabajo

BIOGRAFÍA

El autor nació en Quibdó-Chocó-Colombia el 2 de marzo de 1982. En el año 2002 Se graduó como Topógrafo en el servicio Nacional de aprendizaje SENA, desde ese año ha trabajado de forma independiente en diferentes actividades relacionadas con la topografía y cartografía. En el año 2005 se graduó como ingeniero Agroforestal en la Universidad Tecnológica del Chocó-UTCH. Desde el 2006 al 2008 trabajó como docente en la facultad de ingenierías y como joven Investigador (modalidad Colciencias) en el área de investigación de la UTCH y como consultor independiente en diferentes proyectos productivos y de desarrollo rural. Durante los años 2009 – 2010, realizó su maestría en Agroforestería Tropical en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE, Costa Rica

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	IV
BIOGRAFÍA	V
RESUMEN	IX
SUMMARY	XI
ÍNDICE DE CUADROS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
Lista de unidades, abreviaturas y siglas	XVIII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo general	4
2.2 Objetivo específicos	4
3. Preguntas de investigación	4
4. MARCO TEÓRICO	5
4.1 Cambio climático y adaptación de especies	5
4.2 Papel de los árboles en sistemas silvopastoriles: Adaptación al cambio climático.....	7
4.3 Rasgos funcionales	8
4.4 Conocimiento local.....	9
5. <i>METODOLOGÍA</i>	14
5.1 Generalidades del área de estudio	14
5.2 Colecta y análisis de los datos	15
5.2.1 Reconocimiento de campo	15
5.2.2 Estratificación de productores	16
5.2.3 Selección de productores	17
5.2.4 Prueba del protocolo de entrevista.....	17
5.2.5 Estructuración y aplicación de entrevistas	18
5.2.6 Transcripción de las entrevistas.....	18
5.2.7 Construcción y análisis inicial de la base de conocimiento.....	19
5.3 Generalización de la base de conocimiento.....	19
5.4 Elaboración participativa de un ranqueo de importancia de las especies de acuerdo a los servicios y bienes que generan.	20
5.4.1 Selección de especies	20
5.4.2 Ranqueo participativo	21

5.5	Construcción preliminar de una base de datos de especies, servicios y rasgos funcionales asociados	22
5.6	Análisis de datos	22
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
6.1	Características de productores entrevistados	23
6.2	Características de la base de conocimientos	23
6.3	Análisis de la base de conocimientos	24
6.3.1	Diferenciación del conocimiento	24
6.3.1.1	Diferenciación del conocimiento: variable capacitación	25
6.3.2	Lista de rasgos encontrados comunes al protocolo de rasgos de Cornelissen 2003 ...	27
6.3.3	Conocimiento local sobre bienes y servicios de las especies arbóreas	28
6.3.3.1	Conocimiento local sobre bienes	29
6.3.3.1.1	Frutos para la alimentación humana	29
6.3.3.1.2	Leña	30
6.3.3.1.3	Madera	36
6.3.3.2	Conocimiento local sobre servicios	44
6.3.3.2.1	Nutrición bovina	45
6.3.3.2.2	Sombra para ganado y pasto	53
6.3.3.2.3	Árboles rompevientos	57
6.3.3.2.4	Control de erosión y mejoramiento de suelos	58
6.3.3.2.5	Protección de fuentes de agua	61
6.3.3.2.6	Resistencia a la sequía	62
6.3.3.2.7	Biodiversidad	65
6.3.3.2.8	Árboles medicinales	67
6.3.3.3	Manejo de árboles en los potreros	68
6.3.3.4	Conservación de recurso natural y producción pecuaria	69
6.3.3.5	Percepción de los productores sobre la relación entre deforestación, políticas y variabilidad climática	70
6.3.3.6	Servicios, especies y rasgos funcionales	71
6.3.4	Ranqueo de especies	73
6.3.4.1	Selección de servicios y especies a someter a ranqueo	73
6.3.4.2	Índice de importancia de especies/servicios seleccionados	75
6.3.4.3	Resultados aplicación ranqueo en campo	77
6.3.4.3.1	Ranqueo de especies/servicio control de erosión y mejoramiento de suelos	77
6.3.4.3.2	Ranqueo de especies/servicio Leña	79
6.3.4.3.3	Ranqueo de especies/servicio nutrición bovina	82
6.3.4.3.4	Ranqueo de especies/servicio protección de fuentes de agua	85
6.3.4.3.5	Ranqueo de especies/Resistencia a la sequía	88
6.3.4.3.6	Ranqueo de especies/Servicio sombra para ganado y pasto	91
6.3.4.1	Criterios del productor para el establecimiento del ranqueo	94
6.3.4.2	Bienes económicos que aportan las especies sometidas a ranqueo	97
6.3.4.3	Relación entre bienes y servicios a partir de rasgos funcionales	98
7.	CONCLUSIONES	101
8.	RECOMENDACIONES	103

9. REFERENCIAS CITADAS.....	104
10. ANEXOS.....	116

RESUMEN

Los árboles en sistemas silvopastoriles, generan múltiples bienes y servicios que aportan a los medios de vida de medianos y pequeños productores de zonas secas del mundo. Usando información de una base de conocimiento (KB) creada en AKT5 y aplicando una metodología de ranqueo participativo se analizaron rasgos funcionales y otros criterios usados por productores para priorizar la importancia de árboles en la prestación de bienes y servicios en Rivas, Nicaragua. Se entrevistaron iterativamente a 30 productores ganaderos para generar la KB en AKT5, el conocimiento obtenido fue generalizado aplicando 75 encuestas a productores. Utilizando técnicas de análisis participativo con 76 productores, se realizó ranqueo de ocho especies arbóreas para el bien leña, y servicios como nutrición bovina, protección de fuentes de agua, control de erosión y mejoramiento de suelos, resistencia a sequías y sombra para ganado y pastos. No hubo diferenciación en el conocimiento de acuerdo a los parámetros de actividad productiva y área, no obstante 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 bovina a base de forraje de árboles, factores negativos y positivos asociados a la producción de leche y uso medicinal de los árboles. Por su parte las mujeres amas de casa reportan más conocimientos que los hombres en temas relacionados con el servicio leña, y en el uso medicinal de los árboles. Especies como *Enterolobium cyclocarpum* y *Samanea saman* ocupan un lugar importante dentro de los sistemas ganaderos de la zona, ya que son transversales a varios bienes como leña y madera, y servicios como nutrición bovina, sombra, protección de fuentes de agua, entre otros. Los productores conocen y valoran rasgos funcionales que son transversales a varios servicios, como ejemplo las raíces abundantes, profundas y amplias son necesarias para la prestación de servicios como control de erosión y mejoramiento de suelos, protección de fuentes de agua y resistencia a la sequía. El amplio conocimiento sobre los rasgos funcionales y otros aspectos ecológicos y socioeconómicos que capacitan a diversas especies arbóreas para la generación de bienes y servicios, permite a los productores de Rivas priorizar la importancia de las especies componentes de sus sistemas silvopastoriles, lo que en forma ideal podría ayudar a su

sostenibilidad y contribuir al mejoramiento de los medios de vida de pequeños productores. Los resultados obtenidos podrían servir de base para estimar la potencial adopción de tecnologías agroforestales que involucren la introducción o modificación de arreglos de la cobertura arbórea en fincas ganaderas de zonas secas.

Palabras claves: rasgos funcionales, sistemas silvopastoriles, Rivas Nicaragua

SUMMARY

Trees in silvopastoral systems generate multiple goods and services that contribute to the livelihoods of the small and medium producers of the dry lands around the world. Using information from a knowledge base (KB) created in AKT5 and applying a methodology based on a participative rankin, there was analyzed some functional features and other criteria used by the producers to prioritize the importance of trees in the provision of goods and services in Rivas, Nicaragua. 30 livestock producers were interviewed iteratively to generate the KB in AKT5, the knowledge obtained was generalized applying 75 questionnaires to producers. Utilizing the participative analysis techniques with 76 producers was made the rankin of eight arboreal species for the wood good, and services as bovine nutrition, water font protection, erosion control and soil improvement, resistance to droughts and shade for the livestock and pastures. There were no differences in the knowledge according to the parameters of productive activity and area, however the producers that have had direct contact with extensionists or that have participated in some courses, reported more knowledge in terms of subjects related with feed banks, cattle nutrition based trees feed, negative and positive factors associated to milk production and medicinal use of the trees. Meanwhile the housewives reported more knowledge than men in subjects related with the wood service, and in the medicinal use of the trees. Species like *Enterolobium cyclocarpum* y *Samanea saman* occupies a very important place within the livestock systems of the zone, since they are transversal to some goods such as firewood and wood, and services like nutrition, shade, water font protection, among other. The producers know and value functional features that are transversal to some services, for example abundant, deep and wide roots that are necessary to the provision of services like erosion control and soil improvement, protection of water font and drought resistance. The wide knowledge about the functional features and other socioeconomic and ecological aspects that trains diverse arboreal species for the generation of goods and services, allows the producers of Rivas to prioritize the importance of the species that are part of their silvopastoral systems, what if an ideal form could help to their sustainability and contributed to the improvement of the livelihoods of the small producers. The results

obtained are important inputs to design modern silvopastoral systems that improve the generation of goods and ecosystem services strengthen rural livelihoods and provide with the climate change adaptation; to could be usable to promote the potential adoption in livestock farms of drylands.

Keywords: functional traits, silvopastoral systems, Rivas Nicaragua.

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1.	Características de la base de conocimientos.	23
Cuadro 2.	Estado del conocimiento en productores ganaderos según la capacitación, edad, área de finca y género. Rivas, Nicaragua.	35
Cuadro 3.	Equivalencias rasgos funcionales en lenguaje coloquial y científico.	28
Cuadro 4.	Algunas especies de leña y sus características reportadas en la comunidad de Rivas, Nicaragua.	31
Cuadro 5.	Algunas especies arbóreas utilizadas como madera en Rivas Nicaragua.	36
Cuadro 6.	Especies reportadas dentro del servicio nutrición bovina en Rivas, Nicaragua.	45
Cuadro 7.	Características de la sombra proporcionada por árboles en Rivas Nicaragua.	55
Cuadro 8.	Especies consideradas como resistentes a sequía en Rivas Nicaragua.	64
Cuadro 9.	Conocimiento local sobre el uso medicinal de algunas especies arbóreas y arbustivas en Rivas, Nicaragua.	67
Cuadro 10.	Resumen del conocimiento local sobre rasgos funcionales de especies prestadoras de bienes y servicios en sistemas de producción agropecuaria de Rivas, Nicaragua.	72
Cuadro 11.	Especies con mayor índice de importancia (IIE) /servicio.	76
Cuadro 12.	Ranqueo de especies dentro del servicio control de erosión y mejoramiento de suelos.	77
Cuadro 13.	Ranqueo de especies dentro del servicio leña.	80
Cuadro 14.	Ranqueo de especies dentro del servicio nutrición bovina.	83
Cuadro 15.	Ranqueo de especies dentro del servicio protección de fuentes de agua.	86
Cuadro 16.	Ranqueo de especies dentro de resistencia a la sequía.	89
Cuadro 17.	Ranqueo de especies dentro del servicio sombra para el ganado y pasto	92

Cuadro 18.	Matriz de relación bienes/servicios ofrecidos por las especies en el ranqueo.	95
Cuadro 19.	Bienes económicos que aportan algunas especies sometidas a ranqueo.	97
Cuadro 20.	Relación entre bienes y servicios a partir de rasgos funcionales.	99

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema general de AKT: Proceso interpretación y análisis del conocimiento local.	12
Figura 2. Mapa de Nicaragua y ubicación de la zona de estudio	14
Figura 3. Diferenciación en el conocimiento en el tema.: forrajes, frutos y nutrición bovina.	26
Figura 4. Figura 4. Diferenciación en el conocimiento en el tema.: viento, sombra y comportamiento animal.	27
Figura 5. Árboles que producen frutos para la alimentación humana en sistemas de producción ganadera de Rivas, Nicaragua.	29
Figura 6. Diagrama de representación del conocimiento local sobre rasgos funcionales de la leña compacta.	33
Figura 7. Diagrama de representación del conocimiento local sobre rasgos funcionales de la leña porosa.	34
Figura 8. Factores que influyen en la población de árboles de leña en Rivas, Nicaragua.	35
Figura 9. Utilidades y características de árboles de madera dura en Rivas, Nicaragua.	37
Figura 10. Factores que influyen en la población de árboles de madera dura en Rivas, Nicaragua.	38
Figura 11. Utilidades y características de árboles de madera blanda en Rivas, Nicaragua.	40
Figura 12. Técnicas de manejo de madera blanda en Rivas, Nicaragua.	41
Figura 13. Tipos de fibra y su relación con los usos de la madera blanda en Rivas, Nicaragua.	42
Figura 14. Conocimiento local sobre el aprovechamiento de la madera y sus implicaciones asociadas a las fases lunares.	43
Figura 15. Algunas especies leñosas cuyo sabor dulce de los frutos mejora el consumo por el ganado	47

Figura 16.	Conocimiento local sobre factores que convierten a frutos en perjudiciales para el ganado.	50
Figura 17.	Árboles que producen flores comestibles para el ganado en Rivas, Nicaragua.	52
Figura 18.	Conocimiento local sobre rasgos funcionales de árboles usados como sombra para ganado y pasto en sistemas de producción ganadera de Rivas, Nicaragua.	53
Figura 19.	Árboles usados como rompevientos en sistemas agropecuarios de Rivas, Nicaragua.	57
Figura 20.	Árboles que contribuyen el control de la erosión en Rivas, Nicaragua.	58
Figura 21.	Árboles considerados como mejoradores de suelo en sistemas de producción agropecuaria de Rivas, Nicaragua.	60
Figura 22.	Árboles considerados como protectores de fuentes de agua en Rivas, Nicaragua.	62
Figura 23.	Árboles considerados como protectores de biodiversidad en Rivas, Nicaragua.	65
Figura 24.	Árboles y especies considerados como proveedores de frutos a la fauna silvestre en Rivas, Nicaragua.	66
Figura 25.	Conocimiento local sobre rasgos y utilidades de las cercas vivas en sistemas de producción agropecuaria de Rivas, Nicaragua.	69
Figura 26.	Conocimiento local sobre consecuencias positivas de la conservación de las especies arbóreas en potreros de Rivas, Nicaragua.	70
Figura 27.	Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y rasgos funcionales para el servicio control de erosión y mejoramiento de suelos	78
Figura 28.	Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y antiservicios para el servicio control de erosión y mejoramiento de suelos	79
Figura 29.	Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y rasgos funcionales para el servicio leña	81
Figura 30.	Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y antiservicios para el servicio leña	82
Figura 31.	Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y rasgos funcionales para el servicio nutrición bovina	84
Figura 32.	Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y	85

antiservicios para el servicio nutrición bovina

Figura 33.	Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y rasgos funcionales para el servicio protección de fuentes de agua	87
Figura 34.	Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y antiservicios para el servicio protección de fuentes de agua	88
Figura 35.	Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y rasgos funcionales para el servicio resistencia a la sequía	90
Figura 36.	Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y antiservicios para el servicio resistencia a la sequía	91
Figura 37.	Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y rasgos funcionales para el servicio sombra para el ganado y pasto.	93
Figura 38.	Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y antiservicios para el servicio sombra para el ganado y pasto.	94

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

AKT: *Agroecological Knowledge Toolkit* (programa computacional para el análisis de conocimiento local)

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

KB: *Knowledge base* – Base de conocimientos

IIE: Índice de importancia de especies

Has.: hectáreas

INETER: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales

IPCC: Intergubernamental del Cambio

FAO: Organización para la agricultura y la alimentación

FUNCITREE: *“Functional Diversity: An ecological framework for sustainable and adaptable agro-forestry systems in landscapes of semi-arid and arid ecoregions”*

Kg. Kilogramos

m: metros

m³: metros cúbicos

m.s.n.m.: metros sobre el nivel del mar

N: Nitrógeno

P: Fósforo

K: Potasio

1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastoriles integran el manejo de árboles con la producción de ganado, para contribuir con el mejoramiento y bienestar de los productores y sus familias (producción de madera, leña, forraje, frutos y proveen sombra al ganado), además, son una alternativa para la generación de servicios ambientales tales como el secuestro de carbono, la conservación de la biodiversidad, belleza escénica, entre otros (Pezo e Ibrahim 1998, Harvey y Haber 1999, Harvey *et al.* 2006b; Harvey *et al.* 2008; Pezo 2009).

En muchos países en desarrollo los bosques y los árboles han sido una parte 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 (Garforth *et al.* 1999). La integración de árboles en las tierras agrícolas contribuye de manera significativa a la subsistencia y al mercado basado en la diversificación los medios de vida del productor rural (Regmi and Garforth 2010).

La capacidad de un árbol para la prestación de un servicio o bien determinado, está supeditado por la presencia de ciertas características específicas (rasgos funcionales) que junto con factores biofísicos y agroecológicos, lo capacitan para tal fin. En este sentido, rasgo funcional se define como aquel rasgo morfológico, fisiológico o fenológico que puede ser medido en un organismo y el cual se encuentra relacionado con un efecto sobre uno o más procesos ecológicos o con una respuesta a uno o más factores ambientales (Martin-López *et al.* 2007). Los rasgos funcionales son cualquier rasgo o carácter que tiene una influencia potencialmente importante en el establecimiento, supervivencia y capacidad de las plantas de adquirir, usar y conservar los recursos (Reich *et al.* 2003).

El reconocimiento de las estrategias de respuesta de los diferentes organismos productores de un ecosistema permite predecir efectos sobre las propiedades del mismo (Reich *et al.* 2003). De esta manera las revisiones conceptuales sobre grupos de rasgos funcionales se conectaron con las teorías ecológicas de cambio global y los modelos de predicción de las

funciones de los ecosistemas (Ackerly 2003). Los rasgos funcionales permiten encontrar diferencias en la función de las plantas y predecir sus respuestas a diferentes disturbios y gradientes ambientales, según Cornelissen *et al.* (2003), son útiles en la planificación y el manejo de ecosistemas a escala regional porque permiten predecir las respuestas de las plantas al impacto de diferentes disturbios. El énfasis de las investigaciones actuales con los rasgos funcionales, es su análisis detallado y su relación con la respuesta a factores ambientales como agua, nutrientes, sombra, entre otros.

Walker *et al.* (1999), demostraron que la identificación que pueden hacer los productores de algunos rasgos funcionales en algunas especies de árboles, les permite conocer la calidad nutricional del forraje de estas a través de las diferentes épocas del año, esto les permite realizar balanceos nutricionales de las dietas que ofrecen al ganado, este es un claro ejemplo de como este conocimiento puede influir en las decisiones de manejo del componente arbóreo para brindarle al sistema mayores elementos de sostenibilidad y productividad.

Puesto que el conocimiento local ambiental es esencial para el desarrollo y conservación de los recursos naturales, se sugiere que a menudo sea recolectado y documentado (Warren and Slikkerveer 1993) para que esté disponible y sea tomado en cuenta por entidades e instituciones de desarrollo rural. De igual modo es de anotar que el conocimiento de las preferencias de los hogares y el conocimientos de los sistemas indígenas son fundamentales en la promoción de los árboles en sistemas de producción agropecuaria (Regmi and Garforth 2010). El principal criterio usado por productores agroforestales, para adoptar árboles en sus fincas, es la capacidad que tienen estas especies para representar beneficios inmediatos a los medios de vida, en lugar de beneficios a largo plazo como mejoramiento del suelo (Sirrinc *et al.* 2010).

Para la etapa de diseño de cualquier otra alternativa de producción agropecuaria, debería tenerse en cuenta este conocimiento, las percepciones que poseen los productores y otros factores asociados a la toma de decisión para su manejo, uso y conservación, pues ellos

poseen las habilidades y las prácticas del manejo aprendido por procesos de observación, experimentación y cercanías con el del ambiente (León 2006), por lo que conocen de forma empírica las características agroecológicas de las especies, así como el papel que desempeñan al interior de los sistemas de producción ganadera.

Luego de obtener el conocimiento local, se debe pasar a su articulación con el conocimiento científico, a fin de diseñar modelos silvopastoriles más eficientes, concordando con lo anterior, O'Farrell *et al.* (2010) sostiene 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.

Con la realización del presente trabajo, se plantea la evaluación del conocimiento local de ganaderos sobre la relación de rasgos funcionales de especies arbóreas y arbustivas con la prestación de bienes y servicios en sistemas de producción ganadera de Rivas, Nicaragua como insumo básico para el diseño participativo de alternativas productivas capaces de encarar los efectos negativos del cambio climático.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Analizar, sistematizar y rescatar el conocimiento local de ganaderos, sobre funciones de las especies arbóreas y arbustivas en sistemas silvopastoriles de Rivas, Nicaragua.

2.2 Objetivo específicos

- Analizar y rescatar el conocimiento local de los ganaderos sobre las funciones de los árboles presentes en sistemas de producción ganadera.
- Identificar por medio del conocimiento local de los productores los rasgos funcionales de los árboles en sistemas silvopastoriles y su relación con funciones productivas y ecológicas.

Elaborar una lista de especies leñosas y su ranqueo en la prestación de bienes y servicios según su relación con rasgos funcionales, como insumo básico para el diseño de alternativas de producción agropecuaria sostenibles.

3. Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son las funciones de la cobertura arbórea en sistemas ganaderos que son conocidas por los productores de Rivas, Nicaragua ganadera?
- ¿Cuál es el conocimiento local que manejan los productores ganaderos sobre los rasgos funcionales de las plantas y su relación con diferentes bienes y servicios?
- ¿Cómo los ganaderos de Rivas, Nicaragua priorizan las especies arbóreas a través de sus rasgos funcionales, en relación a la provisión de bienes y servicios dentro de los sistemas de producción ganadera?

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Cambio climático y adaptación de especies

Los impactos del cambio climático, dependen de la exposición del sistema al clima y de su sensibilidad, mientras que la adaptación depende de la capacidad del sistema para reducir su vulnerabilidad, aunque la mera existencia de la capacidad no garantiza que será usada. Por ello, para poder iniciar el proceso de adaptación es necesario generar capacidad adaptativa, es decir, habilidad para ajustar un sistema al cambio climático, su variabilidad y sus extremos, con el fin de aminorar sus potenciales impactos negativos o para sacar ventaja de los aspectos positivos (Pérez *et al.* 2009)

Según FAO (2007), la adaptación al cambio climático es el ajuste en sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos o a sus efectos que moderan el daño causado. Existen dos formas de adaptación: 1) la adaptación autónoma, por ejemplo un productor que responde a los cambios en los patrones de precipitación por medio de cambios en las especies de producción, fecha de siembra y cosecha; 2) la adaptación planificada que consiste en decisiones tomadas para aumentar la adaptabilidad del sistema agrícola, por ejemplo la selección de especies tolerantes a sequías, heladas, enfermedades o plagas generando una ventaja en caso de la aparición de alguno de estos cambios.

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático-IPCC (2008), define a la capacidad adaptativa de los ecosistemas como función de la riqueza, las características de la población, incluyendo su estructura demográfica, educación, salud, arreglos institucionales, acceso a tecnologías y la equidad. Ejemplos de adaptaciones incluyen cambios en el manejo de cultivos, sistemas de captura de agua de lluvia, racionamiento y reciclaje de agua, mejoras de la red de distribución y drenaje, uso de la información climática en la planificación general, educación y difusión de la cultura del agua, o reforestación con especies resistentes a sequía. Evaluar una medida de adaptación generalmente requiere de criterios que con frecuencia se basan en costo económico presente

y futuro, equidad social, beneficios inmediatos y futuros, aceptación pública, eficiencia y factibilidad. Una forma útil y simplificada de abordar la vulnerabilidad es considerarla como una función de los impactos y la adaptación. La vulnerabilidad es vista como el grado al que un sistema es susceptible de soportar efectos adversos al cambio climático.

La forma más compleja de adaptación ecosistémica es la selección de un conjunto de especies capaces de enfrentar las consecuencias del cambio climático y que además mantienen la capacidad de proveer servicios ecosistémicos. Por lo cual, se debe involucrar un alto nivel de conocimiento sobre el rol de las especies en los agroecosistemas y sobre la forma como éstas comunidades responden a los efectos del cambio climático. (DeClerck y Decker 2009).

Teniendo en cuenta lo anterior, Pérez *et al.* (2009) sostienen que la valoración del estado actual y las posibles condiciones futuras de los impactos del cambio climático comienzan a considerar, entre otros aspectos, la identificación de acciones y medidas de adaptación efectivas y reales para disminuir la vulnerabilidad e incrementar la capacidad de adaptación e influir en el desarrollo sostenible en el ámbito local o nacional. Según DeClerck y Decker (2009), una de las estrategias más sencilla para lograr integrar los procesos de adaptabilidad con metas para la conservación regional, incluyen incorporar mayor diversidad y densidad de árboles en paisajes agrícolas a través de sistemas agroforestales o silvopastoriles y conservar parches de bosques o reservas de áreas naturales dentro de la matriz agrícola.

La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio demuestra claramente que la mayoría de los servicios de los ecosistemas se están degradando y que las medidas drásticas, como la restauración de capital natural, son necesarias para asegurar el flujo de estos servicios a largo plazo. Actualmente es muy sentida la necesidad de paisajes multifuncionales que puedan garantizar la seguridad alimentaria, medios de vida, el mantenimiento de las especies y funciones ecológicas, y cumplir con necesidades culturales, recreativas y estéticas (O'Farrell *et al.* 2010).

4.2 Papel de los árboles en sistemas silvopastoriles: Adaptación al cambio climático

Las asociaciones de árboles o arbustos con pastos y animales se presentan en diversas formas lo que ha originado múltiples tipos de sistemas silvopastoriles: árboles y arbustos dispersos en potreros, cercas vivas, bancos forrajeros de leñosas perennes, leñosas perennes en callejones, pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales, leñosas perennes sembradas como barreras vivas y cortinas rompevientos (Pezo e Ibrahim 1998).

Los sistemas silvopastoriles integran el manejo de árboles con la producción de ganado, para contribuir con el mejoramiento y bienestar de los productores y sus familias (producción de madera, forraje, frutos y provisión de sombra para el ganado), además, son una alternativa para la generación de servicios ambientales (Pezo e Ibrahim 1998, Harvey y Haber 1999, Harvey *et ál.* 2006b, Harvey *et al.* 2008, Pezo 2009). En los próximos años, los pronósticos mundiales indican aumentos en la temperatura global del planeta. Por lo tanto, el rol de las leñosas en los potreros de los sistemas ganaderos podría ser relevante para el confort térmico del ganado y la oferta de recursos alimenticios en la época seca (Villanueva *et al.* 2009).

Los árboles impiden la reducción drástica de la humedad del suelo bajo la influencia de sus copas, al reducir la excesiva evaporación causada por los rayos solares. Por otro lado, los animales se benefician de la sombra proporcionada por los árboles, que reduce la insolación y la temperatura del ambiente, con reflejos positivos en el desempeño productivo y reproductivo del hato. Además, los árboles pueden funcionar como rompevientos y proporcionar forraje para los animales (Bastos da Veiga *et al.* s.f.)

De acuerdo a lo expresado por Casasola (2000), la presencia de árboles en las fincas ganaderas incrementa su rentabilidad, pues ofrecen algunos beneficios económicos adicionales como postes, madera y leña. Esquivel *et al.* (2003), asegura que mantener o incrementar árboles dispersos en potreros representa una opción viable para incrementar la

productividad y sostenibilidad de las fincas ganaderas. Esta estrategia permite la diversificación de productos y brinda otros beneficios productivos y ambientales.

Villanueva *et al.* (2009), sostiene que los árboles o arbustos dispersos en potrero pueden jugar un papel muy importante como estrategia de adaptación al cambio climático en fincas ganaderas. En el período seco, las leñosas forrajeras tienen la capacidad de producir forraje en calidad y cantidad para cubrir los requerimientos nutricionales del ganado para mantenerse y producir leche y/o carne de manera satisfactoria o al menos evitar que se mueran; todo dependerá de la cantidad y calidad de la dieta basal a partir de pasturas .

En Centroamérica, muchos ganaderos mantienen árboles dispersos en sus potreros, con una amplia distribución y composición de especies (Esquivel *et al.* 2003). El papel que desempeñan los árboles como componentes de los sistemas silvopastoriles no han pasado desapercibidos ante los ojos de los productores, ya que por ejemplo en Rivas Nicaragua, Joya *et al.* (2004), encontraron que los productores son conscientes de las diferentes interacciones entre el componente arbóreo, el ganado, el pasto, el suelo y la biodiversidad; y pueden explicar interacciones complejas entre diferentes componentes.

4.3 Rasgos funcionales

Rasgo o carácter funcional, se define como aquel rasgo morfológico, fisiológico o fenológico que puede ser medido en un organismo y el cual se encuentra relacionado con un efecto sobre uno o más procesos ecológicos o con una respuesta a uno o más factores ambientales (Martin-López *et al.* 2007). Por otro parte Reich *et al.* (2003), sostiene que los rasgos funcionales son cualquier rasgo o carácter que tiene una influencia potencialmente importante en el establecimiento, supervivencia y capacidad de las plantas de adquirir, usar y conservar los recursos.

Los rasgos funcionales permiten encontrar diferencias en la función de las plantas y predecir sus respuestas a diferentes disturbios y gradientes ambientales, y según

Cornelissen *et al.* (2003), son útiles en la planificación y el manejo de ecosistemas a escala regional porque permiten predecir las respuestas de las plantas al impacto de diferentes disturbios. El énfasis de las investigaciones actuales con los rasgos funcionales, es su análisis detallado y su relación con la respuesta a factores ambientales como agua, nutrientes, sombra, entre otros.

El reconocimiento de las estrategias de respuesta de los diferentes organismos productores de un ecosistema permite predecir efectos sobre las propiedades del mismo (Reich *et al.* 1997). De esta manera las revisiones conceptuales sobre grupos de rasgos funcionales se conectaron con las teorías ecológicas de cambio global y los modelos de predicción de las funciones de los ecosistemas (Ackerly 2003).

En cuanto al conocimiento y uso de los rasgos funcionales como medida para predecir el funcionamiento de agroecosistemas, Linkimer (2001), encontró que los caficultores de la región media de la zona cafetalera Atlántica de Costa Rica, utilizan como criterio para la selección de especies arbóreas, la presencia de ciertos rasgos funcionales como forma y tamaño de la copa, tamaño de las hojas, estructura de la raíz y estacionalidad del follaje (especies perennifolias o caducifolias); esto les permite visionar la cantidad de servicios que estas especies pueden proveer al sistema y su potencial contribución a la sostenibilidad ecológica y productiva del mismo.

4.4 Conocimiento local

El conocimiento local se entiende como el aprendizaje, razonamiento y percepción que tienen en común los habitantes de una localidad y que sirve como base para predecir eventos futuros; este conocimiento debe explicarse lógicamente y ser generalmente válido, aunque no necesariamente implique una noción absoluta y objetiva de la verdad (Joshi, *et al.* 2004), este conocimiento local incluye no solamente opiniones, las percepciones y pensamientos de las personas acerca de la naturaleza, también incluye habilidades y las prácticas del manejo que la gente ha aprendido por varias observaciones, de la experimentación y cercanías con el ambiente (León 2006).

Puesto que el conocimiento local ambiental es esencial para el desarrollo y conservación de los recursos naturales, se sugiere a menudo que sea recolectado y documentado (Warren y Slikkerveer 1993), para que esté disponible y sea tomado en cuenta por entidades e instituciones de desarrollo rural. Es conveniente que tales archivos se almacenen en forma de bases de datos y de manera sistemática para que sean difundidos e intercambiados adecuadamente entre personas e instituciones interesadas (Warner 1991 citado por Muñoz, 2004).

El conocimiento local representa la posición actual de una comunidad en cuanto a su uso de la tierra. La gente tiene diferentes objetivos y niveles de dependencia de los recursos del suelo, el conocimiento ecológico local puede variar de un lugar a otro. Sin embargo, una cierta normalización puede existir cuando los agricultores tienen medios similares de la observación y las granjas en condiciones agroecológicas similares (Joshi *et al.* 2004).

Thorne *et al.* (1999) indican que en los países en vía de desarrollo, el conocimiento de los productores ganaderos abarca toda la gama de tipos de forrajes y el medio ambiente y los objetivos de las estrategias de alimentación están implícitos en sus percepciones del valor relativo de los diferentes forrajes. Según Joya *et al.* (2004), en zonas ganaderas (como Rivas, Nicaragua), los productores a menudo tienen un amplio conocimiento sobre el componente arbóreo presente en sus fincas y sus interacciones con los demás componentes (ganado, suelo, etc.), acumulado con sus observaciones en el campo, experiencias propias, interacciones con otros ganaderos y capacitaciones recibidas de instituciones agropecuarias.

En estudios realizados en Nepal por Walker *et al.* (1999), se demostró que la identificación que pueden hacer los productores de algunos rasgos funcionales en algunas especies de árboles, les permite conocer la calidad nutricional del forraje de estas a través de las diferentes épocas del año, esto lo hacen de acuerdo a la consistencia del estiércol y por medio del comportamiento animal (producción de leche, rápido crecimiento y el estado de salud) una vez es consumido el forraje de estas especies. Este conocimiento les ayuda en el proceso de toma de decisiones sobre el tipo y cantidad forraje pueden ofrecer a los animales

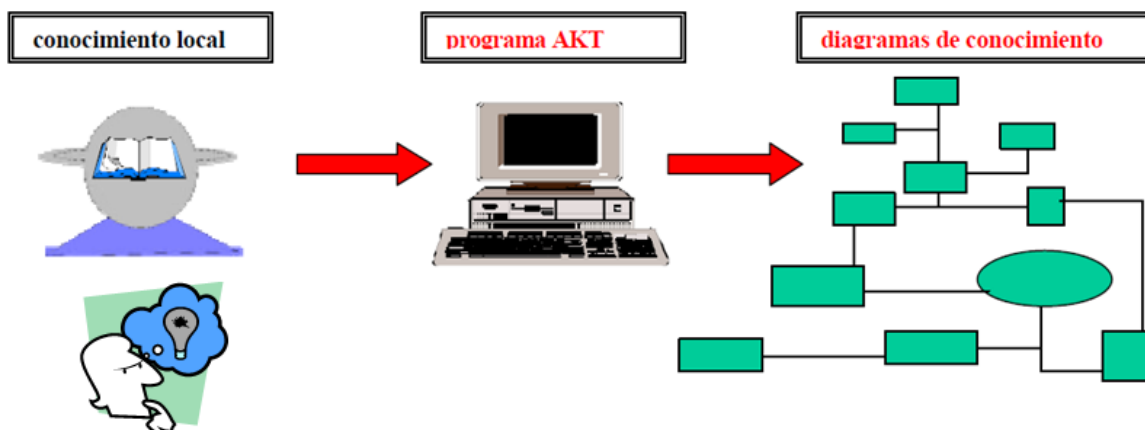
a través de las diferentes épocas del año, para mantener una dieta balanceada, que asegure a los animales la conservación de salud y condición corporal adecuada, y mantener así la producción bovina en niveles deseables, inclusive en épocas secas.

Sanon *et al.* (2005), encontraron que en la región de Sahel, África, los ganaderos saben que los animales eligen diferentes especies vegetales para satisfacer sus necesidades nutricionales, siempre y cuando no están limitados por la disponibilidad de forraje. El estudio mostró que el comportamiento alimenticio de los animales varía según la especie animal y la temporada. Todas las especies animales mostraron una disminución de las actividades de alimentación de la estación lluviosa a la seca.

La comprensión de selección de la dieta y el comportamiento de los rumiantes en pastoreo natural en los ecosistemas frágiles es importante para una estrategia de manejo del medio ambiente y la producción animal rentable. El factor más importante que determina el valor de los forrajes para los agricultores, es la disponibilidad estacional y la capacidad de los árboles forrajeros para soportar múltiples poda, lo que a su vez influye en la disponibilidad de forraje de los árboles. No obstante, la preferencia de los agricultores por las especies arbóreas, no se basan únicamente al objetivo de la alimentación, sino por el carácter multiuso de las especies, destacando para su selección, su uso para consumo humano y la provisión de material para la construcción (Sanon *et al.* 2005).

Análisis del conocimiento local aplicando la metodología AKT5

AKT (Agroecological Knowledge Toolkit) es un programa computacional desarrollado por la Universidad de Gales, Bangor, en conjunto con el Departamento de Inteligencia Artificial en la Universidad de Edimburgo. Fue diseñado para proporcionar un ambiente para la adquisición de conocimientos a fin de crear bases de conocimiento de una variedad de fuentes. Permite la representación del conocimiento provocado a los agricultores y los científicos o los conocimientos extraídos de material escrito.



Fuente: Martínez (2003)

Figura 1. Esquema general de AKT: Proceso interpretación y análisis del conocimiento local.

AKT es un programa computacional que permite la representación del conocimiento local de una forma legible en la computadora (Figura 1), además permite la representación de enunciados y la exploración del conocimiento utilizando procedimientos para el razonamiento de los enunciados (Dixon *et al.* 2001).

La base de conocimiento creada en este programa permite obtener como resultados una serie de productos que pueden ser utilizados por los investigadores para obtener diferentes tipos de información concerniente a la base de conocimiento (Dixon *et al.* 2001), como listas de términos formales, definiciones y sinónimos, fuentes de información, jerarquías de temas seleccionados, estructura y diagramas de los tópicos en la base de conocimiento.

La creación de una base de conocimiento local involucra cuatro etapas: 1) la obtención de conocimiento mediante entrevistas a informantes claves; 2) convertir la información obtenida en enunciados sencillos y faltos de ambigüedad (enunciados unitarios); 3) registrar esos enunciados en el programa computacional AKT; y 4) generalizar el conocimiento obtenido por medio de encuestas a una muestra estadística dentro de la comunidad (Walker *et al.* 1995).

El proceso de crear una base de conocimiento en principio es lineal, pero en la práctica es iterativo en su naturaleza. Es importante enfatizar que la base de conocimiento involucrada debe ser evaluada en cada etapa de su desarrollo. La evaluación de la base de conocimiento involucra valorar la relevancia, utilidad y ambigüedad de los enunciados unitarios. También incluye revisiones en cuanto a repeticiones y contradicciones entre los enunciados. El acabado de una base de conocimiento, su consistencia y precisión en el uso de términos, debe ser también evaluado continuamente durante el proceso de su construcción.

5. METODOLOGÍA

5.1 Generalidades del área de estudio

Ubicación: El Departamento de Rivas se ubica al suroeste de Nicaragua. Geográficamente se podría definir como un istmo, entre aguas del océano Pacífico (Oeste) y las del Lago de Nicaragua (Este). Se encuentra aproximadamente a una altitud de 70 msnm y localización $11^{\circ}25' 60''N$ $85^{\circ}49'60''W$. (Sánchez *et al.* 2004) (Figura 2). Según la clasificación de Holdridge (1978), corresponde con la zona de vida Bosque Seco Tropical.



Figura 2. Mapa de Nicaragua y ubicación de la zona de estudio (Fuente: Rodríguez 2009)

La temperatura media anual es superior a los 27 grados centígrados y la precipitación promedio anual es de 1400 mm (INETER 2000). Presenta una época lluviosa entre mayo y noviembre. La evapotranspiración potencial puede alcanzar los 1,416 mm como promedio anual, presentando déficit de humedad desde mediados de noviembre hasta mediados de mayo, con una baja sensible durante la canícula (INETER 2005). La localidad de Rivas presenta dos tipos de suelos, vertisoles y molisoles (Sánchez *et al.* 2004).

El paisaje de Rivas se encuentra altamente intervenido y degradado, producto de la actividad ganadera y agrícola que ha creado un mosaico de pequeños parches aislados de bosque secundario y bosques riparios, inmersos en una matriz de potreros. Dentro de esta matriz, también hay charrales, cercas vivas y árboles dispersos en los potreros. La cobertura arbórea está dominada por pasturas que cubren el 56.7% del paisaje, seguido por bosques secundarios (15.6%), y charrales (13.9%). La mayoría de los potreros tienen una baja cobertura (<15% del área cubierto con cobertura arbórea), aunque también existen pasturas con mayor cobertura arbórea (Sánchez *et al.* 2004).

5.2 Colecta y análisis de los datos

5.2.1 Reconocimiento de campo

Dentro de la metodología del AKT la fase de reconocimiento de campo es la primera etapa y es denominada *Scoping*¹. En esta, por medio de recorridos de campo y a través de charlas informales con finqueros y habitantes de la comunidad, se obtuvo una visión general de las condiciones agroambientales, socioeconómicas y socioproductivas de la zona de estudio y la identificación de los informantes claves que se vincularon a la investigación.

Se obtuvo una idea general de la ubicación de las especies dentro de los sistemas ganaderos (cercas vivas, árboles dispersos, bosques riparios, bosques secundarios, entre otros), las posibles funciones que estos pudieran desempeñar dentro de las fincas, el tipo de ganadería que se implemente y el tamaño promedio del sistema de producción ganadera desarrollado en la comunidad de Rivas; se obtuvo una perspectiva de la distancia a recorrer entre cada una de las fincas, y así poder estimar los rendimientos en cuanto a la aplicación de las entrevistas y otras técnicas de recolección de información citadas más adelante.

¹ *Scoping*: Etapa de la metodología del AKT donde se realiza reconocimiento de campo, ajuste de objetivos e identificación de informantes claves.

Como ayuda a este proceso, se realizó revisión bibliográfica de proyectos, bases de datos y otro tipo de trabajos realizados en la zona relacionados con el sector ganadero, condiciones socioeconómicas, ambientales y biofísicas de la zona de Rivas.

5.2.2 Estratificación de productores

Con base en la información colectada de la fase de reconocimiento de campo, consulta a expertos y técnicos, bases de datos, e informes y publicaciones de proyectos anteriores desarrollados en la zona, se realizó la estratificación de productores atendiendo a criterios de género, tamaño y tipo de producción, considerando que de acuerdo a la dinámica socioeconómica y productiva de la zona, podrían ser razones que determinen diferencias en el conocimiento de los productores, así como de sus decisiones en el manejo de los árboles en los sistemas ganaderos

Los estratos quedaron definidos de la siguiente forma:

Productores ganaderos mixtos² (ganadería y cultivos) > 50ha

Productores ganaderos mixtos (ganadería y cultivos) < 50ha

Productores ganaderos > 50ha

Productores ganaderos < 50ha

Se entrevistaron a propietarios y mandadores hombres y mujeres

El criterio de selección por tipo de producción, obedeció a que las personas de la comunidad que fueron entrevistadas de manera preliminar (informantes claves), sugirieron que aunque los productores mixtos y solo ganaderos simples, poseen conocimientos sobre servicios de los árboles dentro de los sistemas de producción, podrían haber diferencias en la toma de decisión con respecto a su manejo de acuerdo a los diferentes usos que se le

² Ganaderos mixtos: los que además de ganadería, se dedican al cultivo de especies de pancoger como las musáceas (plátanos y bananos), algunos frutales y granos básicos (maíz, frijoles, arroz, sorgo y trigo)

proporcionen al suelo, pues de acuerdo al tipo de producción que se tenga, dependerán los servicios que se esperan y que se observan de la cobertura arbórea. El criterio de clasificación de acuerdo al área está sustentado en que según los informantes claves, la composición florística de los potreros y su manejo, está supeditado al tamaño que posean las fincas de los productores, ya que a mayor sea el área, se requerirá más mano de obra para el manejo de los árboles.

Después de realizada la estratificación, se escogieron entre 6 y 8 productores de cada uno estratos obtenido, teniendo en cuenta que en estudios de conocimiento local desarrollados por varios autores (Chesomek 1996, y Nishantha 1995), demuestran que tan solo 5 personas son suficiente para recoger la información por estrato para las entrevistas preliminares.

5.2.3 Selección de productores

Las personas seleccionadas cumplieron con los siguientes criterios:

- Productores o productoras que tuvieran árboles en sus potreros
- Que tuvieran más de 15 años trabajando en la actividad ganadera
- Facilidad de comunicación
- Anuencia a participar en la investigación

Entre las personas seleccionadas estuvieron propietarios, administradores de fincas, amas de casa entre los que hubo 24 hombres y 6 mujeres.

5.2.4 Prueba del protocolo de entrevista

Antes de la aplicación formal del protocolo de entrevistas a los grupos seleccionados, se realizó una prueba de la calidad de la misma, lo cual consistió en aplicar la entrevista a 5 productores, con el objetivo de descubrir en ella temas redundantes, confusos, preguntas ambiguas y cualquier otro tipo de errores que puedan causar problemas al momento de

recabar la información. Como resultado de este proceso, se realizaron correcciones al protocolo, tales como resumir las preguntas, minimizar los términos técnicos, mantener el orden de los tópicos del cuestionario (Anexo 2).

5.2.5 Estructuración y aplicación de entrevistas

Como instrumento para la recolección inicial de la información, se elaborarán entrevistas semiestructuradas, ya que según Mayan (2001), es una técnica donde el entrevistado puede expresar libremente su conocimiento. Entre los temas centrales a tratar durante las entrevistas se pueden mencionar:

- Conocimiento general de las funciones de árboles y arbustos en los potreros.
- Relación de los rasgos y funciones de las especies mencionadas.
- Conocimiento preliminar de las especies arbóreas de mayor importancia y conocidas por los productores que tengan un uso definidos dentro de la finca.

La aplicación de entrevistas se realizó a 30 personas en total distribuidas en los 4 estratos y se realizó directamente en la finca donde el productor estará en contacto directo con los árboles. Se acordó con el productor las fechas y momentos en que se desarrollaron las entrevistas, con el fin de que la aplicación de este ejercicio, no interfiriera con sus labores productivas rutinarias. Las entrevistas fueron grabadas con el objetivo de analizar posteriormente todos los detalles.

5.2.6 Transcripción de las entrevistas

Una vez aplicada y grabada la entrevista, se procedió a su transcripción e impresión para poder extraer de manera más precisa, las expresiones o enunciados unitarios (mínima expresión del conocimiento) que describen información suministrada por los finqueros. Posterior a esto se procedió a la transcripción de la entrevista.

5.2.7 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 utilizará el Software AKT5 - Agroecological Knowledge Toolkit. La información obtenida, se organizó en diagramas y tópicos especiales, y se visualizó por medio de diagramas y cuadros.

5.3 Generalización de la base de conocimiento

Como resultado del análisis de la base de conocimiento, se obtuvieron algunos temas importantes los que por presentar contradicciones, información novedosa para la ciencia, o conocimiento que a pesar de ser muy útil o novedosa fue mencionada por muy pocos productores, haciendo necesario obtener un consenso general sobre sus detalles, y demostrar que es de conocimiento del total o la mayoría de los productores (generalización del conocimiento), por lo anterior se diseñaron y aplicaron encuestas cortas que contenían la información ya mencionada. Estas encuestas se realizaron directamente en la finca del productor o donde este se sintiera más a gusto, y en horarios que no interfirieran con sus labores diarias.

El ciclo de encuestas de la generalización se aplicó a una muestra constituida por 75 productores, el tamaño de la muestra se calculó con la fórmula:

$$n = \frac{z^2 \frac{\alpha}{2} * \sigma^2}{e^2}$$

Si $n < n(n-1)$ entonces se aplica la siguiente fórmula

$$n = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

De donde:

$z^2_{\frac{\alpha}{2}}$ = Nivel de confianza (95%)

σ^2 = Varianza poblacional

e^2 = Error máximo propuesto (10 %)

5.4 Elaboración participativa de un ranqueo de importancia de las especies de acuerdo a los servicios y bienes que generan.

5.4.1 Selección de especies

Para la selección de las especies que de acuerdo al conocimiento de los productores son más importantes dentro de un servicio 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:

$$\mathbf{IIE_n = (P_n + DKB) + E}$$

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 especies dentro de la base de conocimiento en AKT

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

Ejemplo de aplicación. Cálculo del IIE para el guanacaste dentro del servicio sombra para el ganado:

P_n = (mención de la especie como prestadora de este servicio = 1)

DKB = (Rasgos funcionales relacionados con el servicio = 1)

SE = (servicios que presta la Sp = 11)

NS = (Servicios evaluados = 14)

$E = NS/SE \Rightarrow 11/14 = 0,786$

$\mathbf{II E_n} = (P_n + DKB) + E \Rightarrow (1 + 1) + 0.786 \Rightarrow \mathbf{II E_n} = \mathbf{2.786}$

5.4.2 Ranqueo participativo

De manera paralela a las actividades de generalización, se desarrolló una dinámica de recolección de información sobre especies, servicios y rasgos funcionales a través de una dinámica de ranqueo. Este ranqueo se aplicó a 76 personas de la localidad. La dinámica de ranqueo consistió en entregar a cada productor 8 tarjetas equivalente a igual número de especies (seleccionadas mediante índice de importancia) en la que están consignados el nombre común; se le pidió al productor que jerarquizara las especies de mayor a menor importancia dentro del servicio o bien evaluado. A las especies evaluadas en este caso, se les registró los rasgos funcionales que justifican su ubicación dentro del ranqueo suministrado por los productores.

El análisis del ranqueo de importancia de las especies, se complementó con datos de abundancia de las especies, para lo cual se adoptó una clasificación de abundancia de la vegetación en logaritmo en base 2 y arbitrariamente se fijaron los siguientes rangos de abundancia:

1-15 individuos: Escaso

16-127 Individuos: común

≥ 128 individuos: abundantes

5.5 Construcción preliminar de una base de datos de especies, servicios y rasgos funcionales asociados

Una vez obtenida la base de conocimiento de las percepciones sobre funciones, especie y rasgos funcionales por medio del AKT5, se construyó una base de datos en formato Excel en la cual se consignó, el servicio o función, las especies arbóreas y arbustivas que lo ofrecen, los rasgos funcionales positivos y aspectos negativos, todo lo anterior obtenido desde el conocimiento local de los ganaderos.

Se considera preliminar esta base de datos, porque se diseñará de tal forma que pueda ser alimentada paulatinamente por los otros investigadores del proyecto “Functional Diversity: An ecological framework for sustainable and adaptable agro-forestry systems in landscapes of semi-arid and arid ecoregions - FUNCITREE”, durante los cuatro años de ejecución del mismo.

5.6 Análisis de datos

La diferenciación en el conocimiento y los ranqueo 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. 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; la información se visualizó por medio de Biplots. Todo el análisis estadístico de la información se realizó usando el software estadístico InfoStat versión 2010 (Di Rienzo *et ál.* 2010).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Características de productores entrevistados

Se entrevistaron a 30 productores de las comunidades de Mata de Caña, Las Mesas, San Juan, La Cruz, Cantimplora, San Marcos, Santa Gertrudis, La Chokolata, Mono Negro y Las Pilas; dentro de este grupo de productores encontramos, tanto hombre y mujeres, dueños y mandaderos, así mismo personas con y sin capacitación (Anexo 1).

6.2 Características de la base de conocimientos.

Como resultado de la aplicación del ciclo iterativo de entrevistas, se construyó una base de conocimientos en AKT, la cual contiene información sobre el conocimiento que poseen los productores de Rivas Nicaragua en temas relacionados con los bienes y servicios prestados por la cobertura arbórea y arbustiva, y los rasgos funcionales asociados a la prestación de los mismos. Se mencionaron un total de 109 especies arbóreas y arbustivas relacionadas en 4 bienes (leña, madera, medicina y frutos) y 9 servicios (nutrición bovina, protección de fuentes de agua, sombra para ganado, sombra para pastos, control de erosión, mejoramiento de suelos, árboles rompevientos, resistencia a sequías, conservación de la biodiversidad) dentro de la base de conocimientos. Las características de esta base de conocimientos se pueden observar en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características de la base de conocimientos.

Enunciados unitarios 690	Enunciados de atributos 24 Enunciados causales 489 Enunciados de comparación 15 Enunciados de Vínculo 162
Términos formales 591	
Jerarquías 46	
Tópicos 9	
Fuentes 30	
Especies mencionadas en la base de conocimientos (KB) 109	

6.3 *Análisis de la base de conocimientos*

6.3.1 *Diferenciación del conocimiento*

El conocimiento entre productores capacitados ($\mu=52.76$) y los no capacitados ($\mu=44.07$) no mostraron diferencia, tomando como criterio el número de enunciados proporcionado por cada productor $p=0.4068$ (Cuadro 2); no obstante 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 bovina a base de forraje de árboles, factores negativos y positivos asociados a la producción de leche y uso medicinal de los árboles.

Teniendo un rango de edades entre los 39 y 90 años, y dividiendo la muestra entre aquellas personas menores a 60 años, y las mayores a 60, se pudo constatar que el conocimiento entre productores menores a 60 años ($\mu=64.10$ enunciados) y los mayores de 60 años ($\mu=61.54$ enunciados) no mostró diferencia estadística $p=0.877$. No se registra diferencias en el conocimiento tomando como criterio el área de la finca ni el tipo de producción $p=0.1161$ (Cuadro 2).

Existe diferencia estadística entre el conocimiento presentado por los productores ganaderos, con respecto a las amas de casa $p=0.1161$ (Cuadro 2); Lo anterior debido a que por la división de las labores de la finca, las mujeres están encargadas de las labores domésticas, por lo que no tienen mucha participación en las actividades relacionadas con la ganadería, por esta razón, su conocimiento sobre servicios de árboles en sistemas silvopastoriles es escaso, no obstante las mujeres reportan más conocimientos que los hombres en temas relacionados con el servicio leña, y en el uso medicinal de los árboles.

Cuadro 2. Estado del conocimiento en productores ganaderos según la capacitación, edad, área de finca y género. Rivas, Nicaragua.

Criterio	Promedio de enunciados de conocimiento	Valor P
<i>Tipo de sistema de producción y área de finca</i>		
Mixtos ≤ 50ha	69.67	0.1161
Mixtos ≥ 50ha	53.14	
Ganadero ≤ 50ha	40.95	
Ganadero ≥ 50ha	53.14	
<i>Edad</i>		
Menores de 60 años	64.10	0.877
Mayores de 60 años	61.54	

6.3.1.1 Diferenciación del conocimiento: variable capacitación

A pesar de que no se encontró una diferencia significativa en el número de enunciados, expresados por los productores, existen varias diferencias en cuanto a la complejidad del conocimiento presentado en diferentes temas. Entre las diferencias de conocimiento que existen en el tema Forrajes, frutos y nutrición bovina, se puede mencionar que las personas que han recibido cursos o han tenido contacto con extensionistas, conocen más sobre prácticas de manejo relacionadas con el establecimiento y manejo de los bancos forrajeros y del aporte que el forraje proveniente de ellos hace a la nutrición bovina; igualmente estas personas saben que el contenido de agua del forraje y pasto, condiciona la producción de leche (Figura 3).

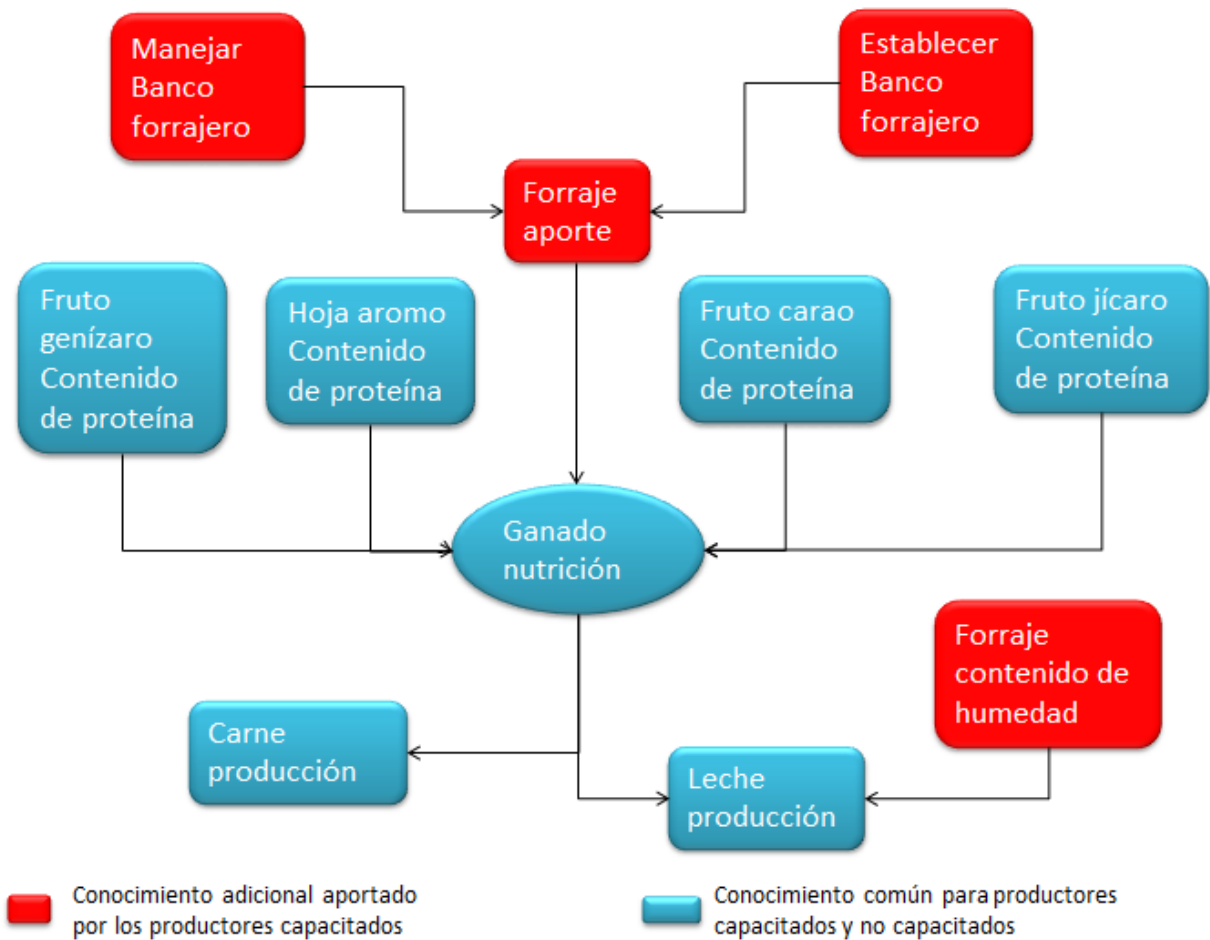


Figura 3. Diferenciación en el conocimiento en el tema.: forrajes, frutos y nutrición bovina.

En cuanto a las diferencias de conocimiento en el tema Viento, sombra y comportamiento animal, los productores capacitados conocen el efecto de la incidencia directa del sol y de los vientos fuertes sobre el contenido de agua del pasto y su influencia directa sobre la calidad nutricional de los pastos, lo que a la vez determina la producción de leche y carne por parte del ganado (Figura 4).

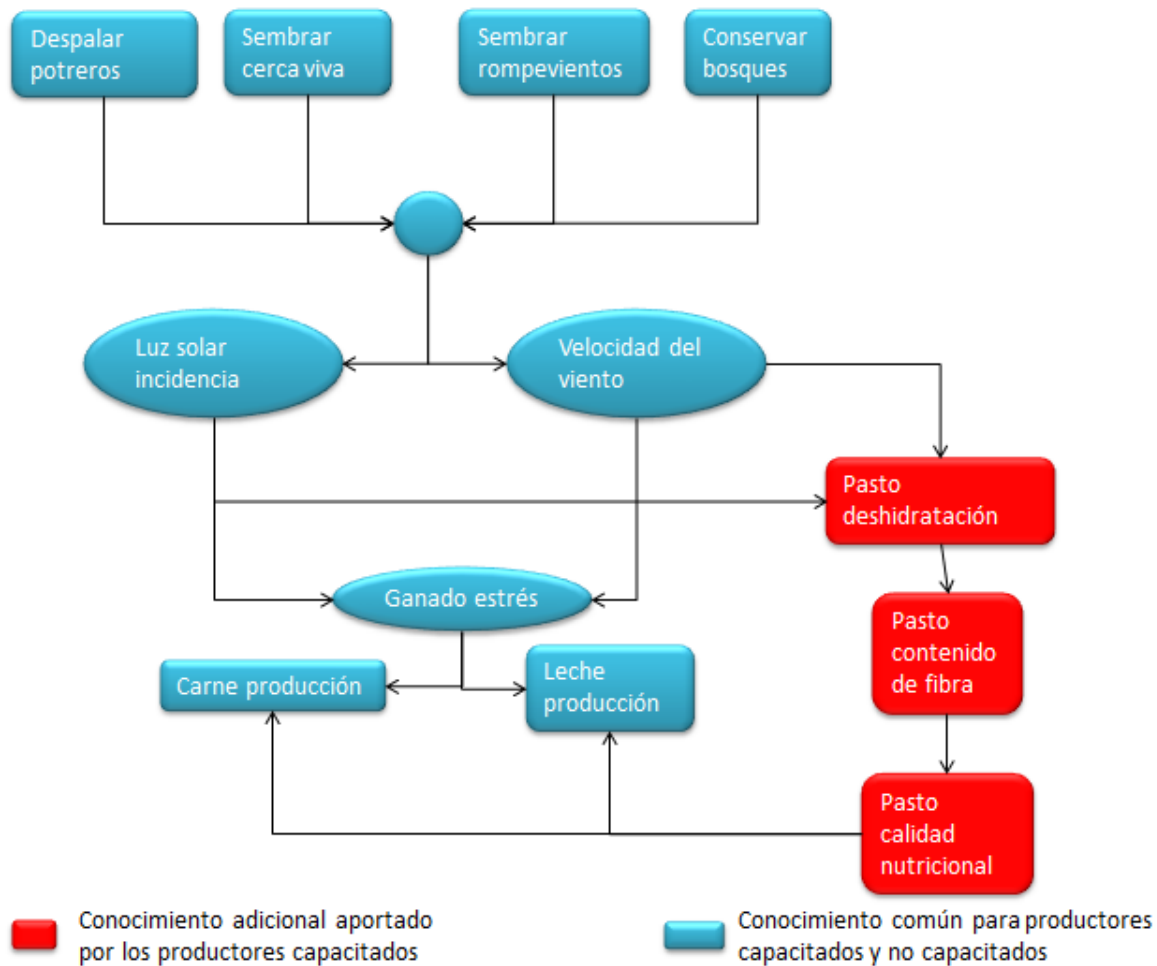


Figura 4. Diferenciación en el conocimiento en el tema.: viento, sombra y comportamiento animal.

6.3.2 Lista de rasgos encontrados comunes al protocolo de rasgos de Cornelissen 2003

Como resultado del análisis de la base de conocimientos, se pudieron encontrar algunos rasgos funcionales que son comunes a los consignados en el protocolo de para estandarización y medición de rasgos funcionales sugeridos por Cornelissen *et al.* (2003); se listan igualmente otros rasgos en lenguaje coloquial que no están en el protocolo, pero se les consigna su forma de uso científico (Cuadro 3).

Cuadro 3. Equivalencias rasgos funcionales en lenguaje coloquial y científico.

Rasgo funcional (lenguaje coloquial)	Equivalencia rasgos Cornelissen <i>et al.</i> (2003)	Equivalencia rasgos fuera del protocolo de estandarización
Sabor y olor dulce		Contenido de azúcar
Leña compacta y madera dura	Alta densidad específica del tallo	
Prende rápido, produce fuego rápidamente	Flamabilidad	
Leña porosa y madera blanda o blanca	Baja densidad específica del tallo	
Contenido o aporte de proteínas	Concentración de Nitrógeno	
Contenido o aporte de fósforo	Concentración de fósforo	
Facilidad de comer o digerir		Alta digestibilidad
Hoja suave	Poca fuerza física de la hoja	
Hojas de rápida descomposición		Alta relación C/N
Árboles que retoñan	Producción de rebrotes	
Permiten el paso de los rayos del sol		Alta transmisión de luz solar
Árbol que pierde sus hojas	Fenología foliar (caducifolio)	
Árbol que no pierde sus hojas	Fenología foliar (perennifolio)	
Raíces largas	Longitud específica de la raíz	
Raíces profundas y abundantes	Profundidad y distribución de la raíz de la raíz	

6.3.3 Conocimiento local sobre bienes y servicios de las especies arbóreas

Los productores de Rivas poseen un vasto conocimiento de la relación existente entre los bienes y servicios de la cobertura arbórea y sobre los rasgos funcionales de las especies dentro de los sistemas de producción ganadera. Este conocimiento les permite de alguna forma, el manejo planificado de la cobertura arbórea para suplir algunas necesidades productivas y socioeconómicas de cada finca en particular.

6.3.3.1 Conocimiento local sobre bienes

Se mencionaron 3 bienes ofrecidos por la cobertura arbórea en los sistemas de producción agropecuaria, estos son: frutos de alimentación humana (28 especies), leña (18 especies) y madera (19 especies).

6.3.3.1.1 Frutos para la alimentación humana

Se mencionaron 28 especies como productoras de frutos para la alimentación humana (Figura 5), entre los que se encuentran frutos tanto domesticados como silvestres, los cuales están ubicados en todos los sectores de las fincas como el huerto casero, en los potreros en forma de árboles dispersos, bosquetes o cercas vivas, o bien en zonas riparias o charrales.

```
frutos_alimentacion_humana
|
|--- aguacate
|
|--- caimito
|
|--- carao
|
|--- coco
|
|--- coyol
|
|--- espino_negro
|
|--- guaitil
|
|--- guanabana
|
|--- guapinol
|
|--- guasimo
|
|--- guava
|
|--- guayaba
|
|--- jocote
|
|--- limon_agrio
|
|--- limon_dulce
|
|--- mamon
|
|--- mandarina
|
|--- mango
|
|--- marañon
|
|--- nancite
|
|--- naranja
|
|--- naranja_agria
|
|--- naranja_dulce
|
|--- nispero
|
|--- ojoche
|
|--- papaturro_negro
|
|--- tamarindo
```

Figura 5. Árboles que producen frutos para la alimentación humana en sistemas de producción ganadera de Rivas, Nicaragua.

Entre los rasgos que deben tener las frutas para ser más apetecidas por las personas, están, tener sabor dulce preferiblemente (contenido de azúcar), tamaño grande en lo posible, abundancia y según la percepción de las personas, aporte de vitaminas. Entre los frutos preferidos por la gente, destacan especies como el mango (*Mangifera indica*), Jocote (*Spondias purpurea*) el cual por su sabor dulce, abundancia, gran tamaño y aporte de vitamina C, constituye una alternativa alimentaria para muchas personas durante la época de su cosecha, así como a muchos animales menores (cerdos, gallinas) y también para el ganado.

Otros de los frutos importantes son los cítricos entre los que están la Naranja dulce y naranja agria, limón dulce, limón agrio toronja y lima (*Citrus spp.*), pues son altamente utilizados en la cocina, en la elaboración de jugos, preparación de carnes y son utilizados para la medicina tradicional para combatir enfermedades como los catarros gracias a sus altos contenidos de vitamina C.

En cuanto al aporte de la cobertura arbórea a la nutrición humana, DeClerck *et al.* (en prensa), sugieren que la nutrición humana es uno de los servicios ecosistémicos más importantes, por lo que resaltan el aporte que la diversidad funcional hace a la nutrición humana. Esta contribución se da debido a que los complejos procesos y ciclos de nutrientes que llevan a cabo los organismos de un ecosistema, resultan en la producción de elementos (proteínas, vitaminas, minerales, entre otros), los cuales estarán disponibles en forma de alimentos (granos, legumbres, frutas y verduras), los cuales son los que sustentan los requerimientos alimentarios y nutricionales de la población humana.

6.3.3.1.2 Leña

Fueron mencionadas 18 especies que se utilizan para leña a nivel local (Cuadro 4). Existe en la zona una gran cantidad de árboles que se utilizan para leña, esto debido al crecimiento poblacional y a la pobreza, que obliga a mucha gente a usar este recurso natural como fuente energética, ya que por escasos recursos económicos no pueden acceder en muchos casos a servicios de energía eléctrica ni a suministro de gas para labores domésticas. Esto ha ocasionado que muchas de las especies finas cada vez se encuentren en menor número

ya que el aprovechamiento al que se someten es mayor que la tasa de recuperación de estas especies.

Tipos de leña

Existe en la zona un criterio para denominar las especies de acuerdo a su calidad de su leña “leña compacta” o de buena calidad y “leña porosa” de regular a mala calidad (Cuadro 4).

Cuadro 4. Algunas especies de leña y sus características reportadas en la comunidad de Rivas, Nicaragua.

Nombre común	Especie	Poder calorífico*	Leña compacta	Leña Porosa
Chiquirín	<i>Myrospermam frutescens</i>		x	
Cornizuelo	<i>Acacia collinsi</i>		x	
Guiliguiste	<i>Karwinskia calderonii</i>		x	
Eucalipto	<i>Eucaliptus sp.</i>	4800kcal/kg		
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	4900kcal/kg	x	
Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i>		x	
Níspero de monte	<i>Manilkara sp.</i>		x	
Acacia amarilla	<i>Acacia spp.</i>			x
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>			x
Genízaro	<i>Samanea saman</i>	2865kcal/kg		
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>			x
Jobo	<i>Spondias monbin</i>			x
Jocote	<i>Spondias purpurea</i>			x
Mango	<i>Manguijera indica</i>			x
Papaturro	<i>Coccoloba sp.</i>			x
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>			x
Tiguilote	<i>Cordia dentata</i>			x

*Fuente: García (2003)

- Leñas compactas

Se reportaron en la zona 8 especies llamadas “leña compacta o leña fina” cuya denominación alude a árboles que presentan como rasgos característicos, la madera o leña densa, pesada y de “corazón rígido” (alta densidad específica del tallo), poseen poca humedad en su tronco y pueden pasar muchos años almacenadas sin perder su viabilidad ni calidad para producir y conservar fuego (Figura 5). Los árboles de leña compacta en su mayoría, presentan crecimiento lento.

Los árboles de leña compacta son los preferidos por los habitantes de la zona, por su densidad específica del tallo, pueden contener el fuego por más tiempo, y producir brasas o carbón, que tienen alto poder calorífico sin consumirse tan rápido, lo que genera una rápida

cocción de los alimentos (Figura 6). Este hecho justifica que en la zona tengan un relativo alto precio (U\$24-26/m³) para leña de especies como madero negro, madroño, quebracho y níspero de monte precio muy superior al de las especies porosas (U\$6-7/m³), esto aplica a árboles de leña porosa como el guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), genízaro (*Samanea saman*), tigüilote (*Cordia dentata*), espavel (*Anacardium excelsum*), guásimo (*Guazuma ulmifolia*), entre otras.

El relacionar a las especies de Leña compacta o Leña fina con características físicas, coincide por lo reportado por Martínez (2003), en Matiguas Nicaragua, y Muñoz et. al (2003), en Cañas y Rio Frio en Costa Rica, quienes encontraron que los productores asocian la calidad de la leña con características físicas como el peso, contenido de humedad, flamabilidad de la leña, producción de humo, producción de brasas y producción de cenizas.

En cuanto al poder calórico de los árboles de madera dura de la zona, García (2003) encontró que la leña del *Gliricidia sepium* desarrolla un poder calórico de 4900 Kcal/kg, el cual es considerado alto para un combustible de origen vegetal.

Las anteriores características, sumadas al hecho de que los árboles de leña compacta son por lo general de crecimiento lento, debido a la gran densidad que constituye su madera, promueven que sean aprovechadas a una velocidad mayor de la que pueden regenerarse, lo que ha generado en una reducción de la población de este grupo de especies (Figura 5).

La sobreexplotación a la que se ha sometido el recurso forestal para la obtención de leña, coincide con el panorama descrito por Cruz (2007) en la subcuenca del río Copan, Honduras, donde las familias consumen en promedio 10.63 árboles/año los cuales salen directamente del bosque y de las unidades de producción ganadera, lo que implica un impacto negativo sobre la biodiversidad.



Figura 6. Diagrama de representación del conocimiento local sobre rasgos funcionales de la leña compacta.

- Leñas porosas

Fueron encontradas en la localidad de Rivas, 10 especies que responden a la denominación de “leñas porosas” entre las que se relacionan a los árboles que poseen como rasgos específicos, madera o leña liviana (baja densidad específica del tallo) que presentan “corazón blando o esponjoso”, (porosidad en su duramen). Por lo general son maderas de alto contenido de humedad que al ser almacenadas se descomponen con facilidad o son más fácilmente atacadas por polillas (Figura 7). Esta clasificación de leñas porosas es similar a la reportada por Muñoz *et. al* (2003), quienes encontraron que para las comunidades de Cañas y Rio Frió en Costa Rica, para leñas como *Bursera simarouba*, su leña liviana, porosa y productora de humo y ceniza, la clasifican como una leña de baja calidad

Las leñas porosas aunque de menor calidad, son utilizadas muchas veces para iniciar el fuego, ya que la velocidad con la que producen fuego es relativamente alta (alta flamabilidad), pero no conservan el fuego por mucho tiempo. Uno de los factores que más

incomoda a los productores es la alta producción de humo que irrita los ojos y puede causar enfermedades respiratorias, en especial de leñas provenientes del neem (*Azadirachta indica*), especie a la cual los productores asocian con un gran contenido de toxinas, y leñas de especies como el jocote (*Spondias purpurea*) y el guarumo (*Cecropia sp.*) que producen grandes cantidades de humo durante su combustión.

Quienes padecen más los efectos adversos del humo de la leña son las amas de casa quienes por su rol social, son las que están mayormente expuestas. Según Chacón y Alfaro (1990), En poblaciones con exposición prolongada al humo de la leña, la principal sintomatología respiratoria en las pacientes estudiadas fue la tos, expectoración mucosa y la disnea. Por otra parte García *et al.* (2004), anotan la relación que existe entre la prolongada exposición al humo de leña con la presencia de tuberculosis activa

Otra desventaja de la utilización de la leña porosa radica en que como se consume rápido en presencia del fuego, se necesita mucha más cantidad de esta, lo que redundaría en la tala de más de estos árboles para abastecer la demanda de leña de los productores.

Por otra parte los productores sostienen que la leña porosa “no genera buen calor”, lo cual coincide con lo expresado por CATIE (1984), que demostró que el poder calorífico de leña del genízaro (considerado como árbol de leña porosa), está alrededor de los 2865 Kcal/kg.



Figura7. Diagrama de representación del conocimiento local sobre rasgos funcionales de la leña porosa.

Implicaciones locales del uso de la leña

Los productores reconocen que el crecimiento poblacional sumado a los elevados niveles de pobreza traducido en falta de energía eléctrica o gas, y la imposibilidad muchas veces de pagar estos servicios en muchas zonas de Nicaragua, ocasionan que haya una alta demanda de árboles de leña, con lo cual se inicia el proceso gradual de extinción de leñas preciosas (Figura 8). Este es el caso de especies como madroño (*Calycophyllum candidissimum*) y el quebracho (*Lysiloma auritum*), lo que finalmente termina llevando a los pobladores de estas zonas a usar madera de menor calidad como es el caso de, *Eenterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia*, *Cordia dentata*, entre otras.

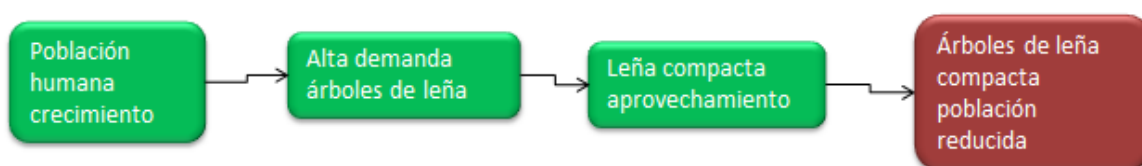


Figura 8. Factores que influyen en la población de árboles de leña en Rivas, Nicaragua.

La dependencia obligada al uso de la leña por las características socioeconómicas prevalentes, hacen necesaria la implementación de tecnologías e iniciativas eco-amigables como las “eco estufas” (Cruz 2007), con la cual los pobladores de la cuenca de Copán en Honduras, pueden lograr ahorros entre el 70 y 90% de los árboles que cada familia necesita cortar al año para cumplir sus demandas de leña, ya que con el uso de estas estufas se previene el desperdicio de fuego al que normalmente se incurre con el uso de los fogones de leña tradicionales . El uso de esta tecnología ha impactado positivamente en la conservación del recurso forestal de las comunidades de la cuenca de Copán, Honduras. Para la replicación y adopción de este tipo de tecnologías se hace necesario la realización de campañas educativas y/o pago de incentivos para su implementación.

Es importante en este sentido adelantar iniciativas de aprovechamiento racional como lo son el establecimiento de cercas vivas y otras tecnologías agroforestales donde se puedan obtener leña y otros productos (madera, postes) de manera sostenible. Otra alternativa podría ser la implementación comunitaria o individual de biodigestores con lo cual se

reduciría de forma importante la presión que actualmente se hace a los recursos forestales naturales de la zona

6.3.3.1.3 Madera

Entre la variada flora de la zona, también se ha encontrado la utilización de árboles con fines maderables. Estas especies cuentan con una variada ubicación dentro del paisaje que va desde los huertos caseros con especies como el roble, pasando por las cercas vivas con especies como el madero y el pochote, hasta especies silvestres localizadas en los pequeños bosques aislados como el *Maclura tinctoria*.

Tipos de madera

Existe en la zona un criterio de clasificación de las especies de acuerdo a su dureza (maderas blandas y maderas duras) y a su potencial utilización para diferentes fines (construcción de casas, muebles, pilares, alfajías, mangos de hacha, etc.). En el Cuadro 5, podemos relacionar los tipos de madera según el árbol, el tipo de fibra para la madera blanda, y algunos usos que se le dan a la misma.

Cuadro 5. Algunas especies arbóreas utilizadas como madera en Rivas Nicaragua.

Nombre común	Especie	Densidad (gr/cm ³)*	Tipo madera	Utilización				Tipo de fibra	
				Soportes y vigas	Tablas	Muebles	Artesanía	Fibra corta	Fibra larga
Chiquirín	<i>Myrospermum frutescens</i>	0.83	Dura	x					
Acacia amarilla	<i>Acacia pennatula</i>	0.55	Dura	x					
Eucalipto	<i>Eucaliptus sp</i>	0.49	Dura	x					
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	0.42	Dura	x					
Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	0.73	Dura	x					
Mora	<i>Maclura tinctoria</i>	0.72	Dura	x					
Guachapilín	<i>Diphysa robinoides</i>	0.67	Dura						
Nispero de monte	<i>Manilkara sp.</i>	1.04	Dura	x					
Ñámbaro	<i>Cocobolo claro</i>	0.86	Dura				x		
Caoba	<i>Swietenia</i>	0.45	Blanda			x		x	

	<i>humilis</i>								
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	0.42	Blanda			x		x	
Genízaro	<i>Samanea saman</i>	0.45	Blanda		x				x
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.35	Blanda		x				x
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	0.47	Blanda			x		x	
Pochote	<i>Pachira quinata</i>	0.43	Blanda			x		x	

*Fuente: Carpio (1992)

- Árboles de madera dura

Los árboles enmarcados bajo la clasificación de “madera dura”, se encuentran los que en estado maduro, presentan como rasgos característicos una alta densidad específica del tallo traducido al lenguaje coloquial como madera densa y pesada (Según Carpio (1992), con densidad mayor a 0.5gr/cm^3), madera de baja humedad, por lo que los productores la reconocen como resistente al ataque de polillas y a la humedad ambiental y del suelo, por estas razones, son usadas principalmente para la construcción, especialmente como soportes y vigas de las casas (Figura 9).



Figura 9. Utilidades y características de árboles de madera dura en Rivas, Nicaragua.

Según los productores, entre las especies de madera dura se destaca el guachipilín, el madero negro (0.55 kcal/kg), el güiligüiste, ya que ha sido utilizada en la zona por

generaciones y actualmente se pueden encontrar soportes de casa construidos con estas maderas que tienen más de 80 años de antigüedad, sin que hasta el momento se puedan evidenciar daños ocasionados por plagas como las termitas, daños por exceso de humedad o por compresión.

Otro uso que se le da a las maderas duras es la artesanía, dentro del cual sobresalen especies como el ñámbaro (*Cocobolo claro*), la cual con una densidad de 0.86 kcal/kg considerada como madera excesivamente pesada (Carpio 1992). Por su fácil manejo, y sus veteados que le dan gran vistosidad a los artefactos elaborados a partir de él y su alto valor artesanal y comercial, ha influido en la sobreexplotación de esta especie. Lo que ha disminuido notablemente su número poblacional en la zona, ya que en la base de datos del proyecto Fragment, solo se registraron cuatro individuos de esta especie, lo que la cataloga como una especie escasa (Figura 10).

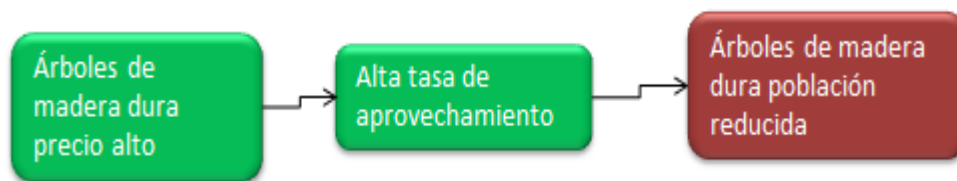


Figura 10. Factores que influyen en la población de árboles de madera dura en Rivas, Nicaragua.

Existe en la zona el árbol de guayacán que a pesar de poseer una madera dura muy fina, su crecimiento es muy irregular, lo que limita la posibilidad de su utilización en la construcción.

La ubicación de estos árboles es variada hallándose en cercas vivas como es el caso del madero, pasando por el huerto casero como el *Calycophyllum candidissimum* y el *Eucaliptus sp.* hasta las zonas riparias y bosques aislados como es el caso del *Maklura tinctoria*, el *Cocobolo. claro* y el *Manilkara sp.*

El hecho de que los productores consideren al eucalipto como árbol de madera de densidad alta o semialta, coincide con los resultados obtenidos por Fernandez-Golfin *et al.* (1995), quienes realizaron pruebas físico-mecánicas del *Eucaliptus sp.* encontrando para esta

especie una densidad de 0.79gr/cm^3 considerada pesada y una dureza Monnin de 3,9 considerada como semidura.

Este resultado coincide también por lo reportado por López *et al.* (2003) quienes en estudio realizado en Mexico, reportan para *Eucaliptus camaldulensis* reporta una densidad de 0.9gr/cm^3 , lo que siguiendo la metodología de Vignote y Jiménez (1996), ubica a esta especie dentro de la categoría “semipesada”.

Por su parte Carpio (1992), apunta la alta densidad de madera de *G sepium* (0.55 gr/cm^3 , pesada), *Calycophyllum candidissimum* y *Maclura tinctoria*, las cuales reportan valores de 0.73 y 0.72 gr/cm^3 , lo que les da la connotación de excesivamente pesadas.

En cuanto al crecimiento de estas especies, a excepción del *Gliricidia. sepium* y el *Eucaliptos sp.* (que denotan un marcado rápido crecimiento), los árboles de madera dura tardan muchos años en crecer, debido tal vez a la alta densidad y peso de su madera.

- **Árboles maderas blandas**

Bajo la denominación de “árboles de maderas blandas” o árboles de maderas blancas” se enmarcan especies que presentan como rasgos distintivos, una madera de densidad (baja densidad específica del tallo) aparentemente menor que las de madera dura, poseen además altos contenidos de humedad por lo que son muy propensas al ataque de polillas, a la rápida pudrición al contacto con fuentes de humedad, y son muy frágiles o susceptibles a deformidades o daños por compresión. Estas maderas son utilizadas en la construcción de todo tipo de muebles, tablas, para acabados ya que por su fácil manejo y poca resistencia al cepillado o pulido, permiten el moldeamiento a todo tipo de formas a las que se le quiera someter (Figura 11).

Dentro de las maderas blandas, se destacan el *Cedrela odorata*, el *Swietenia humilis* y el *Pachira quinata* con densidades de 0.42 , 0.43 y 0.43 gr/cm^3 respectivamente, lo que les da la denominación de maderas moderadamente livianas, (Carpio 1992). Estas maderas son denominadas como “especies finas” poseen un jaspe (veteado) que es muy apreciado por las personas, lo cual le confiere los precios más altos, lastimosamente este es uno de los

principales motivos para su aprovechamiento desmedido que las está llevando a la extinción.



Figura 11. Utilidades y características de árboles de madera blanda en Rivas, Nicaragua.

La situación de vulnerabilidad del caoba y cedro, es similar a la reportada por Chavarria (2010), quien en la zona de Copán, Honduras, encontró que La regeneración natural de las especies maderables latifoliadas como las especies denominadas “de color” (*Cedrella odorata*, *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora*, entre otras) son las que cuentan con un potencial más bajo de regeneración, lo que significa que al realizar un aprovechamiento de dichas especies se debe reponer el recurso a través de la plantación de árboles.

La denominación del cedro y la caoba como maderas blandas y fáciles de trabajar, coincide con lo expresado por Withmore (1976), quien indica que el cedro y la caoba tienen un peso específico de 0.38 y 0.45 respectivamente lo que las ubica entre el grupo de especies blandas o livianas, las que presentan buenos resultados en el cepillado, torneado, tallado y lijado, y muestran buenas propiedades en el clavado y atornillado, siendo fácil de encolar y tiene buenas características de pintado y acabado.

La distribución de los árboles de madera blanda preciosas, se puede dar como árboles dispersos en los potreros como es el caso del *Enterolobium cyclocarpum* y el genízaro (*Samanea saman*); localizados en las cercas vivas como el *Pachira quinata*, y en zonas

riparias, charrales y árboles dispersos como es el caso del *Cordia alliodora*, el *Cedrela odorata* y el *Sweitenia humilis*. Por lo general los productores sostienen que la velocidad de crecimiento de las especies de madera blanda, a excepción de la caoba, es relativamente rápida.

Estrategias de manejo y utilización de madera blanda

Existen en la zona varios tipos de madera generalmente blandas, las que debido a su baja densidad, requieren un tratamiento especial previo para su utilización, es el caso del *Enterolobium cyclocarpum* y el *Samanea saman*, las cuales una vez aprovechadas y aserradas, deben ser sometida a un proceso de secado al aire libre (por lo general se dejan varios días en el mismo sitio de aprovechamiento), de lo contrario, estas maderas pueden sufrir pandeamiento, lo que las haría muy difícil o imposible de utilizar, más aun cuando son maderas que para su utilización en tablas y viguetas, necesitan poseer la mayor rectitud posible para cumplir con este tipo de funciones (Figura 12).

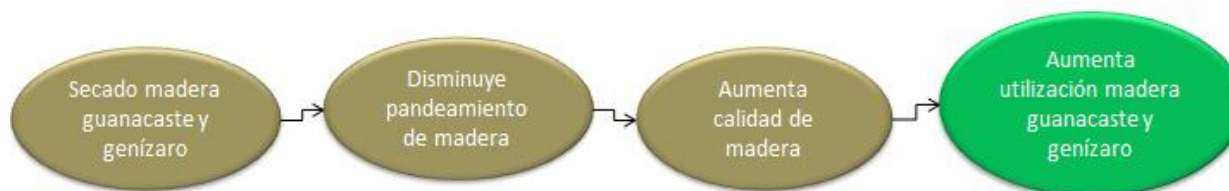


Figura 12. Técnicas de manejo de madera blanda en Rivas, Nicaragua.

Tipos de fibra y manejo de la madera

Según la percepción de algunos productores, los arboles cuya madera está constituida por fibras largas, tal es el caso del *Samanea saman* y el *Enterolobium cyclocarpum*, el cepillado de la madera es de gran complejidad, lo que hace que no sea fácil realizarle acabados y diseños elaborados, por lo que su madera es mayoritariamente utilizada en la construcción de casas (Figura 13).

Los arboles de madera cuyas fibras son cortas, ofrecen una mayor facilidad al momento de cepillarlas, por lo que se puede utilizar para la construcción de muebles, tal es el caso de especies como el *Swietenia humilis*, *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora* y *Pachira quinata*.

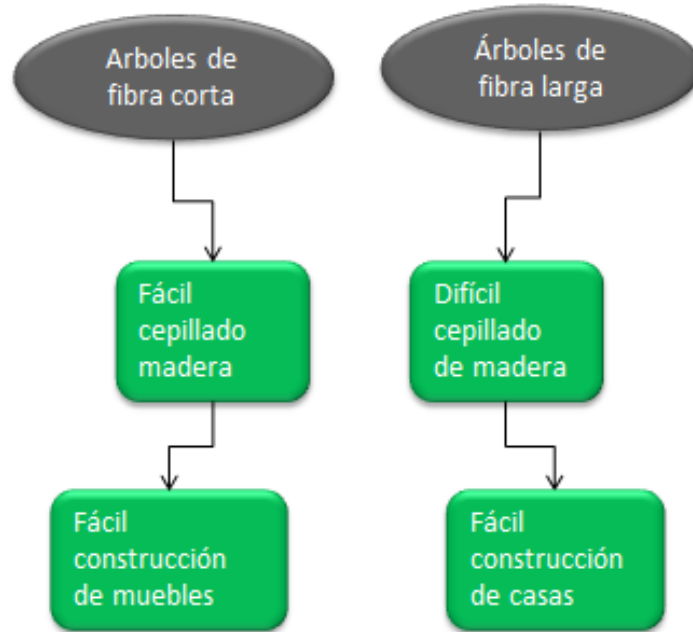


Figura 13. Tipos de fibra y su relación con los usos de la madera blanda en Rivas, Nicaragua.

Aprovechamiento maderero y fases lunares

Según los productores, si se realiza aprovechamiento de madera durante la “luna tierna” (cuarto creciente), la madera en estos momentos posee los más altos niveles de humedad, lo que la predispone fácilmente al ataque de polillas, de igual forma los árboles cortados en esta época, son más susceptibles a la pudrición por el citado exceso de humedad. Por el contrario si el aprovechamiento se realiza durante la “luna buena” (cuarto menguante), el contenido de humedad será más bajo, por lo tanto la predisposición al ataque de polillas y a la pudrición será menor (Figura 14).

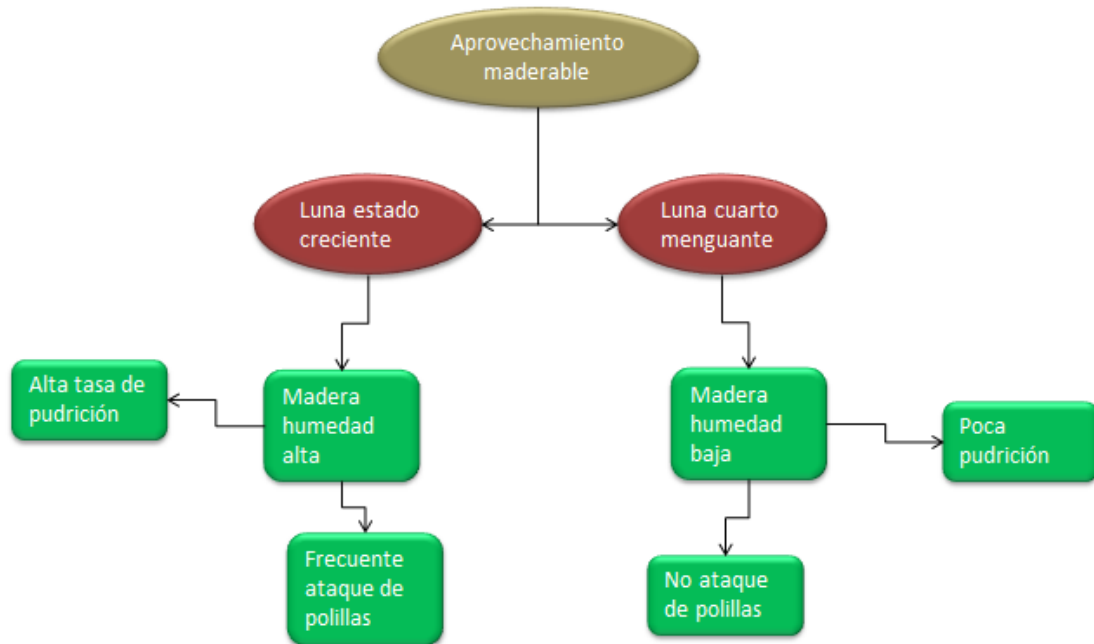


Figura 14. Conocimiento local sobre el aprovechamiento de la madera y sus implicaciones asociadas a las fases lunares.

Anotaciones sobre el manejo y aprovechamiento sostenible de maderas

Es poco el aporte económico que la cobertura arbórea realiza a los sistemas de producción agropecuario de Rivas; a este respecto López *et al.* (2007), encontraron que el componente forestal aporta solo el 9% del ingreso bruto total de las finca. Este aporte es bajo porque no existe un manejo silvicultural y el productor vende en pie la madera, es decir que no se le genera valor agregado al producto. La aplicación de labores silviculturales aumenta el número de árboles y la calidad de sus productos, con lo que se podrían incrementar los ingresos de las fincas ganaderas, con la generación adicional de servicios ambientales.

Actualmente existen proyectos de CATIE en Mesoamérica que propenden por la implementación de prácticas silviculturales para aumentar el aporte económico del componente forestal en fincas ganaderas. Además, estos proyectos pretenden simplificar el marco político legal para el manejo y aprovechamiento de madera en sistemas agroforestales como estrategia para aumentar la cobertura arbórea en agropaisajes.

En las fincas ganaderas de Rivas existen gran variedad especies que presentan importancia ecológica y económica en otras zonas; por ejemplo Schelje (2009) en estudio realizado en la Zona de Esparza, Alajuela Costa Rica, encontró que entre las especies que obtuvieron la mayor importancia ecológica y económica fueron la *Tabebuia rosea*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Cordia alliodora*, *Guazuma ulmifolia*, *Cedrela odorata*, *Myrospermum frutescens*, *Bombacopsis quinata* y *Albizia guachepele*, la mayoría es estas especies son de abundancia común en los sistemas ganaderos de Rivas, Nicaragua, y podrían ser una opción económica viable si se les aplicara un manejo silvicultural que pudiera mejorar su potencial productivo.

En este sentido Scheje (2009), afirma que sin importar el tamaño de la finca, el manejo de regeneración natural de árboles en potreros así como el aprovechamiento de los mismos es una actividad rentable para el productor generando ingresos adicionales al del ganado ya sea para carne, leche o doble propósito.

Según Chavarría (2010), el aprovechamiento de árboles maderables en SSP genera una importante contribución financiera a las fincas (el aporte promedio es del 11%). No obstante, para que el aprovechamiento de árboles maderables en SSP sea una opción rentable, las especies aprovechadas deben tener una alta demanda y precios de mercado entre medios a altos. Sostiene también que para que el aporte financiero del componente maderable sea considerable, se debe dar un valor agregado al producto extraído para luego sacarse al mercado; en casos ideales, el producto debe ser vendido como madera aserrada puesta en la industria.

6.3.3.2 Conocimiento local sobre servicios

Se mencionaron un total de 10 servicios identificados como prestados por la cobertura arbórea en los sistemas de producción agropecuaria de Rivas Nicaragua entre los que se encuentran: producción de frutos y forrajes para alimentación animal (nutrición bovina), sombra para el ganado y sombra para pasto, mejoramiento de suelos, control de erosión, resistencia a la sequía, protección de fuentes de agua, árboles rompevientos y conservación de biodiversidad.

6.3.3.2.1 Nutrición bovina

Dentro del servicio nutrición bovina encontramos especies forrajeras y especies que producen frutos. Se encontraron un total de 44 especies forrajeras y 56 especies que producen frutos de alimentación registrados en la zona de Rivas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Especies reportadas dentro del servicio nutrición bovina en Rivas, Nicaragua.

Especies	Forraje	Frutos	Especies	Forraje	Frutos
Acacia Amarilla	x	x	Guancastillo	x	x
Acetuno	x	x	Guarumo		x
Aguacate	x	x	Guásimo		x
Almendo	x	x	Guatomate		x
Almendo de río	x		Guayaba		x
Aromo	x		Jícaro		x
Brasil	x	x	Jiñote	x	
Cachito	x		Jobo		x
Caimito	x		Jocote	x	x
Caoba	x		Laurel	x	
Capulín	x		Leucaena	x	x
Carao	x	x	Lima		x
Carbonero	x		Limón agrio		x
Caucho	x	x	Limón dulce		x
Cedro	x	x	Mango	x	x
Ceibo	x	x	Mango		x
Chaperno	x	x	Manteco		x
Chilamate	x		Marango	x	x
Chipilín	x	x	Marañón		x
Cóbano	x		Muñeco		x
Coco		x	Nacascolo		x
Cornizuelo	x	x	Nancite		x
Coyol	x	x	Naranja agria		x
Coyote, Guayacán	x	x	Naranja dulce		x
Elequeme	x	x	Neem		x
Espavel	x	x	Níspero		x
Espino de playa	x	x	Ojoche	x	x
Espino negro	x	x	Palo de cortés		x
Gallinazo	x		Palo de melón		x
Gandul	x		Papaturro negro		x
Gavilán	x		Papaya		x

Genízaro		x	Poro poro		x
Guabillo		x	Roble	x	
Guachipilín	x		Tempisque	x	
Guaitil	x		Tigüilote	x	x
Guanábana		x	Zapote		x
Guanacaste		x			

Árboles que producen frutos para alimentación bovina

Según la percepción de los productores, entre los rasgos de las especies frutales que el ganado consume, están el contenido de proteínas (concentración de nitrógeno del fruto y la hoja), sabor dulce, el olor a miel o fuerte olor dulce (contenido de azúcar; Figura 15). Esta aseveración coincide con el conocimiento local encontrado por Muñoz *et al.* (2004), Martínez (2003) y Joya *et al.* (2004) quienes para las zonas de Cañas y Rio frío, Costa Rica; Matiguás y Rivas Nicaragua, encontraron que una de las principales características por la que el ganado prefiere los frutos de especies arbóreas, es el sabor dulce que poseen.

Adicionalmente a las especies con olor y sabor dulce (contenido de azúcar), los productores reconocen el consumo moderado de algunas especies como el jobo (*Spondias monbin*) y limón agrio y dulce (*Citrus spp.*), las que aunque son acidas, el ganado las consume en épocas de sequía. Entre los frutos de alimentación animal se encuentran: el guásimo, coyol, genízaro, mango, guanacaste, jícaro, carao. En cuanto al contenido nutricional de estas especies Esquivel (2007), encontró que los contenidos de proteína cruda de los frutos de leguminosas como *Samanea saman* (15.6%) y *Enterolobium cyclocarpum* (13.1%) fueron significativamente mayor a los frutos de especies no leguminosas como *Acrocomia vinifera* (5.5%) y guásimo (7.5%), aunque se destaca la superioridad nutricional de los frutos de leguminosas, es importante resaltar el aporte que todos estos frutos provenientes de árboles dispersos en potreros hacen a la nutrición bovina. También es necesario resaltar la importancia de la diversidad de especies frutales de todos los tipos (leguminosas y no leguminosas), para lograr una oferta variada de alimento en el periodo seco.

Igualmente, en otros estudios como el adelantado por Rodríguez (en preparación), se encontró valores apreciables de proteína cruda en diferentes partes de los frutos de jícaro

(*Crescentia alata*): hojas (10.44%), cascará de fruto (5.69%), pulpa de fruto (17.31%), flores (14.93%). Se analizó también el contenido de nutrientes del fruto de guásimo, el cual reportó 11.44%N. Los resultados de esta investigación demuestran el potencial aporte de proteínas que las diferentes partes de estos árboles pueden hacer a la alimentación animal.

Muñoz *et al.* (2003), encontraron que en la región de Río Frío, Costa Rica además de los rasgos anteriores (sabor dulce y olor a miel) del genízaro, los ganaderos reconocen su alto valor nutricional; esta valoración es sustentada científicamente por un estudio realizado en Colombia, el cual señala los efectos positivos del consumo de frutos de *Samanea saman*, ya que mejora la eficiencia de utilización de los nutrientes y la respuesta animal (Navas *et al.* 1999).

Estas especies coinciden por las reportadas por Zamora *et al.* (2001), quienes encontraron que entre las especies arbóreas más utilizadas en Boao, Nicaragua se destacan: madreño o madero negro (*Gliricidia sepium*), cablote (*Guazuma ulmifolia*), poró (*Erythrina sp.*), genízaro (*Samanea saman*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), jícaro (*Crescentia alata*) y mango (*Mangifera indica*), estas especies son utilizadas por el 87% de los productores de la zona como fuente de follaje y frutos en la época seca.

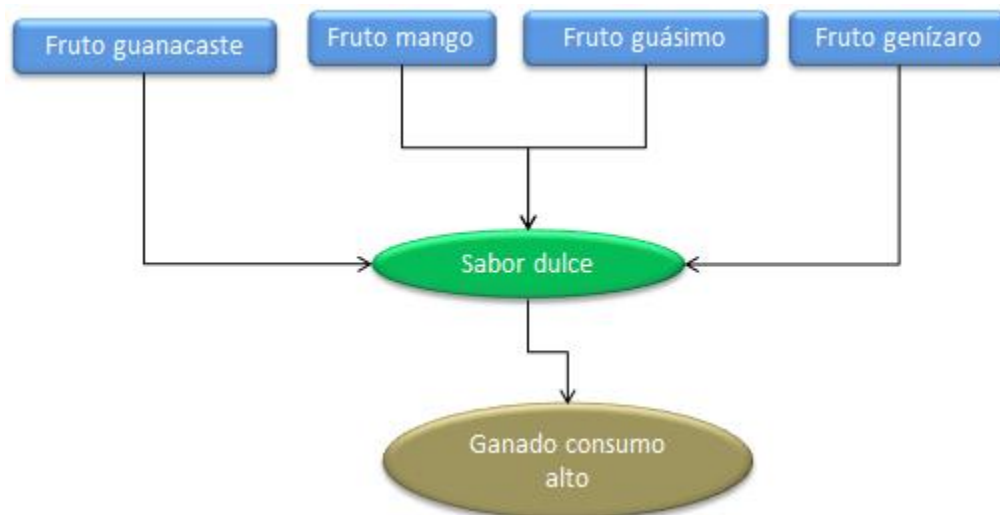


Figura 15. Algunas especies leñosas cuyo sabor dulce de los frutos mejora el consumo por el ganado.

El guásimo (*Guazuma ulmifolia*) es la fruta que según los ganaderos apetece más el ganado “aporta gran cantidad de vitaminas por ser un fruto fresco”, su sabor dulce y fuerte olor a miel, se vuelve irresistible para el ganado, el cual lo consume en estado seco una vez cae de los árboles, incluso su preferencia por este fruto está por encima del mismo pasto. Una de las grandes ventajas del fruto de *Guazuma ulmifolia* es que los productores conocen la fenología foliar de este árbol, el cual aunque es caducifolio, ofrece sus frutos en la época de sequía donde el pasto es cada vez más escaso. La ubicación paisajística de *Guazuma ulmifolia* por lo general es disperso en los potreros y en las cercas vivas, con el objetivo de que cuando el animal busque refugio de los rayos del sol, aproveche este espacio para comer esta fruta.

El fruto de *Manguifera indica* es muy usado para la alimentación voluntaria del ganado, su sabor dulce, resistencia a la sequía y a condiciones de baja fertilidad de suelos, su gran tamaño, abundancia en la zona lo constituyen en uno de los frutos que más ayudan al ganadero durante la época de sequía. Idealmente son utilizados por los productores como componente del huerto casero, en cercas vivas cumpliendo en algunos casos la función de cortinas rompevientos, preferidos por los productores por su gran tamaño y copa; son utilizados menormente como árbol disperso en los potreros, ya que los productores sostienen que por su gran tamaño, y copa demasiado densa, no deja crecer el pasto, motivo por el cual se maneja con muy bajas o nulas densidades cuando esta especie existe o es manejada dentro de los potreros.

El árbol de *Samanea saman* produce una vaina de sabor dulce, y olor a miel altamente apetecida por el ganado, la cual junto a la del *Guaazuma ulmifolia*, son más apetecidas que el pasto. Al igual que el *Guazuma ulmifolia* y el *Manguifera indica*, el *Samanea saman* tiene la capacidad de ofrecer sus frutos en el tiempo de sequía por lo que se constituye en una ayuda para el productor en estos tiempos de escasas de alimento para el ganado.

Percepciones de los productores sobre frutos perjudiciales para el ganado

Existe una fuerte discusión sobre el hecho de que los frutos de la especie *Enterolobium cyclocarpum* es abortiva mientras el 55% de los productores afirman y hasta aseguran que han padecido este mal innumerables veces en sus fincas, el otro 45% rechaza este concepto

hasta el punto que privilegian la presencia dispersa de este árbol en los potreros donde el animal lo puede consumir libremente. Algunos hasta se atreven a producir mezclas de fruto de *Enterolobium cyclocarpum*, *Samanea saman*, *Guazuma ulmifolia* y *Cassia grandis* para suplementar el ganado.

Los productores que creen que el *Enterolobium cyclocarpum* es nocivo, sostienen que esto se presenta en las primeras etapas de preñez donde el excesivo consumo les causan aborto, pero a las otras categorías de ganado (machos, vacas novillas o no preñadas), no les causa ningún percance, por lo que podría en este caso pensar incluir el *Enterolobium cyclocarpum* en planes de engorde o levante de ganado, pero excluyéndolo como alimentación para vacas gestantes. El hecho de considerar al fruto de guanacaste como abortivo, coincide por lo reportado por Muñoz *et al.* (2003), y Joya (2004), quienes encontraron la misma clasificación para el fruto de *Enterolobium cyclocarpum* para las zonas ganaderas de Rivas – Nicaragua y Cañas y Río frío Costa Rica

El fruto de *Mangifera indica* en estado inmaduro “verde” y el de *Citrus dulcis* son considerados peligroso para el ganado ya que por ser frutos de tamaño relativamente grandes, los cuales el ganado al estar consumiéndolo, puede ser asustado, golpeado o corneado por otro animal, lo que podría ocasionar que se trague el fruto entero, causando un bloqueo del esófago, pudiendo causar la muerte de la vaca por asfixia (Figura 16). Cabe destacar que según los productores el fruto maduro no presenta ningún riesgo para el animal ya que su corteza y pulpa tienen una textura muy suave y resbaladiza que favorecen su deglución.



Figura 16. Conocimiento local sobre factores que convierten a frutos en perjudiciales para el ganado.

- Especies forrajeras

Dentro de la comunidad de Rivas, se pudieron encontrar 44 especies reconocidas como forrajeras. Un factor importante a anotar es que hay una clara evidencia de cómo los procesos de capacitación han generado conocimientos entre los productores acerca de información nutricional del ganado, esto se confirma teniendo en cuenta que el 95% de los productores, considera que los árboles que producen vainas son altamente nutritivas para el ganado, ya que aportan gran contenido de energía, aporta proteínas y otros nutrientes (concentración de nitrógeno y fósforo), lo que ocasiona que el ganado aumente de peso y produzca leche más espesa y nutritiva.

Entre las mejores especies forrajeras según la perspectivas del productor, están: *Gliricidia sepium*, *Cassia grandis*, el marango (*Moringa oleífera*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), *Samanea saman*, ya que consideran que las “los árboles que producen vainas (especies leguminosas) son considerados los mejores forrajeros”. El 91% de los productores sostienen que las forrajeras de hojas pequeñas y suaves (tamaño y fuerza física de la hoja), de especies como el *Moringa oleífera*, *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala*, son las mejores para el ganado porque contienen proteína y otros minerales, son altamente

preferidos por el ganado, son fáciles de comer y digerir (digestibilidad del forraje) causan un aumento en la producción de leche.

Algunos de estos criterios para definir una buena forrajera, fueron reportados por Regmi y Garforth (2010), quienes en estudio realizado en el distrito de Chitwan, Nepal, encontraron que entre los criterios para describir un buen forraje, lo productores mencionan: aumento en la producción de leche, palatabilidad y que las especies sean multipropósito.

En cuanto al aumento en la producción de leche ocasionado por el consumo de leguminosas, Turcios (2008), en evaluación realizada en el Chal, Peten, Guatemala, encontró que cuando se usaron bancos de proteína de *Leucaena leucocephala* como suplemento nutricional para vacas lactantes, la producción de leche aumentó, y los valores promedio fueron de 4.34 y 3.72 kg vaca/día. El mayor efecto benéfico del acceso a los bancos de proteína sobre la producción de leche por vaca ocurrió en pleno período de lluvias (+23.8%); aunque en la mayoría de estudios se demuestra que este patrón ocurre en la época seca, incluso se puede lograr un nivel de producción con poca diferencia o similar entre la época lluviosa y seca (estabilidad productiva a lo largo del año).

Existen además de las especies ya mencionadas, otras no leguminosas consideradas como buenas forrajeras entre las que figuran el *Crescentia alata*, *Cordia dentata*, nacedero (*Trichanthera gigantea*), entre otros.

Un factor importante que el 100% de los productores consideran para las especies que se utilizan como forrajeras especialmente en bancos de proteínas, es que produzcan gran cantidad de biomasa, que resistan las podas agresivas o la defoliación directa por el ganado, y que sean capaces de retoñar (producción de rebrotes) después de sufrir este tipo de intervención. Esta afirmación coincide en parte con lo expresado por (Sanon *et al.* 2005), quienes sostienen que entre los factores que más influyen en la disponibilidad de árboles forrajeros en los potreros, están la disponibilidad estacional y el valor nutritivo de sus forrajes, y la capacidad de árboles para soportar múltiples podas, Entre las especies que los productores de Rivas prefieren en este aspecto se pueden mencionar *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium*.

Los productores saben que los animales en el tiempo de sequía, necesitan alimento de especies leñosas, cuya calidad no disminuye en la misma medida que las gramíneas (Elseed Fadel *et al.* 2002). El conocimiento del valor nutricional de los diferentes árboles, les permite 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 (le Houerou 1996). 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 (Sanon *et al.* 2005).

Flores comestibles para el ganado

Entre las flores comestibles para el ganado están: las flores de *Pachira quinata*, *Cassi grandis*, roble (*Tabebuia rosea*), cornizuelo (*Acacia collinsi*), *Moringa oleífera*, las cuales ofrecen en diferentes tiempos del año, por ejemplo *Cassi grandis*, malinche (*Delonix regia*) y *Crescentia alata*, ofrecen sus flores en la época de sequía, mientras que *Acasia collinsi*, *Moringa oleífera* y *Pachira quinata*, ofrecen al ganado sus flores en la temporada de invierno (Figura 17).

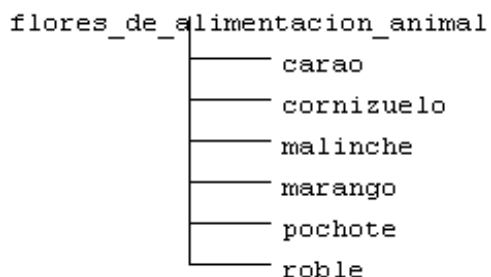


Figura 17. Árboles que producen flores comestibles para el ganado en Rivas, Nicaragua.

Estrategias de alimentación del ganado en época seca.

Ante la falta de alimento en los potreros durante la época seca, los productores acostumbran a introducir el ganado en los charrales y en los bosques ribereños para que aprovechen al máximo la caída de hojas, flores y frutos que caen de los árboles.

Algunos sostienen que como no se controla el consumo de diferentes partes de las especies de estas zonas, esta práctica tiene el riesgo de que los animales consuman forrajes calientes

y venenosos que les podrían causar diferentes enfermedades (diarreas, derrengues y abortos), o en algunos casos resfríos por permanecer bajo la sombra de algunos árboles que son consideradas como “demasiado frescas” como el caso de los árboles de chilamate (*Ficus sp*) y matapalo (*Ficus cutinifolia*).

6.3.3.2 Sombra para ganado y pasto

Los productores de Rivas al estar en una zona de tradición ganadera, poseen un amplio conocimiento sobre especies que ayudan en la provisión de sombra para el ganado, ellos consideran como árboles buenos para sombra, aquellos que son perennifolios (no pierden su hoja) especialmente en la época de sequía que es cuando más se necesitan. El 88% de los productores prefieren las especies que tengan una sombra rala con hojas pequeñas que permitan el paso de los rayos del sol (alta transmitancia) para evitar así la muerte del pasto que podría crecer bajo estos; una copa amplia que pudiera albergar una gran cantidad de animales, sin que estos tengan que dispersarse en los potreros en busca de sombra (Figura 18).



Figura 18. Conocimiento local sobre rasgos funcionales de árboles usados como sombra para ganado y pasto en sistemas de producción ganadera de Rivas, Nicaragua.

Otros criterio importante es la provisión adicional de frutos y forraje para el ganado en especial en la época de sequía, es decir especies multipropósito, en cuyo grupo están muchas de las especies de conocimiento local, entre las que se destacan: *Enterolobium*

cyclocarpum, *Samanea saman*, *Guazuma ulmifolia*, *Crescentia alata*, entre otras. A este respecto, Andrade (2007), encontró en sistemas silvopastoriles en la zona seca de Guanacaste, Costa Rica, que *Samanea saman*, permite a través de su copa, una transmitancia del 68% de la radiación fotosintéticamente activa, permitiendo así el crecimiento de algunos tipos de pastos.

Otro requisito importante es la provisión adicional de frutos y forraje para el ganado en especial en la época de sequía, es decir especies multipropósito, en cuyo grupo están muchas de las especies de conocimiento local, entre las que se destacan: el guanacaste, el genízaro, el guásimo, el jícaro, entre otras.

Sombras calientes para el pasto y los cultivos

Según la percepción del 79% de los productores, *Gliricidia sepium* posee sombra caliente, la que causa una drástica disminución de la producción del pasto, por este motivo los productores prefieren mantener esta especie en las cercas vivas ya que como realizan “rondas” alrededor de las cercas para prevenir que el fuego las queme, no necesitan que haya pasto en estas zonas, por lo que la sombra del madero no presenta perjuicios para la producción ganadera.

Sombras malas para el ganado

El 75% de los productores mencionan que la densa sombra de árboles como *el Ficus sp.*, causan un microclima muy húmedo, lo que ocasiona que el ganado que presenta heridas sea muy susceptible al contagio por el tétano. Esta concepción de sombras malas es similar a reportada por Muñoz *et al.* (2003), en Cañas y Rio Frió en Costa Rica, donde los productores atribuyen enfermedades como tétanos y deformidades especies como el chilamate y el higuerón *Ficus sp.* En el Cuadro 7, se puede observar las diferentes especies utilizadas para sombra, y las diferentes características y relaciones con el pasto y el ganado.

Cuadro 7. Características de la sombra proporcionada por árboles en Rivas Nicaragua.

Nombre común	Especie	Tipo de sombra		Relación con el pasto		Relación con el ganado	
		Caliente	Fresca	Buena	Mala	Buena	Mala
Acacia amarilla	<i>Acacia pennatula</i>		x		x	x	
Almendro de río	<i>Andira inermis</i>		x		x	x	
Carao	<i>Cassia grandis</i>		x	x		x	
Chilamate	<i>Ficus sp</i>		x		x		x
Espavel	<i>Anacardium excelsum</i>		x		x	x	
Genízaro	<i>Samanea saman</i>		x	x		x	
Guanacaste blanco	<i>Albizia neopoides</i>		x		x	x	
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>		x	x		x	
Guapinol	<i>Hymenea courbaril</i>		x		x	x	
Guásimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>		x	x		x	
Iguano	<i>Cojoba arbórea</i>		x		x	x	
Javillo	<i>Hura crepitans</i>		x		x	x	
Mamón	<i>Melicoccus bijugatus</i>		x		x	x	
Mango	<i>Manguifra indica</i>		x		x	x	
Matapalo	<i>Ficus cutinifolia</i>		x		x		x
Neem	<i>Azadirachta indica</i>	x			x		x
Papalón	<i>Coccoloba sp.</i>		x		x		x
Tigüilote	<i>Cordia dentata</i>		x		x	x	
Zorrillo	<i>Alvaradoa amorphoides</i>		x	x		x	
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	x			x	x	

Ganado y estrés calórico.

Los productores reconocen los efectos que el sol directo ocasiona sobre los animales. Sostienen que el sol directo causa que se eleve la tasa respiratoria del ganado “se agita” lo cual repercute en la disminución del consumo de alimento, con la consecuente disminución de la producción de leche y carne. Por otra parte se incrementan los requerimientos de agua del ganado, situación que se complica un poco durante el tiempo de sequía, periodo durante el cual se secan las quebradas y arroyos, por lo que tienen que recurrir a su obtención de los pozos subterráneos de la zona.

Ampliando este tema Hall (2000), menciona que el estrés calórico perjudica notablemente la nutrición bovina, pues la vaca con estrés calórico tiende a perder más saliva y minerales

como sodio y potasio, además de la posible acidosis ruminal por el efecto de pérdida de saliva

Los productores reconocen que la seguridad alimentaria del ganado es una limitación importante a la producción ganadera en las tierras semi-áridas como la de Rivas, en especial durante la época de sequía, (Kitalyi *et al.* 2008). Aunque sostienen que no es el principal ya que por medio de la gallinaza, del heno, pasto de corta, residuos de cosechas de arroz, maíz, trigo y el forraje y frutas que comen de los árboles de los potreros, el ganado puede recibir alimento en cantidad y calidad variada, lo que le ayuda a sostener su salud durante este tiempo.

Según los productores el principal problema que la producción ganadera soporta es la falta de agua, ya que se secan la mayoría de quebradas y riachuelos de la zona por lo que los productores tienen que recorrer largas distancias (1-4km) para conseguir alguna quebrada que aun conserve charcos (agua estancada) para abastecer las demandas del ganado.

Al secarse las fuentes de agua, el único medio para la consecución de agua son los pozos subterráneos, los cuales sino se tiene un molino de viento, demandan una gran cantidad de mano de obra para obtener este líquido que por lo general se encuentra entre los 10 y 15m o más de profundidad, dependiendo de la época de la sequía.

Los efectos de las sequías, ocasionan que los productores cambien sus técnicas de manejo del hato para hacer frente a las situaciones adversas. Los productores sostienen que muchas veces cuando se traslada al ganado para beber en manadas, si se lleva a un ritmo muy rápido el ganado puede llegar cansado a las fuente de agua, lo que ocasiona que no beba agua durante este tiempo, pues su organismo no está apto para el consumo de agua en ese momento, posteriormente algunos vaqueros se llevan el ganado de vuelta a la finca sin percatarse que este no ha bebido agua, permaneciendo de esta forma este animal privado de la cantidad de agua mínima que necesita para llenar los requerimientos diarios de agua según la demanda fisiológica y productiva, esto ocasiona el deterioro del estado físico del ganado.

Este panorama es similar al encontrado por (Gouro *et al.* 2008), quienes encontraron que En la cuenca del maní del Senegal, la escasez de recursos hídricos ha alterado la gestión conjunta de las tierras por los agricultores y ganaderos, lo cual hace necesario que se adopten nuevas estrategias para el manejo de sus rebaños.

Algunos productores mencionan que el color oscuro en los animales (sin importar la raza), ocasiona que el sol les cause mayor afectación que los animales de color claro. Este conocimiento les sirve a la hora de seleccionar “animales de tiro” en cuanto a la intensidad de su color, esto con el fin de escoger animales que sean menos susceptibles a los efectos nocivos de los rayos del sol y de las altas temperaturas.

6.3.3.2.3 Árboles rompevientos

Se mencionaron un total de 10 especies dentro del servicio de protección contra el viento tanto de animales como de cultivos (Figura 19). Entre los rasgos más importantes que deben tener los árboles para la prestación de este servicio están el tamaño grande y la copa densa, entre los árboles más importantes aquí citados, se encuentran: *Enterolobium cyclocarpum*, *Eucaliptus sp.*, *Samanea saaman*, *Manguifera indica*, *Anacardium excelsum*, *Pachira quinata*, jabillo (*Hura crepitans*), *Tabebuia rosea*. Estas características proporcionan a estos árboles la capacidad para disminuir la velocidad de los vientos, lo que a la vez beneficia la productividad animal, la que se ve disminuida notablemente por la acción de los vientos fuertes.

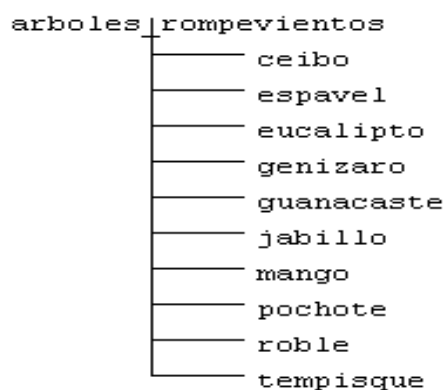


Figura 19. Árboles usados como rompevientos en sistemas agropecuarios de Rivas, Nicaragua.

Ganado y estrés eólico.

El otro factor mencionado como generador de estrés en el ganado, es el viento, elemento este que cuando posee mucha velocidad, según Hall (2000), mayor a 30km/hora y temperatura baja, ocasiona que el ganado deje de alimentarse y en el caso de las vacas lecheras, bajan su producción de leche. Por otra parte las fuertes ráfagas de viento ocasionan deshidratación del pasto, disminuyendo así la calidad de los mismos, lo que a la vez redundaría en la salud y productividad del ganado. Otro recurso no menos importante que se ve afectado con los vientos fuertes, son las fuentes de agua, las cuales se secan más rápidamente, lo que a la vez perjudica la disponibilidad de agua para el ganado.

6.3.3.2.4 Control de erosión y mejoramiento de suelos

- Control de erosión

Fueron mencionadas 7 especies que según los productores ayudan al control de la erosión (Figura 20). Entre los atributos que los productores locales relacionan dentro del servicio protección contra la erosión de suelos, se mencionan “raíces abundantes” y “raíces profundas”. Los árboles que se mencionaron como poseedores de esta característica, se mencionaron al chilamate, espavel, genizaro, guanacaste, matapalo, guanacaste blanco, pochote y terciopelo.

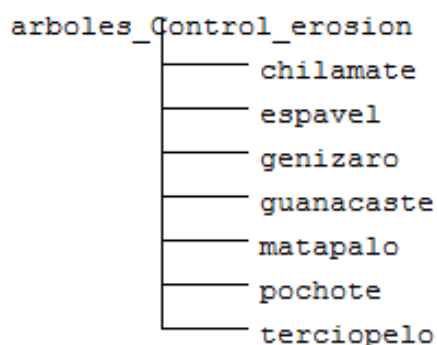


Figura 20. Árboles que contribuyen el control de la erosión de suelos en Rivas, Nicaragua.

Los productores reconocen como la primera causa de los procesos erosivos del suelo, a la deforestación, ya que la pérdida de cobertura del suelo, lo deja expuesto principalmente a factores como el viento y la escorrentía superficial. Sostienen que la principal defensa contra la erosión, es la cobertura arbórea cuya ubicación puede estar representada en árboles dispersos o en cercas vivas, ya que los primeros ayudarán con sus raíces a mantener el suelo “compacto” lo que evitará que sea lavado por la escorrentía superficial.

En cuanto a la protección contra la erosión a causa del viento, tanto las cortinas rompevientos, los árboles dispersos, bosquetes, cercas vivas, disminuyen la velocidad de los vientos, lo que ayuda a disminuir la cantidad de partículas de suelo que pueda arrastrar.

Las características que debería tener un árbol para proteger al suelo por los embates del viento, es que sean arboles grandes, y de copa frondosa para que ayuden a mitigar la fuerza del viento, que es la que contribuye al desprendimiento de las partículas superficiales del suelo. Entre los árboles mencionados como poseedores de estas características están: ceibo, espavel, eucalipto, genízaro, guanacaste, jabillo, mango pochote, roble y el tempisque (*Sideroxylon capiri*).

Otro mecanismo que el 100% de los productores reconocen que tienen los árboles, es que por medio de la caída y acumulación de hojas en el suelo, se forma un colchón que previene que las lluvias impacten directamente el suelo, y así este no se lave. Esta aseveración coincide con lo expresado por Pezo e Ibrahim (1998), quienes aseguran que en la mayoría de las situaciones, la mayor contribución de las leñosas en el control de la erosión hídrica se da en el incremento del contenido de materia orgánica en el suelo, lo cual se da por el mantillo de hojas y ramas que caen sobre la superficie del suelo y previenen el impacto directo de las gotas de lluvias sobre este.

- Mejoramiento de suelos

En el servicio de mejoramiento de suelo, el 100% de los productores mencionaron que todos los “árboles que producen vainas” (leguminosas), y “los que tienen hojas suaves que se descomponen rápido” (hojas de poca fuerza física), “son buenas productoras de abono orgánico” porque contienen proteínas y otros elementos nutritivos (concentración

de nitrógeno y minerales) y por ende mejoradores de suelo; entre las especies mencionadas como mejoradoras de suelos se mencionaron: *acacia pennatula*, *Casia grandis*, *Cajanus cajan*, *Samanea saman*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Albizia neopoides*, *Guazuma ulmifolia*, *leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Moringa oleifera*, malinche (*Delonix regia*) y *Cordia dentata* (Figura 21).

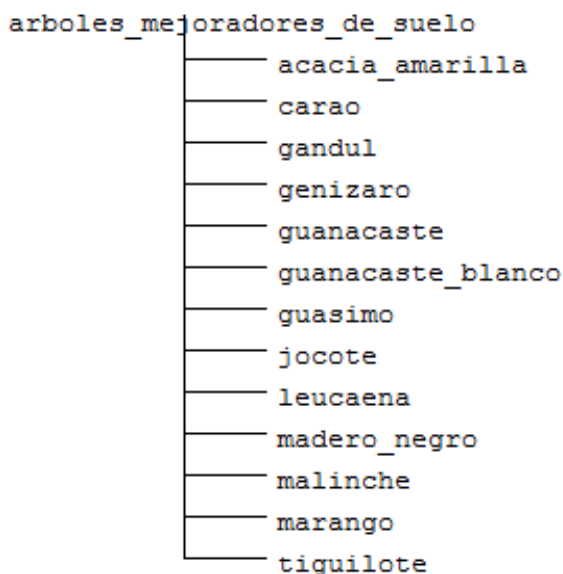


Figura 21. Árboles considerados como mejoradores de suelo en sistemas de producción agropecuaria de Rivas, Nicaragua.

Romero (2009), encontró en potreros de Muy Muy Nicaragua, que los valores de N, P, K son superiores debajo de la copa de especies leguminosas como el guanacaste y el genízaro y de especies no leguminosas como el guásimo. De esta misma manera. Sandoval (2006) encontró que las especies genízaro, guanacaste y guásimo poseen alto contenido de nitrógeno en sus hojas, lo que les proporciona relaciones C/N de 25.44, 27.36 y 21.41 respectivamente, lo que favorece la rápida descomposición de este material vegetal, lo que corrobora lo expresado por los productores al relacionar estas especies como mejoradoras de suelos.

Estas aseveraciones respaldan también lo encontrado por Daccarett y Blydenstein (1968) quienes, observaron que los contenidos de N en el suelo, a una profundidad de 0-20 cm, eran más altos en muestras colectadas bajo la copa de leguminosas arbóreas (*Erythrina*

poeppigiana; *Samanea saman* y *Gliricidia sepium*) que en muestras bajo la copa de una especie de árbol no-leguminosa (*Cordia alliodora*), o en área sin árboles. Sin embargo, el presente estudio no encontró diferencias entre especies leguminosas y no leguminosas.

Corroborando también estos datos, se pueden citar los resultados obtenidos por Zapata (2010), quien en potreros de Matiguas y Muy, Muy Nicaragua, encontró niveles más altos de NPK, debajo de la copa de árboles de roble y guásimo en comparación con los suelos, con pasturas abiertas. Niveles de P y K, fueron más altos de bajo de la copa del carao; el N por su parte, mostró valores más bajos debajo de este árbol que en la pastura abierta.

Los resultados de estos trabajos demuestran que en el aporte de nitrógeno por parte de árboles leguminosos es importante considerar que éstos pueden hacer un aporte neto, proveniente de la fijación simbiótica de nitrógeno. Sin embargo, Binder (1997) apunta que *Casia grandis* pertenece a la subfamilia de las Caesalpinoidaceas en la que la mayoría de las especies no fijan nitrógeno simbióticamente y que solo el 35% de las especies de esta subfamilia pueden formar nódulos.

6.3.3.2.5 Protección de fuentes de agua

Se mencionaron un total de 32 especies que según los productores prestan el servicio de protección de fuentes de agua (Figura 22). Entre los rasgos funcionales mencionados dentro de la prestación de este servicio, se relacionaron: árboles con abundantes raíces mencionado por el 79% de los, raíces profundas (81% de productores), copa densa (100% de productores), arboles grandes (99% de productores).

Los productores sostienen que entre los árboles con abundantes raíces se puede mencionar el caso del *Samanea saman*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Anacardium excelsum*, el terciopelo (*Meliosma sp.*).

arboles_que_protogen_fuentes_de_agua

- almendro_derrillo
- capulin
- ceibo
- chilamate
- elequeme
- espavel
- fruta_de_pan
- genizaro
- guanacaste
- guanijiquil
- guarumo
- guasimo
- guatomate
- higueron
- hoja_tostada
- jabillo
- jiñote
- jocote
- madroño
- matapalo
- mora
- nacascolo
- nispero
- nispero_de_monte
- ojoche
- panama
- papalon
- papaturro
- roble
- tempisque
- terciopelo
- tiguilote

Figura 22. Árboles considerados como protectores de fuentes de agua en Rivas, Nicaragua.

6.3.3.2.6 Resistencia a la sequía

La sequía es sin duda una de las amenazas naturales más importantes para la disponibilidad y calidad del agua, afectando la producción de los pastizales y por ende la salud y producción animal sobretodo en un entorno particularmente difícil como lo son las zonas áridas y semiáridas (Ben Salem *et al.* 2008).

Aunque en la zona de Rivas existe poco conocimiento sobre árboles que pudieran resistir mejor la sequía, el 100% de los productores sostiene que los árboles de raíces profundas, pueden sobrevivir los largos periodos sin lluvias, ya que pueden alcanzar el agua a niveles

muy profundos dentro del manto freático. Dentro de este grupo podríamos mencionar especies como *Anacardium excelsum*, *Samanea saman* y *Enterolobium cyclocarpum*. En este sentido Andrade (2007), encontró que *Samanea saman* en estado juvenil, produce raíces más rápido que el pasto, esta especie desarrolla raíces profundas, lo que les permite responder a incrementos en disponibilidad de agua, incrementando las posibilidades de su establecimiento de praderas.

Otro rasgo distintivo, es el carácter caducifolio de algunos árboles, ya que el 87% de los productores sostienen que este es un mecanismo que le permite a las especies, ahorrar agua y sobrevivir en la sequía; dentro de este grupo se destacan especies como *Casia grandis*, *Gliricidia sepium*, jocote (*Spondias purpurea*), entre otros.

El 68% de los productores mencionan la alta producción de semillas en especial en la época de sequía, como una estrategia de supervivencia, ya que estos árboles podrían multiplicarse tan pronto comience el período de lluvias, además, sostienen que la semilla depositada en el suelo, contribuyen al almacenamiento de la humedad alrededor de estos árboles. Entre las especies mencionadas como poseedoras de estos rasgos funcionales, resaltan el *Calycophyllum candidissimum* y el ceibo (*Bombacopsis quinata*).

La capacidad de almacenar gran cantidad de agua en el tallo se considera también como una estrategia de supervivencia, se mencionó con esta característica a *Spondias purpurea* y *Spondias mombin*. Por último el 88% de los productores mencionaron a la presencia de espinas como un rasgo que poseen algunas especies para sobrevivir a las sequías, aunque solo un pequeño número dentro de estos productores, pudo asegurar, que este mecanismo les permite a estas plantas controlar la intensidad de la herbívora por parte del ganado durante el tiempo de sequía que es durante el cual, por la falta de pasto, el ganado y otros animales tienden a comer su forraje. En la percepción de los productores, evitando este proceso, especies como el *Acacia collinsi* y *Acacia farnesiana* sobreviven a la sequía.

En el cuadro 8, se relacionan algunas especies que según los productores son resistentes a la sequía.

Cuadro 8. Especies consideradas como resistentes a sequía en Rivas Nicaragua.

Nombre común	Especie	Mecanismo de resistencia			
		Presencia de espinas	Raíz profunda	Almacenamiento de agua en el tallo	Alta producción de semillas
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	x			
Ceibo	<i>Bombacopsis quinata</i>				x
Cornizuelo	<i>Acacia collinsi</i>	x			
Espavel	<i>Anacardium excelsum</i>		x	x	
Genízaro	<i>Samanea saman</i>		x		
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>		x	x	
Jobo	<i>Spondias monbin</i>			x	
Jocote	<i>Spondias purpurea</i>			x	
Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i>				x

Árboles que ayudan en tiempo de sequía

Tres son las características que deben tener los árboles para poder entrar a la categoría “ayudante para la producción ganadera en la época de sequía”: que no pierdan la hoja (árboles perennifolios) para que proporcionen sombra continua al ganado, que produzcan frutos de consumo animal y que produzcan forraje o flores de consumo animal. Algunas de estas forrajeras son podadas para brindar alimento al ganado, estas podas estimulan la producción de forraje.

El establecimiento combinado de diferentes especies que contengan estas características, aseguran que los animales disfruten de todos los beneficios que ofrecen estas especies, en especial en la época de sequía donde la escasez de pasto y el intenso sol, obligan a que se diseñen estrategias productivas que permitan mantener la producción ganadera en estas zonas secas.

Entre las especies que ellos mencionaron como útiles a este propósito están: *Manguifera indica*, *Samanea saman*.

6.3.3.2.7 Biodiversidad

Se mencionaron 17 especies que según los productores, favorecen la presencia de la fauna silvestre (Figura 23).

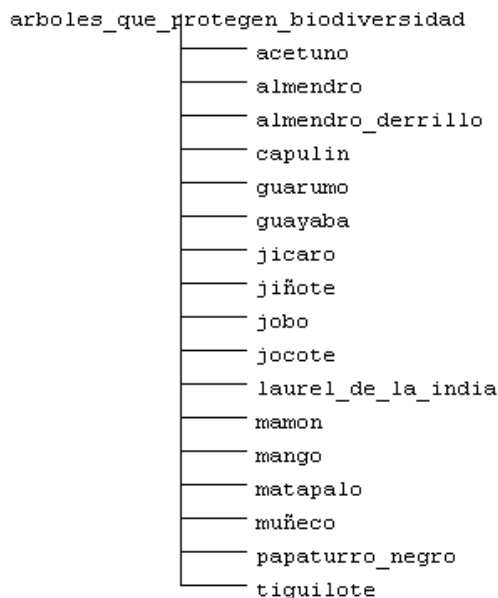


Figura 23. Árboles considerados como protectores de biodiversidad en Rivas, Nicaragua.

Los productores consideran que las especies que ayudan a la biodiversidad, son aquellos que por su aporte de frutas dulces y jugosas, promueven la llegada de los diferentes animales, pues les proporcionan alimento (Figura 24). Entre las especies que son consumidas por animales silvestres como aves, el mono congo, ardillas, murciélagos y venados se pueden mencionar: *Manguifera indica*, *Cocoloba sp*, *Espondias mombin*, *Crescentia alata*, entre otros.

Otro punto importante es que proporcionen a los animales refugio, para lo cual deben ser frondosos que les permita construir sus nidos (en el caso de aves) y les proteja del sol especialmente en época de sequía.

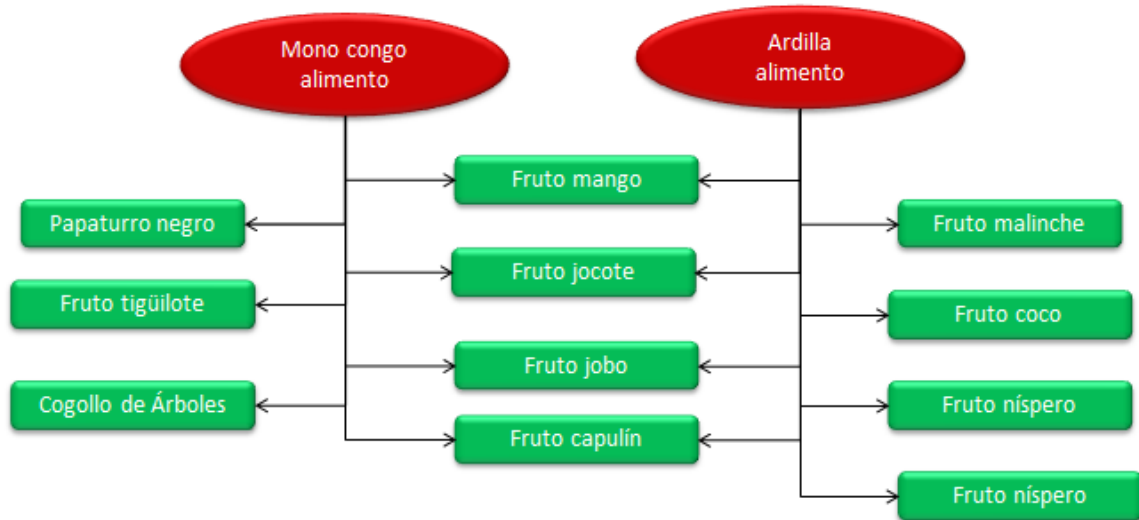


Figura 24. Árboles y especies considerados como proveedores de frutos a la fauna silvestre en Rivas, Nicaragua.

Los productores reconocen que hay una mejor conservación de la biodiversidad en potreros con árboles (sistemas silvopastoriles) que en potreros sin cobertura arbórea y en áreas donde se conservan mejor los bosques riparios. Esta afirmación coincide con lo reportado por (Pérez 2008; Mas y Dietsch 2003, Perfecto et ál. 2003), quienes encontraron una clara diferencia entre los sistemas de producción bajo sol o bajo sombra especializada en comparación con sistemas agroforestales (SAF's) tradicionales, siendo este último el de mayor grado de conservación de especies. Por su parte Berges *et al.* (2010), sostienen que el resultado de establecer un agroecosistema de plantas perennes compuesto de árboles, arbustos y/o pastos, provee una oportunidad para incrementar el hábitat para muchas especies de aves, incluyendo aquellas que han sido como declaradas como prioritarias para la conservación

Los productores de la zona de Rivas son conscientes que la prolongación de los tiempos de sequía tiene efectos perjudiciales directos e indirectos sobre la biodiversidad. Ellos reportan que durante las sequías, se libera al ganado, el cual se introduce en zonas riparias, bosquetes y charrales, lo que puede comprometer la supervivencia de muchas especies vegetales, en especial la que se encuentra en esta inmaduro, ya que puede ser excesivamente forrajada, pisoteada o maltratada por los animales.

La situación de amenaza a la biodiversidad de plantas ocasionada por el libre pastoreo en zonas de bosques, coincide con la encontrada en la región media de Bani en Malí, donde Boire (2008), encontró que, los déficit de lluvia durante las últimas décadas han provocado un cambio en el sistema de pastoreo de la región, lo que lleva a la pérdida de la biodiversidad (Gouro *et al.* 2008).

6.3.3.2.8 Árboles medicinales

A algunos árboles locales se le atribuyen ciertas bondades a la hora de combatir algunas afecciones, afirman algunos productores que la hoja de mamón y el fruto de guásimo sirven para controlar acidez estomacal y que la fruta del árbol de naranja, hojas de eucaliptos y hojas de marango sirven para combatir resfriados. Estas especies al presentar estos beneficios directos sobre la salud, son manejadas por los productores idealmente a los alrededores de la casa en lo que se denomina localmente “la huerta”. En el Cuadro 9, Se relacionan algunas especies arbóreas y algunos usos medicinales para la zona.

Cuadro 9. Conocimiento local sobre el uso medicinal de algunas especies arbóreas y arbustivas en Rivas, Nicaragua.

Problema de salud	Especie	Parte anatómica del árbol o arbusto utilizada
Dolor de oído, gases intestinales	caraña	Hoja
Infecciones o inflamaciones	Nancite (<i>Birsonima crassifolia</i>)	Corteza
	Cítricos (<i>Citrus spp.</i>)	Fruto
	Zorrillo (<i>Alvaradoa amorphoides</i>)	Hoja
	Marango (<i>M. oleífera</i>)	Hoja
Tos y enfermedades respiratorias	Eucalipto (<i>Eucaliptus sp.</i>)	Hoja
	Marango (<i>M. oleífera</i>)	Hoja
Enfermedades riñones	Cedro incontinil (<i>cedrela sp.</i>)	Corteza
	Zorrillo (<i>Alvaradoa amorphoides</i>)	Corteza, hoja
	Naranja dulce (<i>Citrus dulcis</i>)	Fruto
	Guásimo (<i>G. ulmifolia</i>)	Fruto, cáscara
Diarreas	Guásimo (<i>G. ulmifolia</i>)	Cáscara
	Papalón (<i>Coccoloba sp.</i>)	Cáscara
	Laurel (<i>C. alliodora</i>)	Cáscara
	Poroporo (<i>Erythrina sp</i>)	Cáscara
	Madero (<i>G. sepium</i>)	Hoja
Veneno de cascabel	Hombre grande (<i>Quassia amara</i>)	Hoja
	Roble (<i>T. rosea</i>)	Cáscara
Exceso de bilis	Limón agrio (<i>Citrus sp.</i>)	Fruto
Acidez estomacal	Guásimo (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	Fruto
	Mamón (<i>M. bijugatus</i>)	Hoja

6.3.3.3 Manejo de árboles en los potreros

Árboles dispersos

La mayoría de los productores sostienen que no realizan siembra de árboles dispersos en los potreros, si no que aprovechan los que son el resultado de la regeneración natural (dispersados por aves, viento, ganado, escorrentía) y luego seleccionan y dejan crecer los que por sus usos conocidos (sombra, frutos, forraje, entre otras), presten un beneficio a la producción ganadera. Entre las especies más utilizadas localmente como árboles dispersos en los potreros tenemos: *Crescentia alata*, *Samanea saman*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Guazuma ulmifolia*, *Casia grandis*, *Tabebuia rosea*.

Cercas vivas

Los arboles de cercas vivas son plantados por métodos vegetativos, las especies son escogidas de acuerdo a su capacidad de prendimiento y de producir rebrotes, rápido crecimiento, provisión de sombra, capacidad para retener los clavos de la cerca por un número variable de años (Figura 25). Entre las especies más utilizadas como cerca viva están *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Spondias mombin*, *Pachira quinata*, *Manguifera indica* etc. Los rasgos de rápido crecimiento y velocidad de prendimiento para estas especies, coinciden con los resultados obtenidos por (Parrotta 1992, Kass 1994, Méndez y Soihet 1999, Muñoz 2003), lo que demuestra que en este sentido el conocimiento local tiene validez no solo a nivel local, sino que trasciende a muchas otras zonas con características agroecológicas diferentes.

Según los productores al sembrar y conservar las cercas vivas, se aseguran un suministro sostenible de madera, leña y postes que les sirven para la venta o para seguir cercando futuros linderos y divisiones internas de las fincas.



Figura 25. Conocimiento local sobre rasgos y utilidades de las cercas vivas en sistemas de producción agropecuaria de Rivas, Nicaragua.

La anterior afirmación es concordante con lo registrado por Cruz (2007), quien encontró que en zonas ganaderas de Copán Honduras, la mayor parte de la leña de *Guazuma ulmifolia*, es proveniente de las cercas vivas de los sistemas silvopastoriles, lo que se correlaciona positivamente con los capitales Humano, Cultural, Físico y Financiero de la comunidad

6.3.3.4 Conservación de recurso natural y producción pecuaria

Los productores son conscientes de que el cuidar los bosques, les ayudará a conservar la fauna silvestre, proteger las fuentes de agua, y disminuir la velocidad de los vientos (Figura 26). Para este último, saben que la presencia de especies en los diferentes estratos del perfil vertical (superior, arbustivo y herbáceo) es la manera más eficaz de contrarrestar la velocidad de los vientos que tanto afecta a los árboles causando caída de frutales, volcamiento de árboles, afectación en cultivos y ganado; este último es el recurso al que más quieren proteger de los efectos del viento, pues por la deshidratación que causa a los animales y pasto, causan una reducción en la producción de leche.

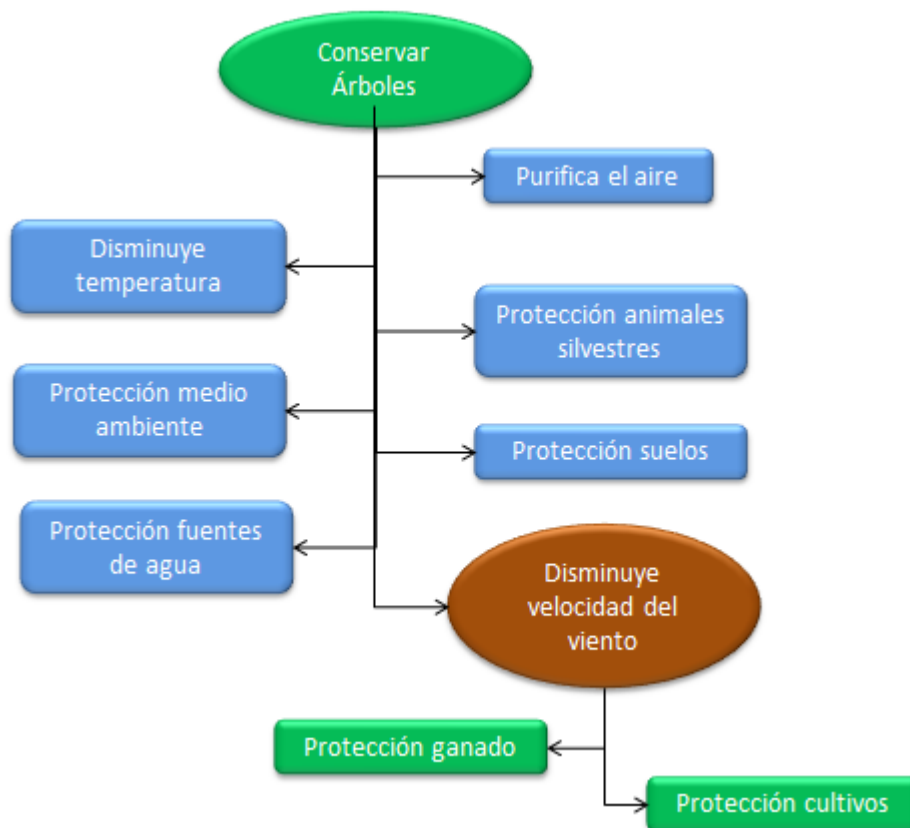


Figura 26. Conocimiento local sobre consecuencias positivas de la conservación de las especies arbóreas en potreros de Rivas, Nicaragua.

6.3.3.5 Percepción de los productores sobre la relación entre deforestación, políticas y variabilidad climática

Los productores de Rivas perciben los cambios en la temperatura, vientos y en la variación de la duración de las sequías a nivel local. Insisten en que desde hace aproximadamente 20 años, las sequías empezaron a hacerse más largas y aducen que la causa principal de este problema es la deforestación inducida principalmente para la expansión de la frontera ganadera y la obligatoriedad de la utilización de la tierra con fines productivos impuesta en los procesos de reforma agraria de los años 80 donde tierras no aptas para la producción ganadera, fueron deforestadas, con el objetivo de que no fueran asignadas a otras personas, por la supuesta falta de utilización.

Otro factor importante, que se suma a los estragos de la sequía, es la rápida desecación de las fuentes de agua, puesto que las pequeñas quebradas y ríos que recorren este territorio, pasaron de ser cuerpos de agua permanentes, a canales totalmente desérticos que pierden casi todo su contenido de agua a mitad de la época de sequía, con los consecuentes problemas para los ganaderos y agricultores por la falta del recurso hídrico.

Según los productores la causa principal del secado de las fuentes de agua a mitad del tiempo de sequía, es la deforestación de los bosques ribereños y de los nacimientos de agua, pues según ellos la penetración directa de los rayos directos del sol causa una rápida evaporación de estas fuentes. Sumado a esto, la pérdida de la red de raíces de los árboles, ocasiona que el agua se “profundice” en el suelo por lo que ya no correrá por la superficie de este; factor que incide también en que el nivel freático del agua en los pozos subterráneos, sea cada vez más profundo, con la consecuente dificultad para obtener este recurso natural.

6.3.3.6 Servicios, especies y rasgos funcionales

En el Cuadro 10, se pueden encontrar los servicios evaluados, los rasgos funcionales y las principales especies que los presentan. Se puede observar en este cuadro que las especies que están presentes en gran parte de los servicios evaluados, se encuentran el genízaro (11 servicios), el guanacaste (11 servicios), el guásimo (6 servicios). El análisis de este cuadro demuestra la gran similitud existente entre el genízaro y el guanacaste, los cuales coinciden en gran parte de sus rasgos funcionales y por ende en el tipo de bienes y servicios que prestan.

Cuadro 10. Resumen del conocimiento local sobre rasgos funcionales de especies prestadoras de bienes y servicios en sistemas de producción agropecuaria de Rivas, Nicaragua.

Servicios	Rasgos funcionales	Principales especies dentro del servicio
Frutos alimentación humana	Sabor dulce, tamaño grande, contenido de vitamina C, producción abundante	Mango, jocote, mamón, guayaba, cítricos (limón, mandarina, toronja, naranja), níspero, coco
Leña	Leña compacta: alta densidad, peso, bajo contenido de humedad	Quebracho, madero, madroño, níspero de monte, guachipilín, chiquirín, güiligüiste
	Leña porosa: baja densidad, poco peso, alto contenido de humedad	Guásimo, guanacaste, genízaro
Madera	Madera dura: alta densidad, crecimiento a veces lento, alto peso	Madero, madroño, guachipilín, mora, güiligüiste, cóbano, roble, ñámbaro, níspero de monte, guayacán
	Madera blanda: baja densidad, Rápido crecimiento, poco peso, fibras largas, fibras cortas, presencia de veteados	Cedro, guanacaste, pochote, guásimo, tigüilote, genízaro
Sombra para ganado	Perennifolios, copa amplia	Guanacaste, tigüilote, genízaro, jícaro, guásimo, mamón, matapalo, mango, acacia amarilla
Sombra para pasto	Copa rala, árbol caducifolio	guanacaste, genízaro, guásimo, acacia amarilla, jícaro,
Protección contra el viento	Tamaño grande, copa densa	guanacaste, eucalipto, genízaro, mango, espavel, pochote, jabillo, roble
Producción de forraje	Hojas suaves, palatabilidad, hojas pequeñas, contenido de proteínas, producción de vainas	Madero, guásimo, leucaena, guanacaste, genízaro, carao, jícaro, marango
Frutos alimentación animal	sabor dulce, olor a miel, estacionalidad, producción abundante	Mango, genízaro, guásimo, guanacaste, carao, jícaro, jocote, naranja
Mejoramiento de suelos	Hojas suaves, producción de vainas, rápida descomposición, producción	Madero, guásimo, genízaro, guanacaste, carao, marango, tigüilote, jocote

	de biomasa	
Protección de fuentes de agua	Abundantes raíces, raíces profundas, copa densa, arboles grandes, perennifolios	Guanacaste, tigüilote, genízaro, chilamate, matapalo, madroño, espavel, roble
Control de erosión	Raíces profundas, raíces abundantes, producción de biomasa, árboles grandes densidad de árboles	Guanacaste, genízaro, espavel, tigüilote, mata palo, pochote, chilamate, terciopelo
Resistencia a la sequía	Raíces profundas, caducifoleidad, contenido de agua del tallo, producción abundante de semillas, presencia de espinas (indirecto)	Guanacaste, genízaro, espavel, jobo, jocote, cornizuelo, aramo, carao
Biodiversidad	Copa densa, perennifolios, producción de frutos (preferiblemente dulces)	Todas las especies principalmente frutales, árboles frondosos y perennifolios

6.3.4 Ranqueo de especies

6.3.4.1 Selección de servicios y especies a someter a ranqueo

Como criterio para la selección de las especies que se sometieron al ranqueo, se aplicó el índice de importancia de especies (IIE), en el cual se 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. A continuación se justifica la priorización de los servicios a ser evaluados, así como las especies elegidas (a ranquear) dentro de cada servicio.

- Producción de frutos y forraje (nutrición bovina)

El servicio nutrición bovina es importante porque está directamente relacionado con la producción ganadera, y es uno de los factores que más se pone a prueba durante la época de sequía, donde la capacidad de algunas especies para brindar frutos y forrajes en esta época, es trascendental para el sostenimiento de la producción ganadera en zonas secas.

Dentro de la base de conocimientos (KB) se puede evidenciar que este es uno de los temas más importantes y/o conocidos debido a la cantidad de especies que se reportan como forrajeras (34) y como frutales de consumo animal (40).

- Sombra para ganado y pastos

La sombra para el ganado es un elemento de suma importancia a la hora de valorarla como servicio, ya que los productores reconocen que el estrés calórico causado por la exposición directa al sol, es uno de los factores que más incide en la baja de la producción ganadera de la zona, pues el sol directo y las altas temperaturas de la zona son una constante que se incrementa durante la época de sequía.

Las aseveraciones que estas personas hacen sobre los efectos nocivos del estrés calórico y la necesidad de controlarlo, se refuerzan con lo expresado por Pezo y Ibrahim (1998), quienes argumentan que entre los beneficios de la sombra como reguladora del estrés calórico sobre el comportamiento y productividad animal en pastoreo están: que los animales dedican más tiempo para pastorear y rumiar, mayor consumo de alimento, disminución de los requerimientos de agua de los animales, incremento en la eficacia de conversión alimenticia, entre otros.

Evaluar la capacidad de los árboles de permitir el establecimiento y el crecimiento del pasto debajo de su sombra, es un criterio importante al evaluar la capacidad de las especies para aportar o no intervenir con la producción del pasto, lo que en últimas define en mucho el grado de adopción que pudieran tener al interior de los sistemas de producción ganadera.

Se pueden destacar dentro de la KB, 24 especies de árboles que sirven de forma diferente para el pasto y para el ganado, las cuales sería conveniente evaluar

- Producción de leña

Las condiciones socioeconómicas (bajos recursos económicos, poca cobertura de servicio eléctrico y gas domiciliario) de Rivas hacen que sea necesaria la inclusión del servicio leña, ya que hace parte de la realidad de la vida y de la cultura de los pobladores. Por otra parte, por la falta de manejo adecuado y con el aprovechamiento irracional al que se están

sometiendo los árboles de leña, se están amenazando la flora, la fauna y los recursos hídricos, lo que está ocasionando una marcada degradación del paisaje de la zona de Rivas

Se identifican dentro de la KB 37 especies utilizadas para leña dentro de la comunidad.

- Protección de fuentes de agua

La presencia de épocas de sequía cada vez más agresivas, la pérdida de cobertura vegetal en especial en zonas riparias, y la necesidad permanente del recurso agua dentro de los sistemas de producción ganadera, hace necesario que se evalúe la capacidad de algunas especies que ayuden a la conservación de este preciado recurso.

Se identificaron 33 especies que de acuerdo a sus diferentes características aportan en mayor o menor grado a la protección de fuentes de agua

- Resistencia a la sequía

Es de suma importancia evaluar los diferentes mecanismos de resistencia a situaciones adversas (sequía) de las especies componentes de los sistemas de producción ganadera, ya que determinaran la resistencia del sistema como un todo, y aportará a la evaluación de su sostenibilidad productiva en diferentes escenarios climáticos.

- 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 a merced de elementos climáticos como lo son las 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

6.3.4.2 Índice de importancia de especies/servicios seleccionados

Después de la aplicación del IIE, se pudo obtener que para el servicio nutrición bovina, las especies más importantes son el madero negro, y el guásimo con IIE de 6.2 y 5.5 respectivamente. En el servicio sombra para el ganado y pasto, encontramos al guanacaste,

tigüilote y genízaro con un valor de IIE de 2.7 para las tres especies. En el servicio leña, encontramos al madroño y al quebracho con IIE de 4.2 y 4 respectivamente; en el servicio protección de fuentes de agua, guanacaste, tigüilote y genízaro, son las más importantes con valores de IIE de 2.7 para las tres especies. En los servicios resistencia a la sequía y control de erosión y mejoramiento de suelos, el guanacaste y el genízaro fueron las especies más importantes con IIE de 3.7 para las dos especies en ambos servicios (Cuadro 11).

Cuadro 11. Especies con mayor índice de importancia (IIE) /servicio.

Nutrición		Sombra para pasto y ganado		Leña		Protección fuentes de agua		Resistencia a la sequía		Control de erosión y mejoramiento de suelos	
Especie	IIE	Especie	IIE	Especie	IIE	Especie	IIE	Especie	IIE	Especie	IIE
<i>G. sepium</i>	6.2	<i>E. cyclocarpum</i>	2.7	<i>C.candidissimum</i>	4.2	<i>E. cyclocarpum</i>	2.7	<i>E. cyclocarpum</i>	3.7	<i>E. cyclocarpum</i>	3.7
<i>G. ulmifolia</i>	5.5	<i>C. dentata</i>	2.7	<i>Cojoba sp.</i>	4.0	<i>C. dentata</i>	2.7	<i>S. saman</i>	3.7	<i>S. saman</i>	3.7
<i>L. Leucocephala</i>	3.0	<i>S. saman</i>	2.7	<i>G. sepium</i>	3.2	<i>S. saman</i>	2.7	<i>A. excelsum</i>	3.2	<i>A. excelsum</i>	2.9
<i>E. cyclocarpum</i>	2.,8	<i>G. ulmifolia</i>	2.5	<i>K. calderonii</i>	3.1	<i>Ficus sp.</i>	2.3	<i>S. mombin</i>	2.5	<i>Chilamate</i>	2.8
<i>S. saman</i>	2.7	<i>F. cutinifolia</i>	2.4	<i>D. robinoides</i>	3.1	<i>Ficus cutinifolia</i>	2.3	<i>S. purpurea</i>	2.5	<i>G. sepium</i>	2.7
<i>C. grandis</i>	2.3	<i>Acasia sp.</i>	2.2	<i>Manilkara sp.</i>	3.1	<i>C.candidissimum</i>	2.2	<i>A. collinsi</i>	2.1	<i>C, grandis</i>	2.4
<i>C. alata</i>	3.2	<i>C. alata</i>	2.2	<i>Myrospermam frutescens</i>	3.0	<i>A. excelsum</i>	2.2	<i>A. farnesiana</i>	2.0	<i>M. oleifera</i>	2.3
<i>M. indica</i>	2.3	<i>M. bijugatus</i>	2.2	<i>Sideroxylon capiri</i>	2.8	<i>T. rosea</i>	2.2	<i>C. grandis</i>	0.4	<i>C. dentata</i>	1.2

6.3.4.3 Resultados aplicación ranqueo en campo

6.3.4.3.1 Ranqueo de especies/servicio control de erosión y mejoramiento de suelos

Se encontraron diferencias significativas ($p=0.001$) en el ranqueo de especie para el servicio control de erosión y mejoramiento de suelos. En este servicio las especie más importante para los productores son: *Anacardium excelsum* con una media de 6.29; guanacaste *Enterolobium cyclocarpum* con una media de 6.11, *Samanea saman* con una media de 5.92 y *Ficus sp.* con media 5.13 (Cuadro 12).

Anacardium excelsum es una especie de abundancia común en la zona (32 individuos registrados en inventario florístico de la zona), que además del control de erosión y mejoramiento de suelos, los productores lo incluyen en los servicios protección de fuentes de agua y resistencia a la sequía; en cuanto a bienes su madera es del tipo blanda, según los productores es de calidad baja. *Enterolobium cyclocarpum* y *Samanea saman* con 57 y 49 individuos muestreados respectivamente, son especies de abundancia común, ambas prestan servicios de nutrición bovina, rompevientos, protección de fuentes de agua, y resistencia a sequía; entre sus bienes aportados, se pueden mencionar la leña y la madera del tipo blando que aunque es considerado de calidad baja, en la zona tienen mercado pues de él se obtienen tablas para la construcción de casas. *Ficus sp* por su parte, está presente el servicio protección de fuentes de agua (Cuadro 12).

Cuadro 12. Ranqueo de especies dentro del servicio control de erosión y mejoramiento de suelos.

Control de erosión y mejoramiento de suelos	Medias		Servicios					Bienes				
			Sombra para el pasto y ganado	Nutrición bovina	Rompevientos	Protección. de fuentes de agua	protección. Biodiversidad	Resistencia sequía	Leña	Medicina	Madera	Frutos al. Humana
<i>A. excelsum</i>	6.29	A		x		x		x			x	
<i>E. cyclocarpum</i>	6.11	A	x	x	x	x		x	x		x	
<i>S. saman</i>	5.92	A	x	x	x	x		x	x		x	
<i>Ficus Sp.</i>	5.13	A	x			x						

<i>C. dentata</i>	4.00	C	x	x	x	x		x		x	
<i>G. sepium</i>	3.76	C		x				x		x	
		D							x		
<i>C. grandis</i>	3.13	D		x				x			x
<i>M. oleifera</i>	1.66	E		x				x	x		

La posición privilegiada de estas especies dentro de este ranqueo, se justifica ya que según los productores presentan rasgos comunes como lo son: una raíz principal profunda que evita movimientos en masa, raíces secundarias abundantes que le permiten minimizar la velocidad de la escorrentía; producen además hojas ricas en proteínas que fertilizan el suelo una vez caídas y descompuestas (Figura 27, $p= 0.0001$).

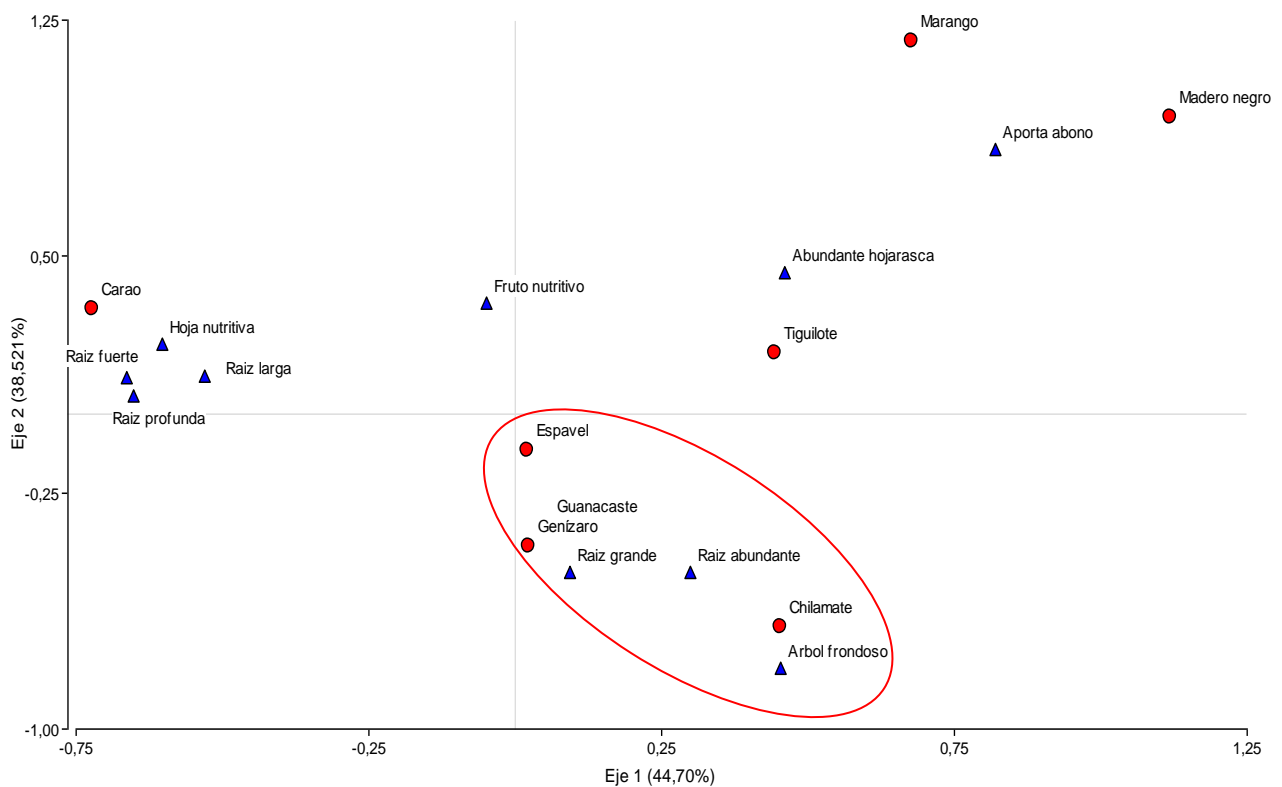


Figura 27. Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y rasgos funcionales para el servicio control de erosión y mejoramiento de suelos

En el último lugar del ranqueo podemos encontrar a *Moringa oleifera* con una media de 1.66. La baja puntuación se debe a que según los productores, esta especie posee sistema

radicular escaso, raíz superficial y copa rala que no brinda mucha protección al suelo (Figura 28; $p=0.0954$).

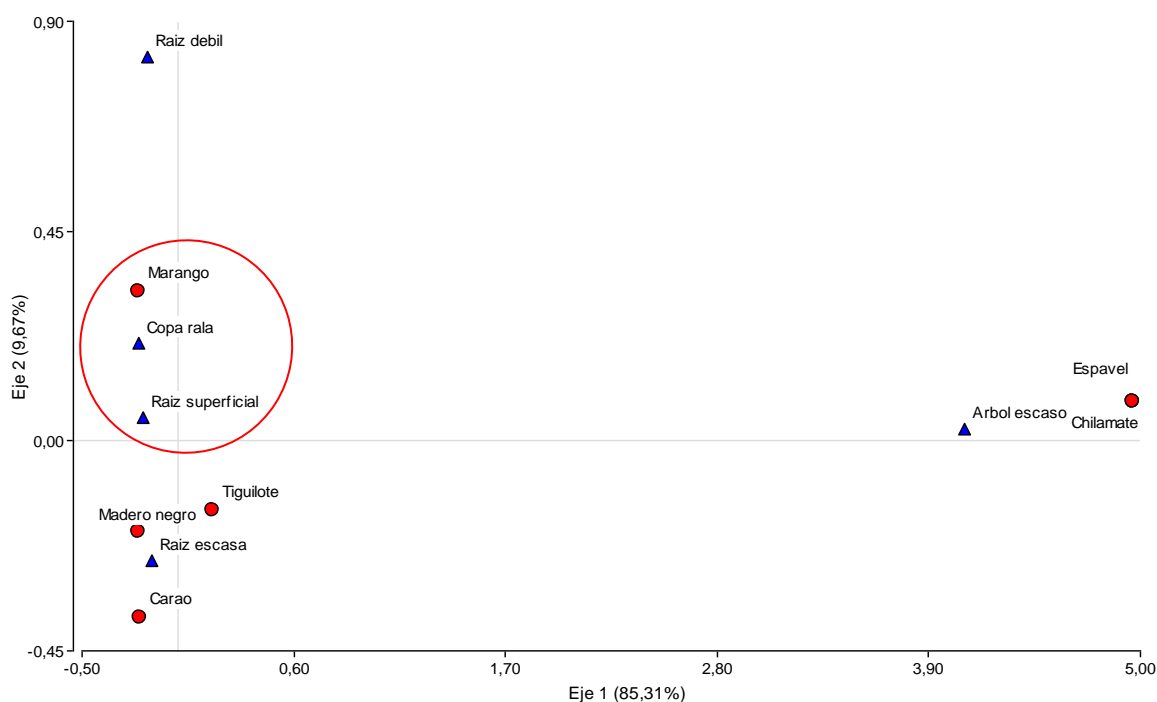


Figura 28. Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y antiservicios³ para el servicio control de erosión y mejoramiento de suelos.

6.3.4.3.2 Ranqueo de especies/servicio Leña

Se encontraron diferencias significativas ($p=0.001$) en el ranqueo de especie para el servicio Leña. Las especies más importantes dentro de este servicio, son *Calycophyllum candidissimum* con una media de 6.45. En posición similar podemos encontrar a *Gliricidia sepium* con una media de 6.29 (Cuadro 13). Según inventario de especies de la zona, *Calycophyllum candidissimum* y *Gliricidia sepium* registran 181 y 152 individuos respectivamente, lo que los categoriza como especies abundantes en la zona.

³ Antiservicio: Rasgo funcional o factor físico, ecológico o socioeconómico de que afecta negativamente la prestación de un bien o servicio por parte de una especie.

Es de resaltar que todas las especies del ranqueo a excepción del tempisque pertenecen al grupo de “leñas compactas o finas” las cuales tienen precios en la zona que oscilan entre los US\$17-26/m³ y aportan un bien económico importante a las personas que las comercializan. Además de su presencia en el servicio leña, el madroño se registra en los servicios nutrición bovina, protección de fuentes de agua y en el bien madera; se presenta además en el bien madera por su característica de alta dureza. El madero está reportado en los servicios de nutrición bovina y mejoramiento de suelos; entre los bienes que se le asignan, están el medicinal y la madera (Cuadro 13), presentando en este último una gran aceptación social y comercial ya que pertenece a las maderas duras muy apreciadas para la construcción de casas en la zona.

Cuadro 13. Ranqueo de especies dentro del servicio leña.

Leña	Medias		Servicios							Bienes			
			Sombra para el pasto y ganado	Nutrición bovina	Rompevientos	Protección de fuentes de agua	control de erosión	Mejoramiento de suelos	Protección Biodiversidad	Resistencia Sequía	Medicinal	Madera	Frutos al. Humana
<i>C. candidissimun</i>	6.45	A		x		x						x	
<i>G. sepium</i>	6.29	A	x	x				x			x	x	
<i>L. auritum</i>	5.13	B											
<i>Mnilkara sp.</i>	4.74	BC				x						x	
<i>D. robinoides</i>	4.37	BC		x								x	
<i>M. frutescens</i>	4.00	CD										x	
<i>K. calderonii</i>	3.42	D								x	x		
<i>S. capiri</i>	1.61	E			X	x							

Según los productores, la posición privilegiada de estas especies se debe a que son árboles que producen una leña dura de excelente calidad, la cual dura mucho tiempo, tiene alta inflamabilidad, produce llama de alta temperatura y produce brasas que pueden conservar el calor durante mucho tiempo (Figura 29, p=0.901).

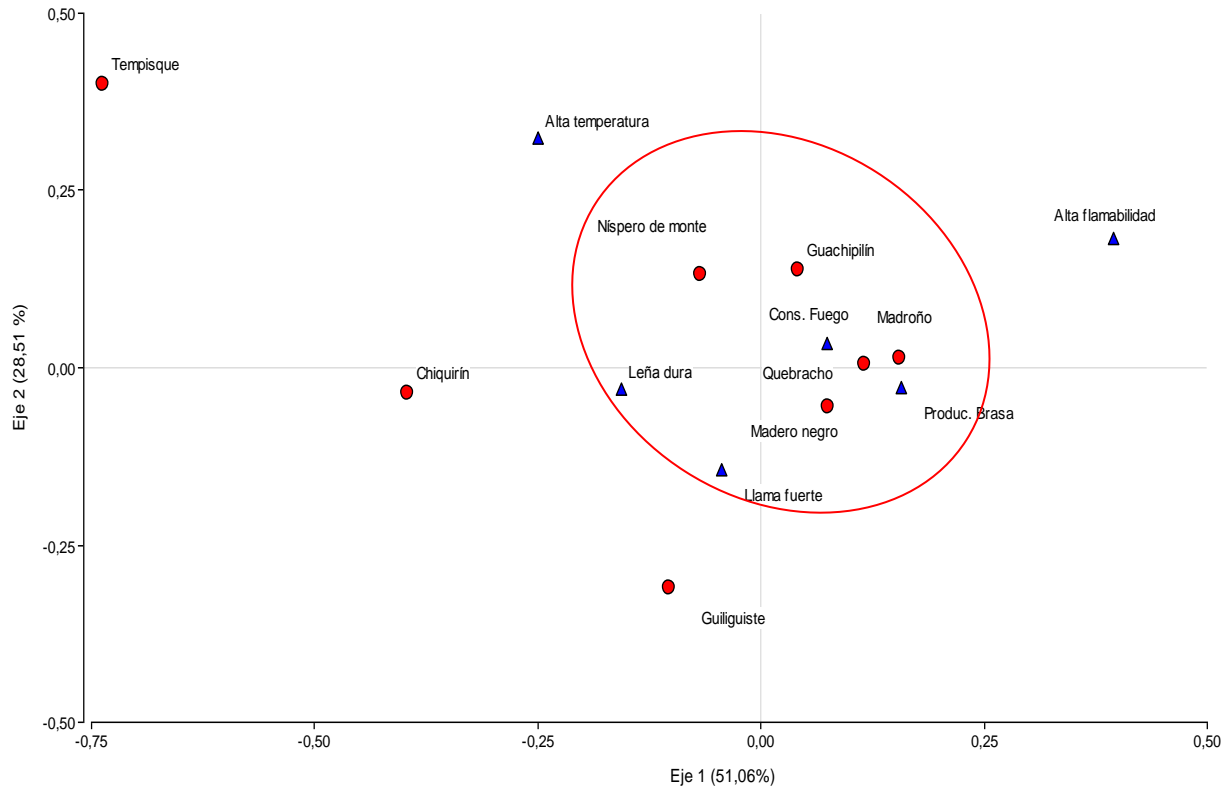


Figura 29. Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y rasgos funcionales para el servicio leña.

La especie con menor valor en este ranqueo es el *Sideroxylon capiri* con una media de 1.61, la cual según los productores, es una “leña de inferior calidad” a las demás ya que es de densidad blanda que se consume muy rápido, no produce brasas y que arroja mucho humo que es molesto para quien la utiliza para labores de cocción (Figura 30, $p=0.4808$).

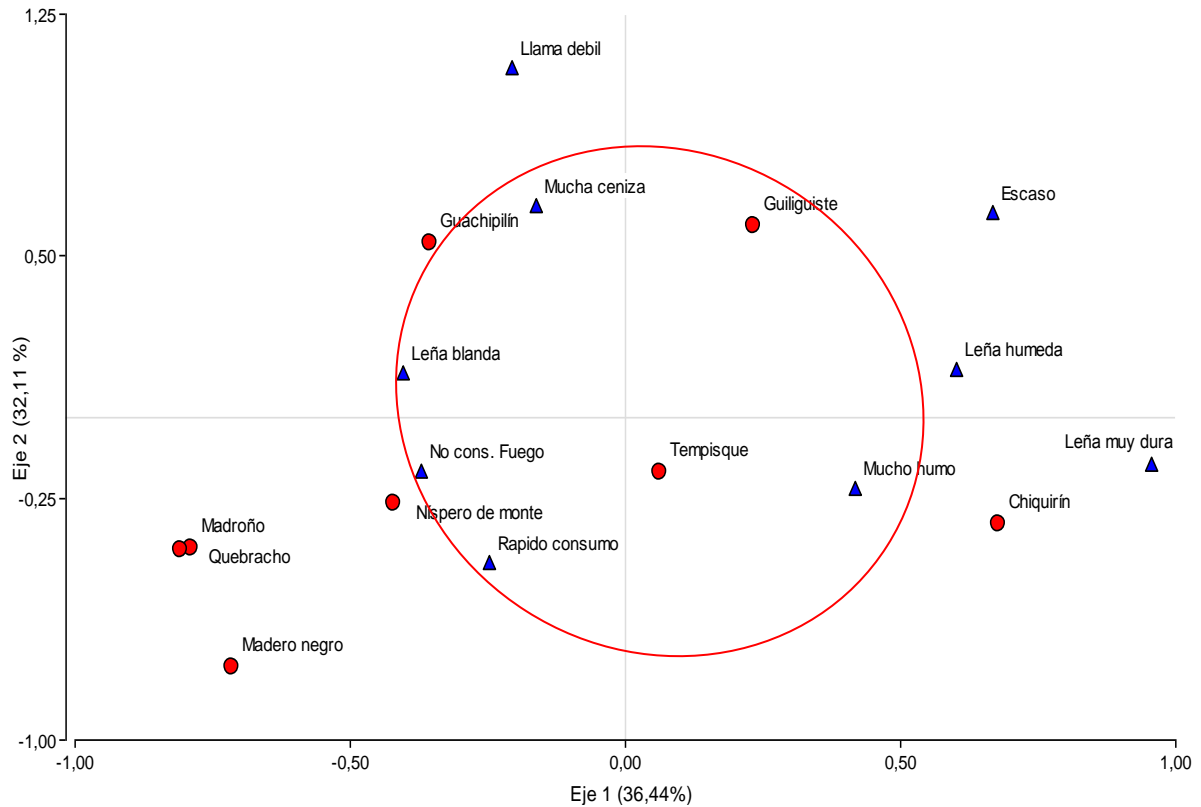


Figura 30. Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y antiservicios para el servicio leña.

6.3.4.3 Ranqueo de especies/servicio nutrición bovina

Se encontraron diferencias significativas ($p=0.001$) en el ranqueo de especie para el servicio nutrición bovina. Como la especie más importante dentro de este servicio encontramos al *Guazuma ulmifolia* con una media de 6.87 (Cuadro 14). El guásimo es una de las más abundantes especies de importancia para los sistemas de producción ganadera para la zona (265 individuos muestreados).

Entre los servicios que el *Guazuma ulmifolia* presta además de nutrición bovina, se pueden encontrar sombra para el pasto y ganado, control erosión y mejoramiento de suelos y como rompevientos; entre los bienes está su utilidad como leña del tipo blanda que a pesar de ser clasificada como de “calidad baja”, cual tiene un valor de mercado para la zona, el cual está alrededor de los US\$6-7/m³. Otro bien ofrecido es el medicinal y finalmente frutos de alimentación humada (Cuadro 14).

Cuadro 14. Ranqueo de especies dentro del servicio nutrición bovina.

Nutrición bovina	Medias		Servicios						Bienes			
			Sombra para el pasto y ganado	Rompevientos	Protección de fuentes de agua	control de erosión y Mejoramiento de suelos	Protección Biodiversidad	Resistencia sequía	Leña	Medicina	Madera	Frutos al. Humana
<i>G. ulmifolia</i>	6.87	A	X	x		x			x	x		x
<i>G. sepium</i>	5.16	B				x			x	x	x	
<i>S. saman</i>	4.68	BC	X	x	X	x		x	x		x	
<i>C. alata</i>	4.11	CD	X				x					
<i>C. grandis</i>	3.89	CD				x			x			x
<i>L. leucocephala</i>	3.89	CD										
<i>E. cyclocarpum</i>	3.74	D	X	x	X	x		x	x		x	
<i>M. oleifera</i>	3.66	D	X	x			x					X

El que *Guazuma ulmifolia* sea la especie más apreciada por los productores en cuanto a nutrición bovina se refiere, es explicado porque las hojas son suaves y pequeñas, son altamente palatables y digeribles por los animales, los que muestran una altísima preferencia por ella, llegando a consumirla hasta en estado seco en forma de hojarasca sobre el suelo. Los frutos pequeños de sabor dulce y “olor a miel” también son muy apetecidos por los animales en la época de sequía que es cuando son producidos, a este aspecto los productores confieren suma importancia, ya que en esta época es donde hay escasez de pastos para la alimentación animal (Figura 31, $p= 0.0001$).

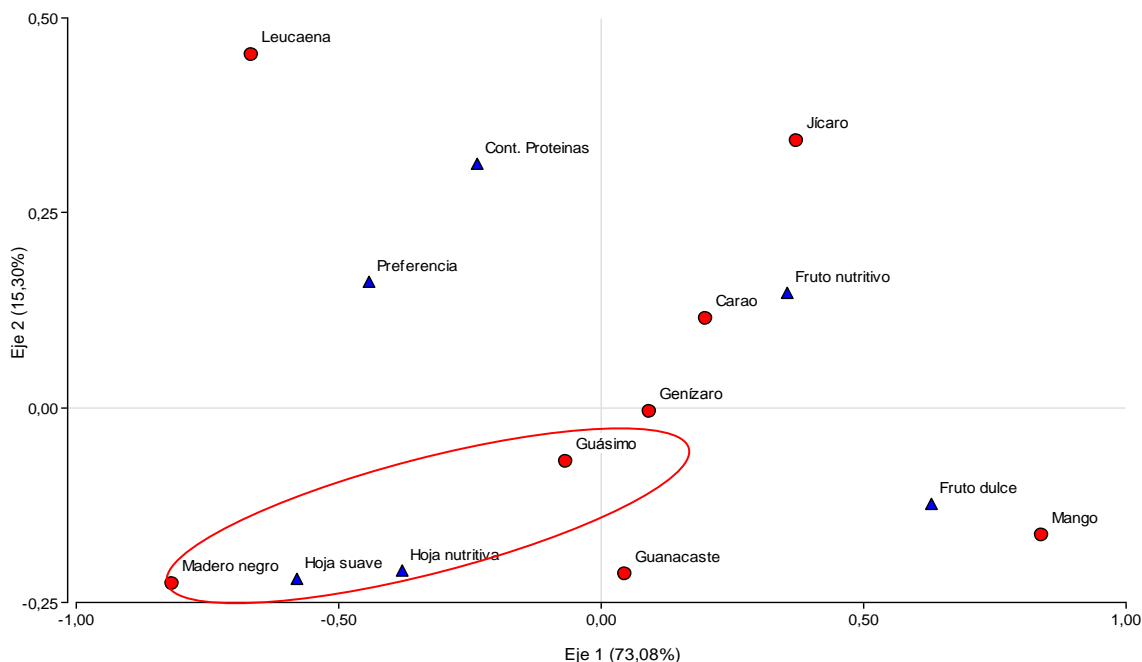


Figura 31. Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y rasgos funcionales para el servicio nutrición bovina.

El posicionar a la *Leucaena leucocephala* como una de las mejores forrajeras, coincide con lo reportado por Regmi y Garforth, (2010), quienes en el distrito de Chitwan, Nepal, encontraron que para los productores ganaderos de la zona, la *Leucaena* posee el segundo puesto dentro de un ranqueo de importancia, por poseer características como buena producción de leche, fácil propagación, producción de forraje, especie multipropósito, entre otras.

Las especies con menores valores dentro de este ranqueo son *Manguifera indica* *Enterolobium cyclocarpum* con una media de 3.74 y 3.66 respectivamente, los cuales a pesar de ser especies que aportan forraje y frutos para la alimentación de ganado, no son muy apreciadas por un gran número de productores, ya que producen como antiservicios, atoramiento en el caso del mango y abortos en cuanto al guanacaste se refiere (Figura 32, $p= 0.0001$).

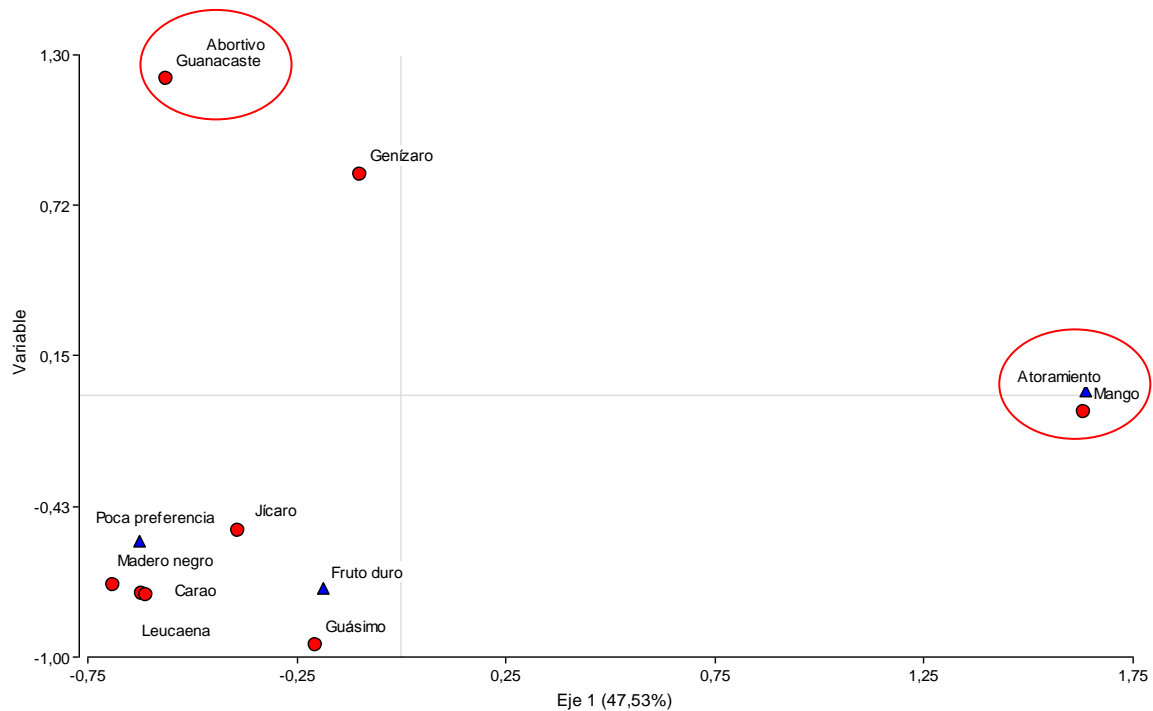


Figura 32. Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y antiservicios para el servicio nutrición bovina.

El mango a pesar de haber obtenido un bajo valor dentro del ranqueo por causar posibles atoramientos al ganado, es uno de los árboles frutales que más aportan un bien económico a la comunidad de Rivas, la cual es conocida por la comunidad nicaragüense como “la ciudad de los mangos”. Durante la época de sequía (el de mayor abundancia de este fruto) el fruto de mango se comercializa a valores que oscilan entre los US\$1.5-3.0/docena dependiendo del tamaño de los mismos.

6.3.4.3.4 Ranqueo de especies/servicio protección de fuentes de agua

Se encontraron diferencias significativas ($p=0.001$) en el ranqueo de especie para el servicio protección de fuentes de agua. Para este servicio, podemos encontrar al espavel como la especie más importante con una media de 7.32 (Cuadro 15). *Anacardium excelsum* es una especie de abundancia común en la zona (32 individuos. muestreados).

Adicionalmente se puede destacar que con la gran cantidad de hojarasca que produce y se acumula en el suelo, se mantiene la humedad del suelo y se evita también que entre en

contacto con los rayos del sol, evitando así la evaporación del agua que se encuentra en este. Por último, el carácter perennifolio de esta especie permite que la protección que brinda a las fuentes de agua, sea constante durante todo el año.

Además de la protección de fuentes de agua, el espavel es una especie que hace su aporte en otros servicios como sombra para ganado y pasto, nutrición bovina, control de erosión y mejoramiento de suelos y resistencia a la sequía; en cuanto a bienes su madera es del tipo blanda de calidad baja (Cuadro 15).

Cuadro 15. Ranqueo de especies dentro del servicio protección de fuentes de agua.

Protección de Fuentes de agua	Medias		Servicios						Bienes			
			Sombra para el pasto y ganado	Nutrición bovina	Rompevientos	control de erosión y Mejoramiento de suelos	Protección Biodiversidad	Resistencia sequía	Leña	Medicinal	Madera	Frutos al. Humana
<i>A. excelsum</i>	7.32	A	x	x		x		x			x	
<i>E. cyclocarpum</i>	5.97	B	x	x	x	x		x	x		x	
<i>S. saman</i>	5.82	B C	x	x	x	x		x	x		x	
<i>Ficus sp.</i>	5.21	C	x	x	x	x						
<i>Ficus cutinifolia</i>	4.37	D	x			x	x					
<i>C. dentata</i>	2.89	E	x	x		x	x		x		x	
<i>T. rosea</i>	2.21	F	x	x					x		x	
Madroño	2.21	F	x	x					x		x	

Entre los rasgos funcionales que los productores destacan para *Anacardium excelsum* se pueden mencionar, un sistema radicular profundo que bombea el agua subterránea; una copa amplia y frondosa que minimiza la entrada de los rayos del sol, conservando la humedad dentro de bosques riparios que es la zona donde generalmente se establecen, estas características son similares un gran parte a las encontradas en el guanacaste y el genízaro (Figura 33, $p= 0.0001$).

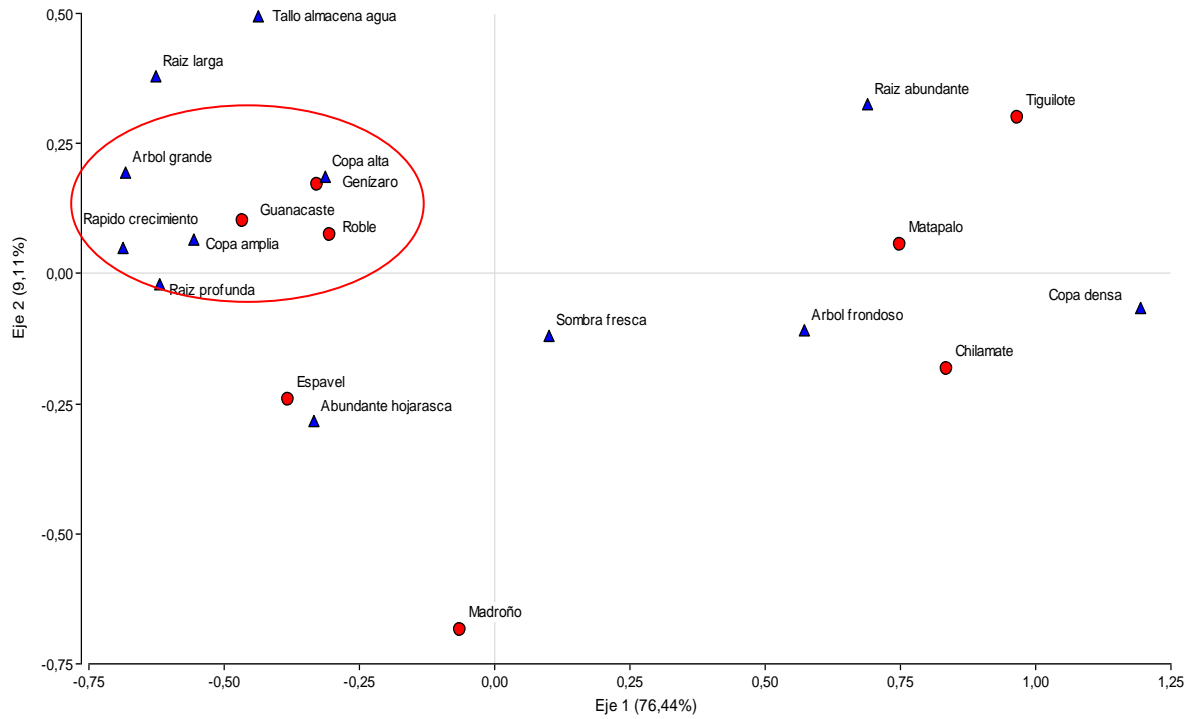


Figura 33. Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y rasgos funcionales para el servicio protección de fuentes de agua.

En el último lugar del ranqueo podemos encontrar al *Calycophyllum candidissimum* y al *Tabebuia rosea* ambos con una media de 2.21. Estas especies según los productores se relacionan con antiservicios como árboles caducifolios de corta vida, copa pequeña y escaso forraje y que presentan sistemas radiculares superficiales (Figura 34, $p=0.2948$).

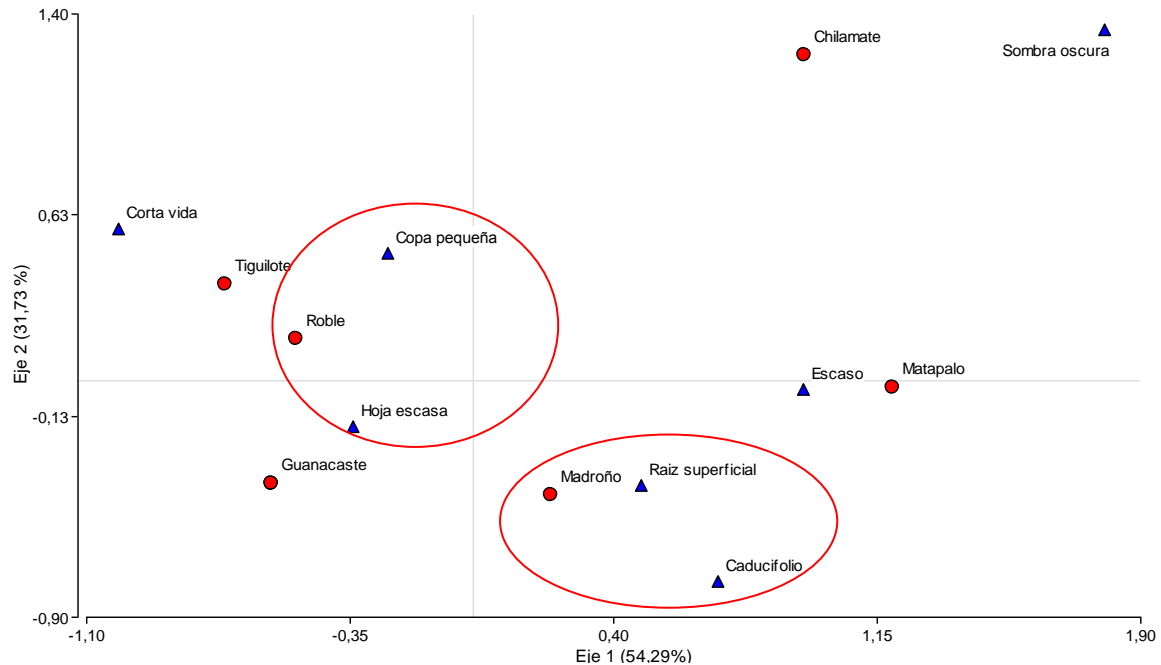


Figura 34. Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y antiservicios para el servicio protección de fuentes de agua.

6.3.4.3.5 Ranqueo de especies/Resistencia a la sequía

Se encontraron diferencias significativas ($p=0.001$) en el ranqueo de especie para el servicio resistencia a la sequía. Las especies que según el criterio de los productores son más resistentes a la sequía, tienen todas una abundancia común en la zona (se encuentran con facilidad), Estas especies son: *Anacardium excelsum* con media 5.29 (32 individuos muestreados); *Samanea saman* con media 5.11 (49 individuos. muestreados); *Enterolobium cyclocarpum*, media 4.97 (57 individuos muestreados); *Spondias. purpurea* con media 5.05 (35 individuos muestreados) y *Spondias. mombin* con media 4.84 (97 individuos muestreados) (Cuadro 16).

De forma adicional a la prestación del servicio resistencia a la sequía que los productores perciben del espavel, esta especie se puede asociar a la protección de fuentes de agua, sombra para ganado y pasto, nutrición bovina, control de erosión y mejoramiento de suelos; en cuanto a los bienes, su madera es del tipo blanda considera de calidad baja (Cuadro 16).

El hecho de que los productores consideren al espavel como una especie resistente a la sequía, es un aspecto que debería ser evaluado con más profundidad, ya que el análisis de la cobertura arbórea de Rivas, demuestra que esta es una especie que solo vive en los bosques riparios por lo que se podría sospechar que presenta fuertes requerimientos de agua. Esta facilidad para disponer de agua en capas superficiales del perfil del suelo, podría ser una de las razones por la que esta especie conserva sus hojas durante la época de sequía. Estos factores podrían ocasionar que los productores hagan una errónea interpretación sobre la supuesta resistencia a la sequía de esta especie.

Cuadro 16. Ranqueo de especies dentro de resistencia a la sequía.

Resistencia a la sequía	Medias		Servicios					Bienes			
			Sombra para el pasto y ganado	Nutrición bovina	Rompevientos	Protección de fuentes de agua	control de erosión y Mejoramiento de suelos	Protección Biodiversidad	Leña	Medicinal	Madera
<i>A. excelsum</i>	5.29	A		x		x	x			x	
<i>S. saman</i>	5.11	A	x	x	x	x	x		x	x	
<i>S. monbin</i>	5.05	A		x		x	x	x		x	x
<i>E. cyclocarpum</i>	4.97	A	x	x	x	x	x	x		x	
<i>S. purpurea</i>	4.84	A		x		x		x		x	x
<i>A. farnesiana</i>	4.68	A		x							
<i>A. collinsi</i>	3.45	B		x					x		x
<i>C. gradis</i>	2.61	B		x			x		x		x

A estas mejores especies los productores las relacionan con rasgos o características como sistema radicular profundo que les permite obtener agua de los niveles más profundos del perfil del suelo, en el caso especial del jobo la consideran como una especie que almacena gran cantidad de agua en su tallo, por lo que es capaz de resistir grandes periodos de sequía (Figura 35, $p= 0.0001$).

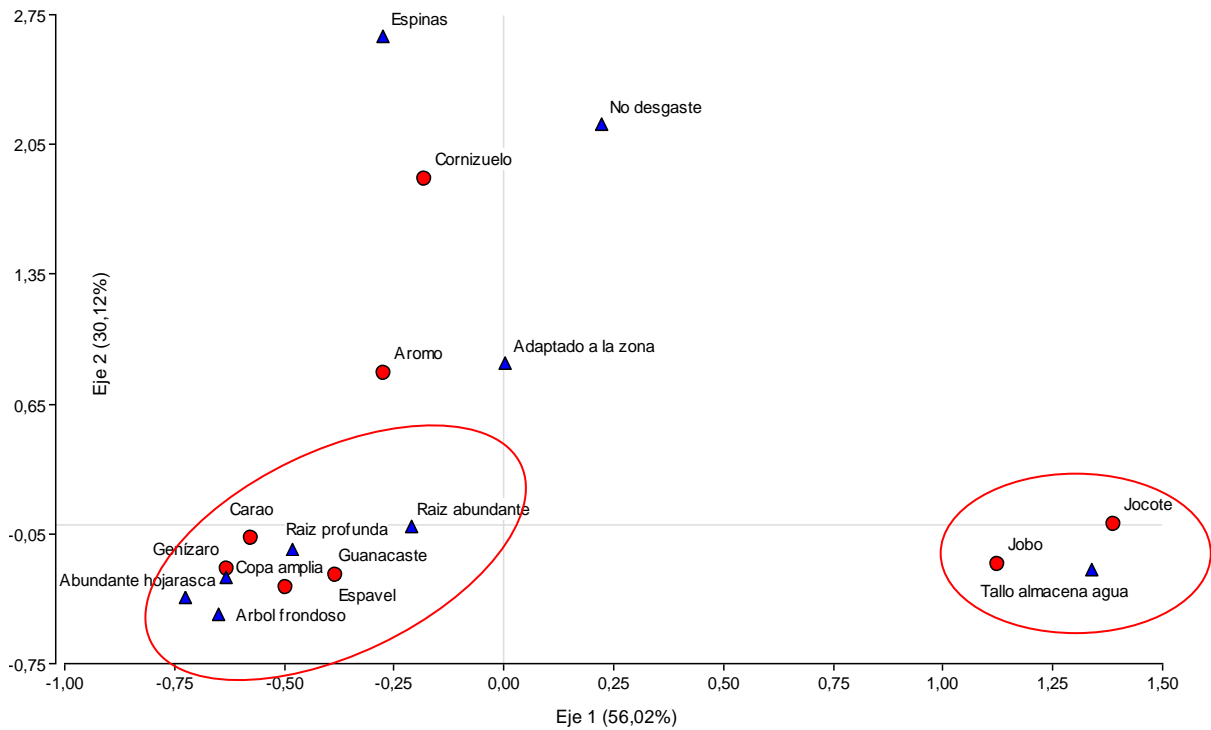


Figura 35. Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y rasgos funcionales para el servicio resistencia a la sequía.

Acacia collinsi y *Casia grandis* con medias de 3.45 con 2.61 respectivamente, son las especies que ocuparon los últimos puestos del ranqueo (Cuadro 16). La baja posición de estas especies en el ranqueo, obedece al hecho de que los productores aseguran que el carao y el cornizuelo poseen sistemas radiculares muy superficiales y en el caso específico del cornizuelo, cuando la época de sequía se hace muy larga y pierde agua, es fácilmente atacado por polillas lo que acorta su resistencia y su vida en el tiempo de sequías (Figura 36, $p= 0.034$).

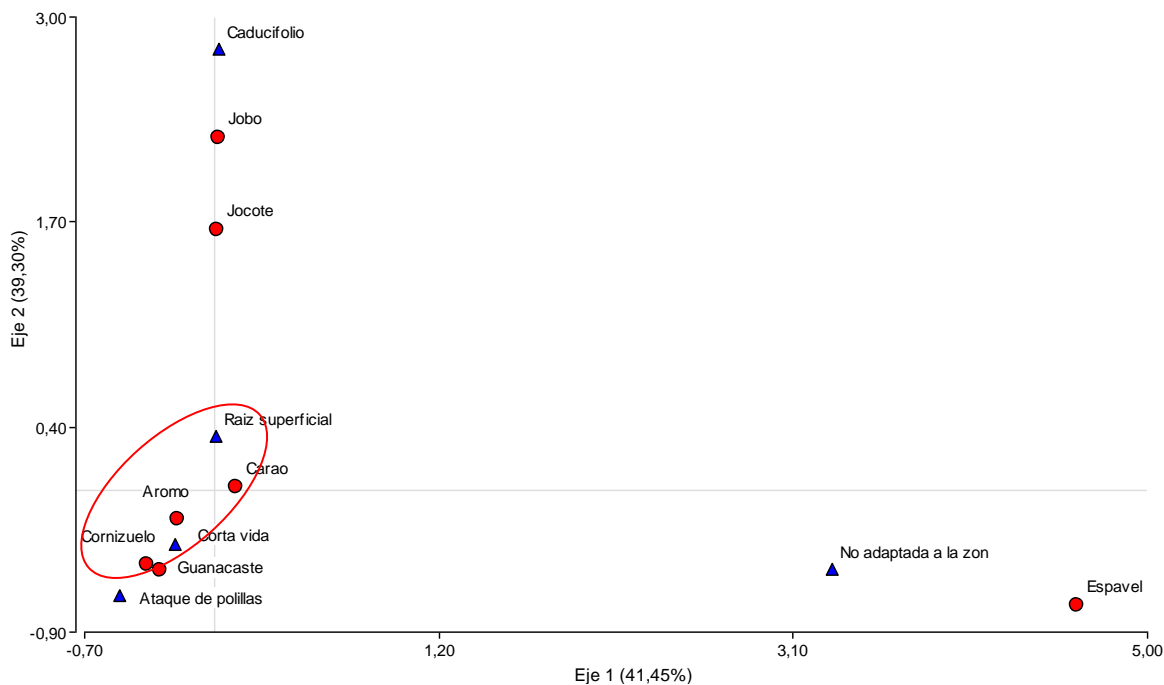


Figura 36. Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y antiservicios para el servicio resistencia a la sequía.

6.3.4.3.6 Ranqueo de especies/Servicio sombra para ganado y pasto

Se encontraron diferencias significativas ($p=0.001$) en el ranqueo de especie para el servicio sombra para el ganado y pasto. Para este servicio, la especie más importante fue el *Guazuma ulmifolia* con una media de 6.87 (Cuadro 17). Como se mencionó anteriormente, el guásimo es una de las más abundantes especies de importancia para los sistemas de producción ganadera para la zona (265 individuos. muestreados).

Cuadro 17. Ranqueo de especies dentro del servicio sombra para el ganado y pasto.

Sombra ganado y pasto	Medias		Servicios						Bienes			
			Nutrición bovina	Rompevientos	Protección de fuentes de agua	control de erosión y Mejoramiento de suelos	Protección Biodiversidad	Resistencia sequía	Leña	Medicinal	Madera	Frutos al. Humana
<i>G. ulmifolia</i>	6.87	A	x	x		x			x	x		x
<i>E. cyclocarpum</i>	6.03	B	x	x	x	x		x	x		x	
<i>S. saman</i>	6.00	B	x	x	x	x		x			x	
<i>C. alta</i>	5.76	B	x				x					
<i>C. dentata</i>	3.63	C	x	x	x	x	x		x		x	
<i>A. pennatula</i>	2.66	D	x	x								
<i>F. cutinifolia</i>	2.55	D	x		x	x	x					
<i>M. bijugatus</i>	2.50	D	x				x			x		x

Entre los rasgos funcionales que permiten que esta especie tengan esta posición, está el que posee una “sombra fresca”, constituida por una copa rala con hojas pequeñas que permiten la penetración de los rayos del sol, esto permite el crecimiento de algunos tipos de pastos (Figura 37, $p=0.0001$). Adicional al servicio sombra para el pasto y ganado, el guásimo se pueden encontrar en servicios como nutrición bovina, control de erosión y mejoramiento de suelos y como rompevientos; entre los bienes asociados a esta especie se pueden mencionar la leña del tipo blanda (calidad baja), medicinal y frutos.

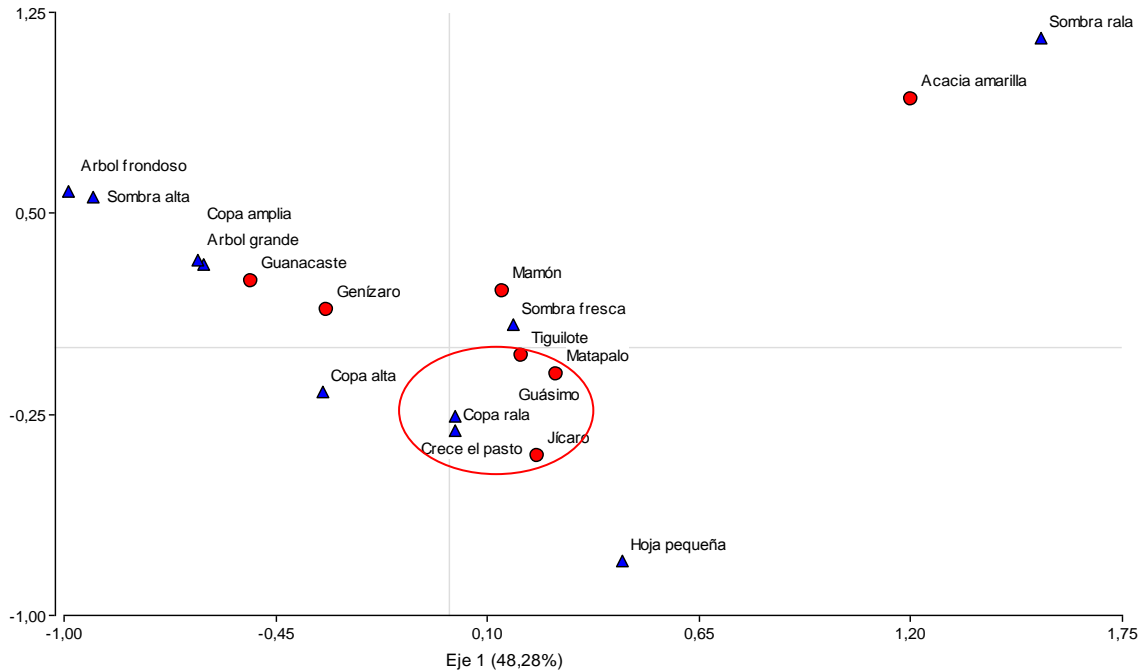


Figura 37. Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y rasgos funcionales para el servicio sombra para el ganado y pasto.

Las especies que ocupan las últimas posiciones de este ranqueo son *Acacia collinsi*, *Ficus cutinifolia* y *Melicoccus bijugatus* con medias de 2.66, 2.55 y 2.50 respectivamente. Esta baja posición la obtuvieron ya que según los productores presentan copa cerrada que no permite los rayos del sol, por lo que no privilegia el crecimiento de los pastos. Esta situación es perjudicial para el ganado debido a que por el exceso de humedad debajo de su copa, es foco de enjambres de zancudos y moscas que son molestos y peligrosos para el ganado (Figura 38, $p= 0.0001$).

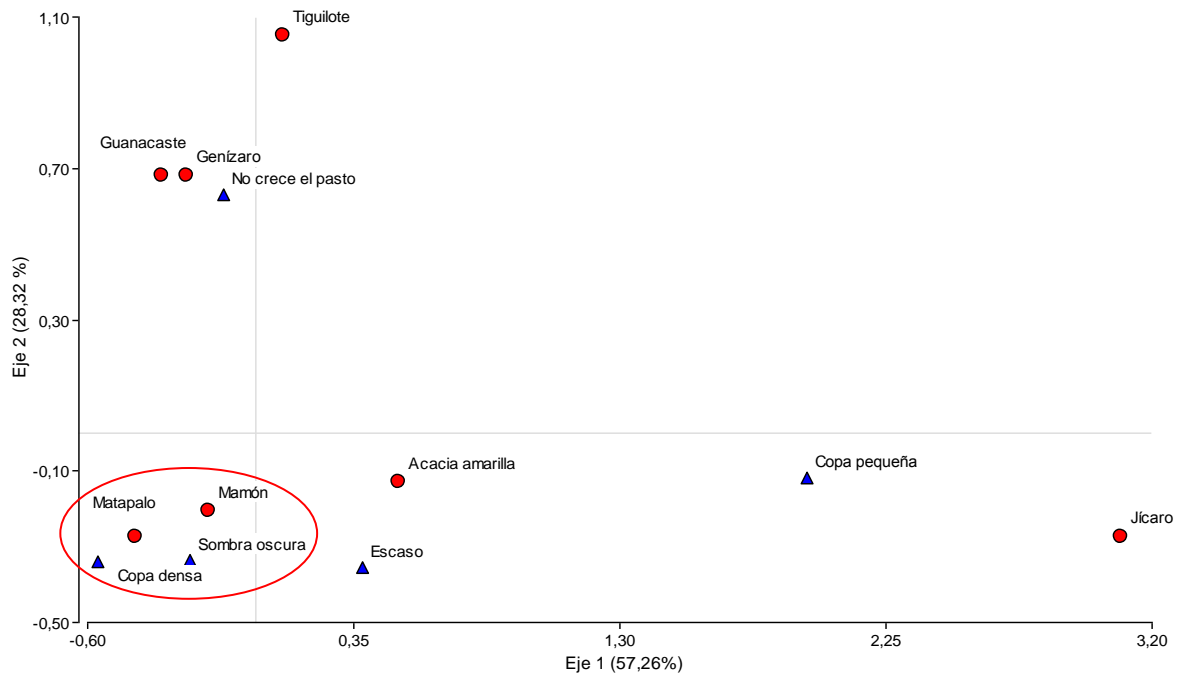


Figura 38. Biplot por correspondencia múltiple para la relación entre especies y antiservicios para el servicio sombra para el ganado y pasto.

6.3.4.1 Criterios del productor para el establecimiento del ranqueo

En la matriz del Cuadro 18, se puede evidenciar el papel multifuncional de las especies evaluadas en la generación de bienes y servicios, en este sentido se puede considerar al genízaro y guanacaste como las especies más importantes dentro de los sistemas de producción ganadera de Rivas, ya que son transversales en la prestación de múltiples servicios como sombra para ganado y pasto, control de erosión y mejoramiento de suelos, nutrición bovina y resistencia a la sequía; genera bienes como leña y madera.

Los bienes económicos (por ejemplo leña, madera y frutos) ofrecidos por el *Samanea saman*, guanacaste y la mayoría de estas especies, son fácilmente comercializables, el cual es un criterio de peso en el ranqueo y para la retención y manejo de las especies por los productores en las finas ganaderas.

Cuadro 18. Matriz de relación bienes/servicios ofrecidos por las especies en el ranqueo.

		Servicios				Bienes			
		Nutrición bovina	Sombra para pasto y ganado	Control de erosión y mejoramiento de suelos	Protección fuentes de agua	Resistencia sequía	Leña	Madera	Frutos
Bienes	Leña	Guásimo Madroño Madero negro Carao Guanacaste Guachipilín	Guásimo Guanacaste Madero negro Tigüilote	Genízaro Guanacaste Madero negro Tigüilote Carao Marango	Espavel Genízaro Guanacaste Madero negro Tigüilote Carao Marango	Genízaro Guanacaste Cornizuelo Carao		Madroño Madero negro Míspero de monte Guachipilín Chiquirín Güiligüiste	
	Madera	Madero negro Genízaro Guanacaste	Guanacaste Genízaro Tigüilote	Espavel Guanacaste Genízaro Tigüilote Madero negro	Guanacaste Genízaro Roble	Guanacaste Genízaro	Madroño Madero negro Níspero de monte Guachipilín Chiquirín Güiligüiste		
	Frutos	Guásimo Carao Mango	Guásimo Mamón Mango	Carao		Jobo Jocote Cornizuelo Carao			
Servicios	Nutrición bovina		Acacia amarilla Chilamate Guásimo Genízaro Jícara Guanacaste Mango Mamón Matapalo Tigüilote	Espavel Guásimo Madero negro Genízaro Carao Guanacaste Chilamate Tigüilote Marango	Espavel Guanacaste Genízaro Chilamate Tigüilote Roble Madroño	Espavel Genízaro Jocote Guanacaste Jobo Aromo Cornizuelo Carao	Guásimo Madroño Madero negro Carao Guanacaste Guachipilín	Madero negro Genízaro Guanacaste	Guásimo Carao Mango
	Sombra para pasto y ganado	Acacia amarilla Chilamate Guásimo Genízaro Jícara Guanacaste Mango Mamón Matapalo Tigüilote		Guanacaste Genízaro Chilamate Tigüilote Matapalo	Espavel Guanacaste Genízaro Chilamate Matapalo Tigüilote Roble Madroño	Genízaro Guanacaste	Guásimo Guanacaste Madero negro Tigüilote	Guanacaste Genízaro Tigüilote	Guásimo Mamón Mango
	Control de erosión y mejoramiento de suelos	Espavel Guásimo Madero negro Genízaro Carao Guanacaste Chilamate Tigüilote Marango	Guásimo Guanacaste Genízaro Tigüilote Matapalo		Espavel Guanacaste Genízaro Chilamate Matapalo Tigüilote	Espavel Guanacaste Genízaro	Genízaro Guanacaste Madero negro Tigüilote Carao Marango	Espavel Guanacaste Genízaro Tigüilote Madero negro	Carao

Protección de fuentes de agua	Espavel Guanacaste Genízaro Chilamate Tigiüilote Roble Madroño	Guanacaste Genízaro Matapalo Tigiüilote	Espavel Guanacaste Genízaro Chilamate Tigiüilote		Espavel Guanacaste Genízaro	Espavel Genízaro Guanacaste Madero negro Tigiüilote Carao Marango	Guanacaste Genízaro Roble	
	Resistencia sequía	Espavel Genízaro Jocote Guanacaste Jobo Aromo Cornizuelo Carao	Guanacaste Genízaro	Espavel Guanacaste Genízaro	Espavel Guanacaste Genízaro	Genízaro Guanacaste Cornizuelo Carao	Guanacaste Genízaro	Jobo Jocote Cornizuelo Carao

El carácter generador de productos de mercado que generan ingresos adicionales a las actividades productivas de la zona, o que reducen los costos de producción agrícola, aporta directamente al desarrollo de sus medios de vida; estos factores podrían también estar relacionados con los criterios de adopción de estas especies.

Esta afirmación coincide con los resultados obtenidos por Sitrine *et al.* (2010), quienes evaluaron el potencial de adopción ex ante y ex post de sistemas agroforestales en el sur de Malawi, encontrando que la mayor parte de los productores evaluados, prefirieron y dieron más potencial de adopción a especies que además de beneficios ecológicos y productivos (mejoramiento de suelos y aumento del comportamiento productivo de cultivos), aporten bienes económicos como la leña y no tengan altos costos de establecimiento y mantenimiento.

Aportando a la anterior aseveración Bellow *et al.* (2008), encontraron en tierras altas subtropicales de Guatemala, un criterio clave que los productores utilizan para valorar la importancia y ampliar la posibilidad de adopción de árboles frutales en sistemas agroforestales, es que además de que estas especies sean de consumo humano, tengan el potencial para generar ingresos económicos adicionales en lugares donde la tenencia de la tierra es limitada.

6.3.4.2 Bienes económicos que aportan las especies sometidas a ranqueo

Como se citó anteriormente, entre los bienes económicos encontrados para la zona, se pueden mencionar los frutos para la alimentación humana, leña (compacta y porosa) y madera (dura y blanda). Por las condiciones socioeconómicas de la zona, como lo son escaso acceso a servicios públicos como gas y energía en algunas partes, abundante necesidad de madera para la construcción y alta demanda de frutos por turistas y pobladores locales, son estos bienes los que aportan gran parte del sustento de muchas familias de Rivas y sus inmediaciones.

En el Cuadro 19, se relacionan precios aproximados para algunas de las especies evaluadas por medio del ranqueo, y que ofrecen bienes económicos para los productores de la zona.

Cuadro 19. Valor comercial de los bienes aportados por algunas especies sometidas al ranqueo.

Especie	Bienes				
	Leña		Madera		Frutos
	Costo de leña compacta (US\$ /m ³)	Costo de leña porosa (US\$ /m ³)	Madera Costo de madera dura* (US\$ /m ³)	Costo de madera blanda* (US\$ /m ³)	Frutos Costo de frutos (US\$ docena-1)
Chiquirín	24		186		
Genízaro		7		232	
Guásimo		6			
Guanacaste		6		186	
Guachipilín	24		201		
Güiligüiste	26		129		
Jocote					1.0-1.5
Madero negro	25		88		
Madroño	26		77		
Mamón					1.0-1.5
Mango					1.5-3.0
Níspero de monte	17		82		
Quebracho	24		191		

* Costos aplican para madera aserrada

Fuente: productores ganaderos y datos de Nitlapan

6.3.4.3 Relación entre bienes y servicios a partir de rasgos funcionales

Se pudo determinar la relación existente entre bienes y servicios por medio de los rasgos funcionales y las especies que son transversales entre ellos. En el Cuadro 20 se puede evidenciar la relación que existe entre los servicios control de erosión y mejoramiento de suelos, donde el rasgo funcional que los vincula es la producción de abundante hojarasca.

Existe relación entre los servicios control de erosión y mejoramiento de suelos, protección de fuentes de agua y resistencia a la sequía, los cuales son unidos por rasgos funcionales como raíces profundas, raíces abundantes, y frondosidad de copa.

Los servicios protección de fuentes de agua, resistencia a la sequía y sombra para el ganado, están vinculados a través del rasgo funcional copa amplia.

El servicio nutrición bovina está vinculado al servicio control de erosión y mejoramiento de suelo a través de los rasgos funcionales hoja suave y contenido de proteínas.

Los servicios protección de fuentes de agua y sombra para el ganado están ligados por medio de la sombra fresca (Cuadro 20).

El conocimiento de la transversalidad de especies y rasgos funcionales para la prestación de un servicio o bien determinado, es información valiosa que podrá ser utilizada en el diseño de modelos sostenibles de producción basados en sistemas agroforestales modernos enfatizados en el manejo de la diversidad funcional de sus especies componentes, con el fin de obtener bienes y servicios acordes con los medios de vida de las familias campesinas.

Cuadro 20. Relación entre bienes y servicios a partir de rasgos funcionales.

Rasgos funcionales	Servicios/bienes					
	Control de erosión y mejoramiento de suelos	Nutrición bovina	Protección fuentes de agua	Resistencia a la sequía	Sombra para pasto y ganado	Leña
Produce abundante hojarasca	<i>A. excelsum</i>		<i>A. excelsum</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>S. saman</i> ,			
Árbol frondoso	<i>A. excelsum</i> ,, <i>E. cyclocarpum</i> , <i>S. saman</i> , <i>Ficus sp.</i>		<i>A. excelsum</i> , <i>S. saman</i>	<i>A. excelsum</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>S. saman</i>		
Contenido de proteína	<i>A. excelsum</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>S. saman</i>	<i>G. ulmifolia</i> , <i>G. sepium</i> , <i>S. saman</i>				
Raíz profunda	<i>A. excelsum</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>S. saman</i>		<i>A. excelsum</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>S. saman</i>	<i>A. excelsum</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>S. saman</i> <i>A. farnesiana</i>		
Raíz amplia	<i>A. excelsum</i> ,, <i>E. cyclocarpum</i> , <i>S. saman</i>		<i>A. excelsum</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>S. saman</i>			
Abundantes raíces	<i>A. excelsum</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>A. saman</i> , <i>Ficus sp.</i>		<i>E. cyclocarpum</i> , <i>S. saman</i>	<i>E. cyclocarpum</i> , <i>S. saman</i> <i>S. purpurea</i> , <i>aromo</i>		
Madera dura						<i>C. candidissimum</i> , <i>G. sepium</i> , <i>Cojoba sp.</i>
Alta flamabilidad						<i>C. candidissimum</i> , <i>G. sepium</i> , <i>Cojoba sp.</i>
Fruto dulce		<i>G. ulmifolia</i> , <i>S. saman</i>				
Hoja suave	<i>G. ulmifolia</i> , <i>G. sepium</i> , <i>S. saman</i>	<i>G. ulmifolia</i> , <i>G. sepium</i> , <i>S. saman</i>				
Árbol grande			<i>A. excelsum</i> , <i>E. cyclocarpum</i> , <i>S. saman</i>			

Copa amplia			<i>A. excelsum,</i> <i>E.</i> <i>cyclocarpum,</i> <i>S. saman</i>	<i>A. excelsum,</i> <i>E.</i> <i>cyclocarpum,</i> <i>S. saman</i>	<i>G. ulmifolia,</i> <i>E.</i> <i>cyclocarpum,</i> <i>S. saman</i>	
Tallo almacena agua				<i>A. excelsum,</i> <i>E.</i> <i>cyclocarpum,</i> <i>S. mombin,</i> <i>S. purpurea</i>		
Árbol grande					<i>E.</i> <i>cyclocarpum,</i> <i>S. saman</i>	
Copa alta					<i>E.</i> <i>cyclocarpum,</i> <i>S. saman</i>	
copa rala					<i>G. ulmifolia,</i> <i>S. saman</i>	
Transmisión de luz					<i>G. ulmifolia,</i> <i>E.</i> <i>cyclocarpum,</i> <i>S. saman</i>	
Hoja pequeña					<i>G. ulmifolia,</i> <i>E.</i> <i>cyclocarpum,</i> <i>S. saman</i>	
Sombra fresca			<i>A. excelsum,</i> <i>E.</i> <i>cyclocarpum,</i> <i>S. saman</i>		<i>G. ulmifolia,</i> <i>E.</i> <i>cyclocarpum,</i> <i>S. saman</i>	

7. CONCLUSIONES

La metodología del AKT fue muy completa ya que con ella se recogió y analizó toda la información prevista en la fase de planificación de la investigación. La base de conocimientos creada, sirvió de base para la aplicación de la subsiguiente metodología de ranqueo. Por otra parte, es un material preciado que junto con las otras bases de datos en formato Excel que se derivaron de ella, servirán de material de consulta para futuras investigaciones y proyectos.

La metodología de ranqueo fue muy útil al permitir la identificación precisa de las especies más importantes dentro de un servicio o función determinada de acuerdo a los rasgos funcionales positivos o negativos de los que el productor tiene conocimiento; lastimosamente tiene la desventaja de que al ser aplicada con 8 especies, en la mayoría de los casos, los productores solo son capaces de brindar información con suficiencia con respecto a las 5 o 6 primeras especies del ranqueo, por lo que sería recomendable a la hora de replicar esta metodología, hacerlo con un número no mayor a 6 especies por bien o servicio.

Los productores de Rivas Nicaragua poseen un amplio conocimiento sobre los rasgos funcionales y otros aspectos ecológicos y socioeconómicos que capacitan a diversas especies arbóreas para la generación de bienes y servicios. Este conocimiento no difiere en cuanto a variables como la edad, área finca y tipo de producción, no obstante 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 bovina a base de forraje de árboles, factores negativos y positivos asociados a la producción de leche y uso medicinal de los árboles. Por su parte las mujeres amas de casa reportan más conocimientos que los hombres en temas relacionados con el servicio leña, y en el uso medicinal de los árboles.

El análisis de la información obtenida durante el desarrollo del trabajo de campo, construcción, análisis y validación de la base de conocimiento creada en AKT5 y ranqueo de especies, demuestra que en fincas donde los productores han recibido algún tipo de capacitación, o poseen recurso económicos, el manejo de la cobertura arbórea, está planificado para que de acuerdo a las características específicas de las diversas especies (rasgos funcionales), se pueda dotar al agroecosistema de la capacidad de brindar al productor cierta cantidad de bienes y servicios necesarios para asegurar la producción ganadera, y que son de relevante importancia para el desarrollo de sus medios de vida.

La evaluación del ranqueo de las especies dentro de los diferentes bienes y servicios demuestra que la posición privilegiada de los mejores árboles además de ser fundamentada por la presencia de múltiples rasgos funcionales positivos, está directa o indirectamente relacionado 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.

La metodología para el conocimiento de los factores que determinan la priorización de especies desarrollada en la presente investigación, podría ser utilizada por los técnicos y científicos para entender los factores que influyen en la retención de árboles en las fincas lo cual podría dar ideas del potencial de adopción de iniciativas tendientes a promover el incremento de una cobertura arbórea diversa en las fincas ganaderas a través de modelos productivos que puedan brindar sostenibilidad ecológica y productiva que redunde en el mejoramiento de los medios de vida de los productores.

8. RECOMENDACIONES

Con la realización de la presente investigación se identificaron algunos rasgos funcionales positivos o negativos que tienen una fuerte implicancia en la prestación de diferentes servicios o bienes, por lo que sería recomendable tratar de corroborar científicamente la existencia de aquellos que no posean un respaldo en la literatura actual y utilizar esta información en el diseño y planificación de iniciativas tendientes al establecimiento y manejo de árboles en fincas ganaderas que puedan ofrecer bienes y servicios que ayuden al mejoramiento de la calidad de vida de los productores rurales.

Profundizar en la identificación aspectos legales, y socioculturales que favorecen o dificultan la adopción y el mantenimiento de los árboles como un componente activo dentro de los sistemas de producción ganadera en la zona de estudio.

Debido a que la falta de agua en especial durante la época de sequía, es uno de los principales factores limitantes de la producción ganadera de Rivas, es necesario que se adelanten acciones que propendan por proveer al sistema de este valioso recurso natural. Una estrategia a seguir, podría ser la implementación de especies forrajeras y frutales suculentas (con alto contenido de agua), combinándolo con planes de manejo de sombra y protección de bosques riparios para la conservación de las fuentes de agua. Se podría pensar también en la cosecha de agua de lluvias por medio de aguadas mejoradas. Estrategias como estas, podrían conllevar a que sea posible para los productores suplir en parte las demandas de agua del ganado, brindándole de paso al sistema, la capacidad de estar más adaptado a los efectos el cambio climático.

9. REFERENCIAS CITADAS

Ackerly, D.D; Monson, R.K. 2003 Waking the sleeping giant: the evolutionary foundations of plant function. *International Journal of Plant Science* 164 (Supl.): S1-S6.

Andrade. H.J. 2007. Growth and inter-specific interactions in young silvopastoral systems with native timber trees in the dry tropics of Costa Rica. Doctoral thesis Turrialba, Costa Rica. 224p.

Bastos da Veigaa, J; Feio da Veigab, Débora. (s.f). Sistemas silvopastoriles en la Amazonia Oriental. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria - EMBRAPA. p. 6

Bellow, J.G. Hudson, R.F. Nair, P.K.R. 2008. Adoption potential of fruit-tree-based agroforestry on small farms in the subtropical higlands. *Agroforetry systems*. 73 (1):23-36

Ben Salem, H.; Rowlinson, P; Steele, M; Nefzaoui, A; Smith T. 2008. Feeding strategies to alleviate negative impacts of drought on ruminant production *En*. 2008 Proceedings International Conference Livestock and Global Climate Change Cambridge University Press Hammamet, Tunisia. 62-8. p.121.

Berges, Sara. Schulte, L. Isenhardt, T. Schultz, Richard. 2010. Bird especies diversity in riparian buffers, row crop fields, and grazed pastures within agriculturally dominated watersheds. *Agroforestry systems*. 79 (1) 97-110p

Binder, U. 1997. Manual de leguminosas de Nicaragua. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC), Estelí, Nicaragua.

Boiré S. 2008. Presentation at the regional workshop on "impact of climate on livestock-environment interactions" 9-15 February 2008, Niamey 2008. In press.

Budowski, G. 1987. Living fences: a widespread agroforestry practice in Centro América. In Gholz, HL. ed. Agroforestry: realities, possibilities and potential. Dordrecht, N. Mautinus Mijhoff. 169-178.

_____. 1998. Importancia, características y usos de las cercas vivas. In Lok, R. ed. Huertos caseros tradicionales: características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario. Turrialba, CR. CATIE/AGUILA/IDRC/ETC Andes. 117-127.

Carpio, I. 1992. Maderas de Costa Rica. 1150 especies forestales. 338p.

CATIE. 1984. Especies para leña: Arbustos y árboles para la producción de energía. 343 p

Cerdán, C. 2007 Conocimiento local sobre servicios ecosistémicos de cafecultores del Corredor Biológico Volcánica Central Talamanca, Costa Rica. Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica.

Chacón, R; Alfaro, C. 1990. Neumopatía asociada a la inhalación de humo de leña. Análisis de 11 casos. Disponible en <http://www.binasss.sa.cr/revistas/rccm/v13n3-4/art2.pdf>

Chavaarría, A. 2010. Incidencia de la legislación forestal en el recurso maderable de fincas agroforestales con énfasis en sistemas silvopastoriles de Copán, Honduras. Costa Rica. Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica. 195p

Chesomek, E. 1996. An investigation of farmer's ecological knowledge about fruit trees grown on farms in south Yatta, Kenia. Thesis. MSc. University of Wales. 122 p.

Conde, C. Saldaña, S. 2007. Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación. Santiago de Chile. Revista *Ambiente y Desarrollo* 23 (2): 23 – 30 p.

Cornelissen, J.H.C., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D.E., Reich, P.B., ter Steege, H., Morgan, H.D., van der Heijden, M.G.A., Pausas, J. & Poorter, H. (2003) A handbook of protocols for standardised and easy measurements of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 51, 335-380.

Cruz, E. 2007. Estudio sobre la interacción entre la biodiversidad y el bienestar de los productores ganaderos para la implementación de sistemas silvopastoriles en Copán – Honduras. Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica. 126 p

Daccarett, M.; Blydenstein, J. 1968. La influencia de árboles leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. *Turrialba, Turrialba*, 18 (4): 405-408.

Dali, N; 2008 Principal guidelines for a National Climate Change Strategy: Adaptation, mitigation and international solidarity. *En*. Rowlinson, P; Steele, M; Nefzaoui, A; 2008 Proceedings International Conference Livestock and Global Climate Change Cambridge University Press Hammamet, Tunisia. 62-8. p.1

DeClerck, F; Decker, M. 2009. Integrando la adaptabilidad al cambio climático a través de la biodiversidad. *En* Muhammad Ibrahim, M; Sepúlveda, C; Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica, Informe técnico No. 377. P.23-39.

_____; Fanzo, J; Palm, C; Remans, R. Ecological Approaches to Human Nutrition. En prensa. 30 p.

Di Rienzo, J.A. Casanoves F. Balzarini M.G. González L. Tablada M. Robledo C.W. 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 5. School of

Agriculture and forest sciences, University of Wales, Bangor, UK. 171 p.

Esquivel H; Ibrahim M; Harvey C; Villanueva C; Benjamin T; Sinclair F. 2003. Árboles dispersos en potreros de fincas ganaderas en un ecosistema seco de Costa Rica. Revista Agroforestería de las Américas 10 (39-40). p. 24 -25

_____ 2007. Tree resources in traditional silvopastoral systems and their impact on productivity and nutritive value of pastures in the dry tropics of Costa Rica. Thesis Doctor of Philosophy. Turrialba, Costa Rica. CATIE

Fernandez-Golfin, J.I; Gutierrez, A; Baonza, M; Diez, M. 1995. Características físico-mecánicas de las especies de crecimiento rápido de procedencia española. Invest. Agr: Sist. Rec. For 4(2). 11p.

Food and Agriculture Organization (FAO). 2007. Adaptation to Climate Change in Agriculture, Forestry and Fisheries: Perspectives, Framework and Priorities. Interdepartmental Working Group on Climate Change. FAO, Rome

Gueilfus, F. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura –IICA, México. 210 p.

Holdridge, L. (1978). Ecología Basada en Zonas de Vida. IICA. San José, Costa Rica. 216 p.

Harvey, CA; Haber, WA. 1999. Remnant trees and conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. Agroforestry Systems. 44: 37 – 68.

_____; Medina, A; Merlo Sánchez, D; Vilchez, S; Hernández, B; Sáenz, J; Maes, JM; Casanoves, F; Sinclair, FL. 2006b. Patterns of animal diversity associated with different forms of tree cover retained in agricultural landscapes. Ecological Applications 16 (5): 1986-1999.

_____; Villanueva, C; Ibrahim, M; Gómez, R; López, M; Kunth, S; Sinclair, F. 2008. Productores, árboles y producción ganadera en paisajes de América Central: Implicaciones para la conservación de la Biodiversidad. *En* Harvey, C; Sáenz, J. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica p. 197 – 224.

Fadel Elseed, A.M.A., Amin, A.E., 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.

Fernandez-Golgin, J,I; Gutierrez, A; Baonza, M,V; Diez, M, R. 1995. Características físico-Mecánicas de las maderas de especies de crecimiento rápido de procedencia española. *Invest. Agr.; Sist. Recur. For.* Vol. 4 (2)

García, M. 2003. producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizados en sistemas silvopastoriles. 37p. Disponible en <http://www.inafor.gob.ni:8080/publicaciones/pdf/Produccion%20Semillas%20forestales%20Especies%20forrajeras%20.pdf>

García, M.; García M; Ferreira, L; Bulmaro, C; Ponce, A; Small, P; Sifuentes, J; Bobadilla, M; Pérez, J. 2004. Exposición a humo de leña y reactividad y conversión a PPD. *Rev Inst Nal Enf Resp Méx.* 17(3):239-240. Disponible en: http://scielo.unam.mx/scielo.php?pid=S0187-75852004000300010&script=sci_arttext

Gouro, A. Hamadou, S. Soara A. and Guerrini L. 2008. Climate Change in West Africa: Impact on livestock and strategies of adaptation. *En*. Rowlinson, P; Steele, M; Nefzaoui, A; 2008 Proceedings International Conference Livestock and Global Climate Change Cambridge University Press Hammamet, Tunisia. 62-8. P 68-69

Hall, M. 2000. Meet the challenges of heat stress feeding. *Howard`s Dairyman.* May. 2000. pp 344.

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), (2000). Zonificación de la III y IV región. Informe de Campo. INETER, Managua, Nicaragua, 18 p.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Climate Change. Impacts, Adaptation and Vulnerability. Summary for policy makers. Consultado 9 de Junio de 2009. Disponible en <http://www.ipcc.cg/SPM13apr07.pdf>.

Jhonson, M. 1992. Recognizing traditional environmental knowledge. Ottawa, CA, IDRC. 190 p.

Joshi, L; Arévalo, L; Luque, N; Alegre, J; Sinclair, F. 2004. Local ecological knowledge in natural resource management. "Bridging Scales and Epistemologies" conference, Alexandria, Egypt: 17-16 p.

Joya, M; López, M; Gómez, R; Harvey, C. 2004. Conocimiento local sobre el uso y manejo de los árboles en las fincas ganaderas del municipio de Belén, Rivas. En publicación: Revista Encuentro Nro. 68. UCA, Universidad Centroamericana, Managua, Nicaragua.

Kass, DCL. 1994. Erythrina species– pantropical multipurpose tree legumes. In Gutteridge, RC; Shelton, HM. eds. Forage tree legumes in tropical agriculture. Wallingford, UK, CAB International. p. 84-96.

Kitalyi, A; Rubanza, C; Komwihangilo, D. 2008. Agroforestry and livestock: adaptation/mitigation strategies in agro-pastoral farming systems of Eastern Africa. *En*. Rowlinson, P; Steele, M; Nefzaoui, A; 2008 Proceedings International Conference Livestock and Global Climate Change Cambridge University Press Hammamet, Tunisia. 62-8. p.121

Lanfranco, B; Lozanoff, J. 2006. Climate and rural property: incorporating climate into rural development strategies. Uruguay. Consultado 30 de mayo de 2009. Disponible en http://www.inta.gov.ar/ies/docs/otrosdoc/Uruguay_Climate_Change.pdf.

Le Houerou, H.N., 1996. The role of shrubs and trees in the sahelian and sudanian zone. *In*: le Hou´erou, 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. MARA, 1996. Statistiques de l'élevage

Leon G, J. A. 2006. Local knowledge and agro ecologic reasoning for decision making in degraded pastures in the Peten Guatemala. Thesis, Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.

Linkimer, M. 2001. Árboles nativos para diversificar cafetales en la zona atlántica de Costa Rica. Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica. 117 p

López, M. 2005. Procesos del fomento tecnológico de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* en Rivas, Nicaragua: resultados bioeconómicos y lecciones aprendidas para su difusión. Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica. p.28

López, F. López, M. Gómez, R. Harvey, A.C. Villanueva, C. Gobbi, J. Ibrahim, M. Sinclair, F.L. 2007. Cobertura arbórea y rentabilidad en fincas ganaderas en Rivas y Matiguas, Nicaragua. Agroforestería en las Américas 45:101-108

López, I, Fuentes, M. Borja de la Rosa, A. Honorato, J. (2003). Características anatómicas y físico-mecánicas de la madera de *Eucalyptus camaldulensis* dhnh proveniente de la plantación “Ing. Mario Ávila” en Texcoco, estado de México. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo, México.

Mas, AH; Dietsch, TV. 2003. An index of management intensity for coffee agroecosystems to evaluate butterfly species richness. Ecological Applications 13(5):1491-1501.

Martín-López, B; González, J.A.; Díaz, S; Castro, I; García-Llorente; M. 2007. Biodiversidad y bienestar humano: el papel de la diversidad funcional. Revista ecosistemas 16 (3) p. 69-80.

Martínez, J. 2003. Conocimiento local de productores ganaderos sobre cobertura arbórea en la parte baja de la cuenca del río Bulbul en Matiguas, Nicaragua. Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica. 176p

Mayan, M. 2001. Una introducción a los métodos cualitativos: Módulo de entrenamiento para estudiantes y profesionales. Qual institute press. International institute for qualitative methodology. p.16, 20

Méndez, J; Soihet, C. 1999. Notas técnicas sobre manejo de semillas forestales. Turrialba, CR, CATIE. 2 p. (Serie Técnica no. 56).

Muñoz, D; Harvey, C; Fergus L. S; Mora, J; Ibrahim, M. 2003. Conocimiento local de la cobertura arbórea en sistemas de producción ganadera en dos localidades de Costa Rica. Revista Agroforestería en las Américas 10 (39) 61 –68 p.

Navas, A; Restrepo, C; Jiménez, G. 1999. Funcionamiento ruminal de animales suplementados con frutos de *Pithecellobium dulce*. In Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal sostenible FAO-CIPAV (1, 1999). Ed. H.Osorio. Cali, CO. 1 disco compacto.

Nisantha, P; Jinadaasa, M. 1995. Ndigenous ecological knowledge about mother plant selection and plant siting in Kandy homegardens or Sri Lanka. School of agricultural and Forest Sciences, University of Wales. Bangor. 123 p.

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.

Ospina, S. 2005. Rasgos funcionales de las plantas herbáceas y arbustivas y su relación con el régimen de pastoreo y la fertilidad edáfica en Muy Muy, Nicaragua. Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica. p. 13

Parrotta, A. 1992. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. *Gliricidia*, mother of cocoa. SO-ITFSM-50. New Orleans, US, Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 7 p.

Pérez, J; Cherrington, E; Anderson, E; Morán, M; Flores, A. Trejos, N; Sempris, E. 2009. La experiencia de la adaptación al cambio climático en la región de Mesoamérica. *En* Muhammad Ibrahim, M; Sepúlveda, C; Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica, Informe técnico No. 377.

Pérez, O. 2008. Evaluación de la biodiversidad de mariposas diurnas presentes en sistemas agroforestales modernos con café en el Corredor Biológico Volcánica Central- Talamanca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.

Perfecto, I; Mas, A, Dietsch, T; Vandermeer, J. 2003. Conservation of biodiversity in coffee agroecosystems: a tri-taxa comparison in southern Mexico. *Biodiversity and Conservation* 12:1239-1252.

Pezo, D; Ibrahim, M. 1998. *Sistemas silvopastoriles*. CATIE, Proyecto Agroforestal. CATIE/GTZ. Turrialba, CR. 276 pág.

_____. 2009. Los pastizales seminaturales de América Central: un recurso forrajero poco estudiado. *Agroforestería en las Américas*. No. 47:4-5.

Regmi, B. Garforth, C. 2010. Trees outside forests and rural livelihoods: a study of Chitwan District, Nepal. *Agroforestry systems*. 79 (3):393-407

Reich, P.B; Wright, I.J; Cavender-Bares, J; Craine, J.M; Oleksyn, J; Westoby, K.M; Walters, M.B. 2003. The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies. *International Journal Plant Science* 164: (3Supl.): S143-S164. 22p.

Rodríguez, F. (En preparación). Efecto de los árboles aislados sobre características del suelo en sistemas silvopastoriles en Rivas, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.

Romero, J. 2010. El efecto de cuatro especies arbóreas en sistemas silvopastoriles, sobre características del suelo en Matiguás y Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 170p.

Sánchez, D; López, M; Medina, A; Gómez, R; Harvey, C; Vílchez, S; Hernández, B; López, F; Joya, M; S, Fergus; Kunth, S. 2004. Importancia Ecológica y socioeconómica de la cobertura arbórea de un paisaje fragmentado de bosque seco de Belén Rivas, Nicaragua Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.

Sandoval Isabel 2006. Producción de hojarasca y reciclaje de nutrientes de dos especies arbóreas y dos gramíneas en pasturas de Muy Muy, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 160 p.

Sanon, H.O; 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

Schelje, J. 2009. Incidencia de la legislación sobre el aprovechamiento del recurso maderable en sistemas silvopastoriles de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 125 p.

Sepúlveda, C; Ibrahim, M. 2008. Adaptación al cambio climático y percepción de ganaderos en Costa Rica y Nicaragua. REVIBEC. En prensa.

Sirrine, D. Shennan, C. Sirrine, J.R. 2010. Comparing agroforestry systems` ex ante adoption potential and expost adoption: on-farmer participatory research from southern Malawi. Agroforestry systems 79 (2):253-266

Stokes, L.K. 2001. Farmers' knowledge about the management and use of trees on livestock farms in the Cañas area of Costa Rica. Thesis Mag. Sc. Bangor, UK, University of Wales. 78 p.

Thomas, R; De Pauw, E; Qadir, M; Amri, A; Pala M; Yahyaoui, A; Bouhssini, M; Baum, E; Iñiguez, L; Shideed, K. 2007. Increasing the Resilience of Dryland Agro-ecosystems to Climate Change, International Centre for Agricultural Research in the Dry Areas. ICRISAT Journal 4(1)

Thorne, P.J; Subba, D.B; Walker, D.H; Thapa, B; Wood, C.D; Sinclair, F.L. 1999. The basic of indigenous knowledge of tree fodder quality and its implication for improving the use of tree fodder in developing countries. Anim. Feed Sci. Technol. 81, 119–131 p.

Thornton, P; Herrero, M. 2008. Climate change, vulnerability and livestock keepers: challenges for poverty alleviation. International Livestock Research Institute. Cambridge University Press. ICRISAT Journal 4(1)

Turcios, H. 2008. Evaluación del proceso de toma de decisiones para adopción de bancos de proteína de leucaena (*Leucaena leucocephala*) y su efecto como suplemento nutricional para vacas lactantes en sistemas doble propósito en el Chal, Petén, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 125 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. En Muhammad Ibrahim, M; Sepúlveda, C; Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica, Informe técnico No. 377.

Vignote, S., y F., Jiménez. 1996. Tecnología de la madera. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.

Walker, D.H.; Thorne, P.J; Sinclair, F.L; Thapa, B; Wood, C.D; Subba,D.B. 1999. A systems approach to comparing indigenous and scientific knowledge: consistency and discriminatory power of indigenous and laboratory assessment of the nutritive value of tree fodder. *Agricultural Systems* 62. 87-103 p.

Warner, K. 2003. Local technical knowledge and natural resource management in the humid tropics. FAO Corporate Document Repository. Community forestry Note 8. Consultado el 7 de noviembre de 2009. Disponibles en <http://www.fao.org/docrep/u4390e/U4390e00.HTM>

Warren, D.M; Slikkerveer, L. 1993. Networking for indigenous knowledge, indigenous knowledge and development and monitor. 1(1): 2-4

Withmore, J.L. 1976. Estudios on the shootborer *Hipsypila grandell* (Zeller) Lep. Pyralidae. IICA – CATIE. Turrialba Costa Rica. Vol 3.

Zamora, S; García, J; Bonilla, G; Aguilar, H; Harvey, CA; Ibrahim M. 2001. Cómo utilizar los frutos de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), genizaro (*Samanea saman*) y jícaro (*Crescentia alata*) en la alimentación animal. *Agroforestería en las Américas* 8(31): 45-49.

Zapata, 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. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 153 p.

10.ANEXOS

Anexo1. Lista de productores entrevistados

N°	Produc. entrevistados	Área (has)	Tipo de Productor					Localidad	Capacitación
			Mixto > 50has	Mixto < 50has	Ganaderos > 50ha	Ganaderos < 50has	Amas de casa		
1	Alejandro Ugarte	23		1				Mata de caña	No
2	Aurelio Morales	70	1					Las Mesas	Si
3	Marcelino Ugarte	80	1					Mata de caña	No
4	María teresa Morales						1	Las Mesas	No
5	Andrés Mora	25		1				Mata de caña	Si
6	Eddy Ugarte	36				1		Mata de caña	No
7	Luis Ugarte	56			1			Mata de caña	No
8	Guillermo Merlos	24		1				San Juan	No
9	Francisco Aguilar	25				1		La cruz	No
10	José Leonardo Álvarez	74			1			Las Mesas	Si
11	Roberto Gutiérrez	60			1			Cantimplora	Si
12	Martín Mena	156			1			Cantimplora	Si
13	Juan José García	32				1		Santa Gertrudiz	Si
14	Solón Castro Reyes	36				1		Cantimplora	No
15	Alba Lilia Mora López	50			1			Cantimplora	Si
16	Imar Quiroz Quintanilla	72			1			San Marcos	Si
17	María Concepción González						1	Santa Gertrudiz	No
18	Dionisio Antonio Rivera	11		1				Cantimplora	Si
19	Félix Peña	64	1					Cantimplora	Si
20	José Vicente Barrios	30		1				Cantimplora	Si
21	Ponciano Tenorio Corea	17		1				La Chocolate	Si
22	Domingo Suarez Vallejo	40		1				La Chocolate	Si
23	Zoila Gutiérrez						1	La Chocolate	No
24	Josefina Bustos	10			1			La Chocolate	No
25	Noel Salinas Rojas	84	1					La Chocolate	Si
26	Francisco Gerardo Briceño	49				1		La Chocolate	Si
27	Olga Ibarra Dinarte						1	Mono Negro	Si
28	María Lucía Jiménez						1	Mono Negro	No
29	José Vicente Ibarra	15	1					Las pilas	No
30	Cecilio Ponce	140				1		Las pilas	No
	Total entrevistados por grupo		5	7	7	6	5	30	

Anexo 2. Formato recolección del conocimiento local

Proyecto FUNCITREE
Recopilación de conocimiento local
Entrevista semiestructurada a informantes clave

- *Saludo y presentación personal: quién soy*
- *Explicación del motivo de la visita (descripción de la actividad):* Estoy realizando un trabajo que forma parte de mi tesis de maestría en el CATIE. En el CATIE todos los estudiantes tenemos que hacer nuestra maestría en dos años, en el primer año se llevan clases y en el segundo se realiza una investigación (tesis), lo que se trata es que las tesis tengan un impacto, principalmente en el beneficio de los agricultores.

Yo tengo la fortuna de estar haciendo esta investigación dentro de un proyecto de varios investigadores del CATIE. Este proyecto lo que busca es relacionar los servicios que los arboles brindan dentro de los sistemas ganaderos, para posteriormente poder realizar recomendaciones de manejo para los mismos. El proyecto tiene mucho interés en conocer qué es lo que los agricultores saben, por eso una de las primeras fases es el investigar sobre el conocimiento local.

El conocimiento local es todo aquello que los productores saben y que realizan tanto en el manejo como en el diseño de sus fincas ganaderas. En esta entrevista se conversará a profundidad con usted para entender mejor cómo está el conocimiento y poder dirigir mejor las siguientes fases del proyecto. Así como esta entrevista se realizarán otras con más productores para poder tener una idea general de la zona. Para nosotros en el proyecto es muy importante saber qué es lo que ustedes saben.

Me gustaría tener su permiso para entrevistarle y aclararle que es algo totalmente voluntario. Si no desea participar, o si existe alguna pregunta que no desea contestar, simplemente me dice y no hay problema alguno; igualmente si en algún momento se siente incómodo y no desea continuar. Le recuerdo que usted me está haciendo un favor a mí, así que siéntase con confianza para detener la entrevista cuando guste.

Otra cosa importante a aclarar es que sus respuestas serán anónimas. Todo lo que usted diga es muy importante para mí y para el proyecto ya que nos servirán para entender mejor lo que los productores conocen, pero las respuestas de todas las entrevistas serán analizadas en conjunto y no se sabrá que es lo que dijo cada persona.

- **Desarrollo de entrevista:** Si mi pregunta no es clara o si desea alguna explicación adicional por favor no dude en decírmelo

Datos del productor

Fecha: _____

Nombre: _____

Edad: _____ Género: _____ Localidad: _____ Tamaño de la finca _____

Coordenadas de la finca _____

1. Servicios de los árboles

Cuáles son las razones para tener (o no tener) árboles en la finca _____ porque?

Y porque no tiene más árboles?

y cuál es la razón más importante?

Porque los tiene en esos sitios y no en otros?

Para que le sirven los árboles en la finca: sombra _____ alimento _____, forraje,

Que productos obtiene de la finca: madera _____, leña _____ frutos _____
forraje

Que diferencia cree que hay entre los animales criados en fincas con árboles y los criados en fincas sin árboles?

En que partes de los potreros tiene los árboles: dispersos en los potreros _____ en cercas vivas _____ a las orillas de las quebradas _____ en los linderos _____ separando potreros _____ porque los tiene en esos sitios?

2. Producción de alimento para la gente

Tiene árboles para alimentación humana??

Que especies tiene?

De donde provienen estos árboles? _____ es decir se siembran, aparece solos, o los dejaron al momento de establecer los potreros

En qué parte de los potreros los tiene?

De los árboles que me mencionó, cuales son mejores que otros

Porque son mejores?

3. Producción de leña

Que especies de árboles utiliza para leña?

Cree que es bueno o malo tener estos árboles?

En qué parte de los potreros los tiene?, dispersos en potreros_____ en cercas_____?

Porque los tiene en esos sitios y no en otros?

De las especies que me mencionó, cual es mejor que las demás para producción de leña?

Que características tienen los mejores árboles

De donde provienen los árboles que se utilizan para leña?_____ es decir se siembran, aparecen solos, o los dejaron al momento de establecer los potreros.

Le dan manejo a los árboles para leña?

Para que le dan este tipo de manejos?

Donde aprendió estos manejos?

4. Producción de madera

Que especies de árboles utiliza para madera?

Qué piensa de tener árboles productores de madera en los potreros?

En qué parte de los potreros se encuentran estos árboles que producen madera?_____ es decir cercas vivas___ dispersos en el potrero_____ donde?

De donde provienen los árboles que se utilizan para madera??_____ es decir se siembran, aparecen solos, o los dejaron al momento de establecer los potreros.

Le da manejo a estos árboles?_____ porque lo hace?

De las especies que me mencionó, cuales mejor que las demás para madera?

Que características tienen los mejores árboles

5. Sombra

Que árboles para sombra para el ganado conoce

Qué piensa de mantener arboles de sombra en los potreros es bueno o es malo___ porque?

Que efecto cree usted que la sombra cause a los animales?

De las especies que me mencionó, cuales mejor que las demás para sombra?

Que características tienen los mejores árboles

De donde provienen los árboles que se utilizan para sombra del ganado? _____ es decir se siembran, aparecen solos, o los dejaron al momento de establecer los potreros

En qué parte de los potreros maneja los árboles para sombra del ganado?

6. Viento

Utiliza árboles para la proteger a los animales del viento?

Porque protege a los animales del viento?

Que especies tiene para esto?

De las especies que me mencionó, cual es mejor que las demás para sombra?

Que características debe tener un árbol para ser considerado bueno para proteger a los animales del viento? Es decir___ cómo deben ser sus hojas, ramas, tronco, copa

De donde provienen los árboles que se utilizan para proteger al ganado del viento?_____ es decir se siembran, aparecen solos, o los dejaron al momento de establecer los potreros

En qué parte de los potreros se encuentran estos árboles que protegen a los animales contra el viento? _____ es decir cercas vivas___ dispersos en el potrero___ donde?

7. Producción de forraje

De que árboles comen hojas los animales?

Qué piensa de mantener árboles que produzcan forraje para la alimentación animal___ porque?

Cuáles de las especies que me mencionó son mejores que otras productoras de forraje?

Qué piensa de que algunos árboles produzcan y mantengan su forraje aun durante los tiempos de sequía?

Conoce algunas especies que mantienen sus hojas en la aun durante la época de sequía?

Que características buenas y malas tienen estos árboles que producen forraje durante la época de sequía?

Conoce usted especies de árboles que cuando el animal se las come le causan daño?

En qué parte de los potreros tiene los árboles a los que los animales se les comen las hojas

Porque en estos sitios y no en otros?

De donde provienen los árboles que se utilizan para la producción de forraje para el ganado? _____ es decir se siembran, aparecen solos, o los dejaron al momento de establecer los potreros.

8. Producción de frutos para alimentación animal

Qué piensa de mantener árboles que produzcan frutos para la alimentación de los animales ___ porque?

De que especies comen frutos los animales?

Cuáles de las especies que me mencionó son mejores que otras productoras de forraje?

Que características buenas debe tener un árbol y sus frutos para que los animales se los coman

Cuando un fruto es malo para dárselo a los animales?

Conoce usted especies de árboles que cuando el animal come sus frutos le causan daño?

Existen algunas especies que conservan sus frutos aun en tiempos de sequías?

Qué piensa usted de que algunos árboles produzcan y mantengan frutos durante los tiempos de sequías?

Conoce algunas especies que produzcan forraje aun durante la época de sequía?

9. Aporte de materia orgánica

Qué piensa de mantener árboles que mejoren el suelo ___ porque?

Cuales árboles conoce usted que mejoren el suelo?

Como hacen los árboles que usted conoce para mejorar el suelo? ___ - por medio de las hojas, los frutos, las raíces?

De los árboles que me dijo cuales son mejores que los otros para mejorar el suelo?

Cuáles son los árboles malos para el suelo?

10. Conservación de agua

Cuáles de los árboles que usted conoce ayudan a mantener húmedo el suelo?

De los árboles que me dijo cuales son mejores que los otros?

Como hacen estos árboles para conservar el agua?

Que características debe tener el árbol para ser un buen conservador de agua ___ Es decir cómo deben ser sus hojas, sus ramas, su tronco, sus raíces?

Qué hace usted para ayudar a que los arboles cumplan con esta función?

11. Control de erosión

Conoce usted algunas especies que ayudan a evitar que el suelo se lave?

En qué cree usted que ayude el que no se lave el suelo

De los árboles que me dijo cuales son mejores para esto?

Porque son mejores?

Que características debe tener el árbol para ser un buen conservador de agua? Es decir cómo deben ser sus hojas, sus ramas, su tronco, sus raíces

12. Resistencia a sequía

Cuáles son los árboles que prestan más servicios en los tiempos de sequía?

Porque se considera que son buenos?

Que servicios prestan?

De los que me dijo, cuales aguantarían más que los otros

Que características debe tener el árbol para ayudar en tiempos de sequía

13. Biodiversidad

A cuál de los árboles que usted conoce llegan más los animales silvestres

Qué piensa de que haya árboles a los que llegan los animales

De los árboles que me dijo, a cual llegan más los animales

Como debe ser un árbol para atraer a los animales?

- **Cierre de la entrevista:** Esto ha sido todo, ¿tiene usted preguntas o dudas sobre nuestro trabajo que quiere que le aclaremos? _____

- **Agradecimiento:** Le agradecemos mucho por todo el tiempo que nos ha permitido conversar con usted, por todas las atenciones que ha tenido con nosotros y sobre todo por participar en esta entrevista de la que seguramente obtendremos muchas cosas interesantes.

Anexo 3. Formato encuesta generalización del conocimiento

Proyecto FUNCITREE

Encuesta generalización del conocimiento productores ganaderos Rivas –
Nicaragua

Nombre: _____ Edad: ____ Género:

Localidad: _____ Coordenadas: N _____

W _____

Área finca _____ Tipo de producción: Mixto ____ solo ganadería ____

A. PRODUCCIÓN DE FRUTOS Y FORRAJES.

1. ¿considera usted que la fruta de Guanacaste es abortivo? Sí__ No__
¿Cuándo se presente este problema? _____
¿Se le ha presentado este problema con sus animales? Sí__ No__
2. ¿considera usted que la fruta de los siguientes arboles causa diarrea en el ganado?
Guanacaste Sí__ No__
Genízaro Sí__ No__
Mango Sí__ No__
¿Cuándo se presente este problema? _____
3. ¿Cree usted que los árboles que tienen frutos en forma de vainas son altamente nutritivos para el ganado? Si__ No__ Porque? _____
4. ¿Cree usted que los árboles que tienen hojas pequeñas y suaves son más nutritivas para el ganado? Sí__ No__
¿Porque? _____
5. ¿Qué pasa si podemos arboles como el guásimo y el madero negro?
Se muere el árbol__ hecha nuevas hojas ____

B. RESISTENCIA A LA SEQUÍA

1. ¿Considera usted que las espinas del aromo y el cornizuelo hacen que sobreviva mejor en los tiempos de sequía prolongados?
Si ___ no ___ ¿porque? _____
2. ¿Cree usted que los árboles de raíces profundas serán capaces de sobrevivir más tiempo, si la sequía se hiciera más larga?
Si ___ no ___ ¿porque? _____
3. ¿Cree usted que si un árbol produce mucha semilla sobreviviría más si las sequías se hicieran muy largas?
Si ___ no ___ ¿porque? _____
4. ¿Considera usted que las especies que tienen mucha agua en el tallo como el jocote y el jobo, podría sobrevivir más si las sequías se hicieran muy largas?
Si ___ no ___ ¿porque? _____
5. ¿Considera usted que si los árboles botan las hojas durante la sequía, pueden sobrevivir más en los tiempos de sequía?
Si ___ no ___ ¿porque? _____

C. PROTECCION DE FUENTES DE AGUA

1. ¿Considera usted que los árboles de raíces profundas ayudan a que no se sequen las quebradas?
Si ___ no ___ ¿porque? _____

2. ¿Considera usted que los árboles frondosos ayudan a que no se sequen las quebradas?
Si ___ no ___ ¿porque? _____

3. ¿Considera usted que los árboles grandes ayudan a que no se sequen las quebradas?
Si ___ no ___ porque? _____

4. ¿Considera usted que los árboles que tienen muchas raíces ayudan a que no se sequen las quebradas?
Si ___ no ___ ¿porque? _____

5. ¿Considera usted si se acumula ayudan a que no se sequen las quebradas?
Si ___ no ___ ¿porque? _____

D. SOMBRA PARA GANADO Y PASTOS

1. ¿cree usted que los árboles de hojas pequeñas permiten que el pasto crezca debajo de ellos?
Si ___ no ___ ¿porque? _____

2. ¿cuál sombra es mejor para el ganado?:
Una sombra muy oscura que no deje pasar rayitos de sol ___

Una sombra por donde pasen algunos rayitos de sol _____

¿Porque? _____

3. Es cierto que la sombra del madero negro hace que se disminuya el pasto y los cultivos
Si ___ no ___ ¿porque? _____

Cuando pasa esto?_____

4. Es cierto que las sombras cerradas como la del chilamate hace que el ganado que tiene heridas se infecte más fácil de tétano
Si___ no__ ¿porque?_____

E. EROSION Y MEJORAMIENTO DE SUELOS

1. Considera usted que los árboles que tienen muchas raíces ayudan a controlar la erosión?

Si___ no__ ¿porque?_____

2. Considera usted que si la hojarasca se acumula en el suelo, este se erosiona menos? Si___ no__ ¿porque?_____

3. Considera usted que la caída de hojas pequeñas y suaves dan más fertilidad al suelo?

Si___ no__ ¿porque?_____

4. Cree usted que los árboles que producen vainas ayudan a dar más fertilidad al suelo?

Si___ no__ ¿porque?_____

Anexo 3. CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE FUNCIONES DE ESPECIES ARBOREAS Y ARBUSTIVAS EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA DE RIVAS, NICARAGUA

Formulario de Ranqueo N°

Fecha: _____ Productor _____

Localidad: _____

Servicio:

		Rasgos positivos				Rasgos negativos (antiservicios)		
N	Nombre común	Rasgo 1	Rasgo 2	Rasgo 3	Rasgo 4	Rasgo 1	Rasgo 2	Rasgo 3
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Servicio:

		Rasgos positivos				Rasgos negativos (antiservicios)		
N	Nombre común	Rasgo 1	Rasgo 2	Rasgo 3	Rasgo 4	Rasgo 1	Rasgo 2	Rasgo 3
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								