

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE ARBÓREO Y
ARBUSTIVO DISPERSO EN POTREROS EN FINCAS
GANADERAS DE LA CUENCA DEL RÍO LA VILLA, AZUERO,
PANAMÁ**

YUSSEFF ANDRES DOMÍNGUEZ DIEZ

4-760-2410

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2014

**CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE ARBÓREO Y
ARBUSTIVO DISPERSO EN POTREROS EN FINCAS
GANADERAS DE LA CUENCA DEL RÍO LA VILLA, AZUERO,
PANAMÁ**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL
TÍTULO DE INGENIERO EN MANEJO DE CUENCAS Y AMBIENTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

PROFA. Ph.D. HILDA LEZCANO

DIRECTOR

PROF. ING. OVIDIO NOVOA S.

ASESOR

PROFA. ING. FELÍCITA GONZÁLEZ

ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2014

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios primeramente por la vida, la salud que me ha brindado y mantenerme junto con mi familia y amigos.

Agradezco a mis padres, Dania Díez de Domínguez y Eustorgio Domínguez, a mi hermano por su apoyo en cada momento de mi vida; a mis abuelos, tíos y demás familiares que siempre me han apoyado a alcanzar cada una de mis metas.

A mis amigas incondicionales, Carolina Guerra y Leydi Frago. Gracias por su amistad, consejos y por compartir los buenos y malos momentos junto a mí.

A los miembros de mi comité de evaluación: Profa. Hilda Lezcano, Profa. Felicita Gonzales, y especialmente al Porf. Ovidio Novoa, por su tiempo, paciencia, dedicación y todo el apoyo y confianza brindada en los últimos años.

Al Instituto de Investigación Agropecuario de Panamá (IDIAP), y a todo el personal de la finca experimental del Ejido por la colaboración técnica y logística durante la fase de campo de la presente investigación.

Al Msc. Diego Tobar, por su confianza al permitirme colaborar en el trabajo de investigación y por sus consejos técnicos que han sido invaluable en la culminación de este proceso.

DEDICATORIA

Con mucho cariño le dedico este trabajo a San Francisco de Asís, gracias a su inspiración siento un amor incondicional a la naturaleza y a todas las criaturas de Dios.

A mi familia y amigos, este trabajo es el fruto de la paciencia y la dedicación de toda mi vida académica.

Pero especialmente a los productores ganaderos de Panamá, especialmente a los de las provincias de Herrera y Los Santos, que cada día a pesar de todas las adversidades climáticas de la región, se levantan con ánimos de trabajar y contribuir con su noble labor a la alimentación de Panamá. Que esta investigación contribuya a su labor productiva y que con el paso de los años puedan aplicar todos los consejos y recomendaciones aquí plasmadas, y que esto mejore su producción y a la vez permita el cuidado de la naturaleza.

Yusseff. A. Domínguez. D

CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE ARBÓREO Y ARBUSTIVO DISPERSO EN POTREROS EN FINCAS GANADERAS. CUENCA DEL RÍO LA VILLA, PANAMÁ

Domínguez Diez, Y. A. 2014. Caracterización del Componente Arbóreo y Arbustivo Dispersos en Potreros en Fincas Ganaderas. Cuenca del Río La Villa, Panamá. Tesis Ingeniería en Manejo de Cuencas y Ambiente. Chiriquí, PA. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. 78 p.

RESUMEN

La Cuenca del Río La Villa, se caracteriza principalmente por actividades agropecuarias a lo largo de su territorio, pero principalmente predominan las fincas ganaderas, en su mayoría productores que se dedican a la lechería como método de subsistencia. En los últimos años la actividad se ha visto afectada por los efectos del cambio climático, principalmente por las prolongadas sequías, que afecta la disposición de agua y alimento para el ganado y en muchas ocasiones provoca disminución en la producción de carne y leche y en los peores casos la muerte del ganado. Este estudio plantea recopilar información sobre los árboles y arbustos disponibles en las fincas de la cuenca del Río La Villa, para así levantar una base de datos sobre las especies que están presentes en las fincas, además de saber en qué partes de la finca existe más abundancia y diversidad de especies y que la información recopilada pueda ser utilizada para darle mecanismos a los productores de cómo adaptarse al cambio climático. Se pudo determinar en base a una muestra de 21 fincas muestreadas que existen 41 especies arbóreas en las fincas ganaderas visitadas. Se determinó que de la totalidad de árboles encontrados, el 61 % se encuentra en cercas vivas, el 32 % disperso en potreros y el 6.8 % en bosque ribereño. Basados en los índices de biodiversidad aplicados, se encontró que las especies de mayor importancia son *Anacardium excelsum*, *Guazuma ulmifolia*, *Jatropha curcas*. Se puede concluir que se identificaron 41 especies arbóreas durante el inventario, la distribución de especies se encuentra principalmente dada por las cercas vivas y los árboles dispersos en potreros, y en un mínimo porcentaje los bosques ribereños, por lo que es de suma importancia introducir árboles en las fuentes de aguas para su protección. Y por último es de importancia destacar que se encontraron tres especies con alto valor de importancia para la biodiversidad en el sitio.

Palabras clave: Caracterización, Fincas ganaderas, Árboles dispersos en potreros, Cuenca del Río La Villa, Cambio climático, Componente arbóreo.

CHARACTERIZATION OF TREES AND BUSHY PLANTS, SCATTERED IN GRAZING FIELDS FOR LIVESTOCK FARMS. LA VILLA RIVER BASIN, PANAMA.

Domínguez Diez, Y. A. 2014. Characterization of trees and bushy plants, scattered in grazing fields for livestock farms. La Villa River Basin, Panama. Final Work, Watershed Management and Environmental Engineering, Chiriqui, Pa, Faculty of Agricultural Sciences, University of Panama, 78 p.

ABSTRACT

La Villa river basin is mainly characterized by agricultural activities. Along its territory, there are a lot of cattle farmers who own dairy farms as a main of survival. Their activities have been affected by climate change consequences, long droughts which affect the supply of water and food cattle.

Most of the time, this situation has a main consequence the decline of meat and milk production. The worst event is livestock death.

This study's objective was to collect information about trees and shrubs found in this area, La Villa river basin, to create a data base of species which are found in these farms.

Moreover this data base shows where there is a great abundance and a high diversity of species. The gathered information can be used by producers as a guide about how to adapt successfully to climate change. The sample included 21 farms, and the results showed 41 native species. With regard to trees, 61 percent is used as hedgerows, 32 percent is on grazing fields and 6.8 percent is found in the riverside forest. Based on the diversity rate, the most important are *Anacardium excelsum*, *Guazuma ulmifolia*, *Jatropha curcas*.

To conclude, forty one native species were identified; the species distribution is found in hedgerows; trees are dispersed across grazing fields, and a minimum percentage of riverside forest which must be protected planting trees. Finally three species with a high value for biodiversity were found.

KEYWORDS: Characterization, farming estates, scattered trees in paddocks, La Villa River Basin, Climate Change, arboreal component.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	<u>PÁGINA</u>
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Problemática	2
1.2. Antecedentes	3
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivos:	6
1.4.1. General:	6
1.4.2. Especificos:.....	6
1.5. Hipótesis	6
1.6. Alcances y limitaciones	7
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
2.1. Sistemas Silvopastoriles	8

2.2. Importancia de los sistemas silvopastoriles para la ganadería en el trópico	10
2.3. Ventajas de los sistemas silvopastoriles.....	11
2.4.1. Producción de Biomasa y Calidad Nutritiva de la Pastura	12
2.4.2. Alelopatía	12
2.4.3. Ramoneo	13
2.5. Sistemas silvopastoriles existentes	13
2.6.1. Bancos de proteínas	13
2.6.2. Linderos maderables.....	14
2.6.3. Pasto arbolado	15
2.6.4. Cercas vivas	16
3. METODOLOGÍA	18
3.1. Localización geografica del área de estudio	18
3.1.1. Suelos	19
3.2. Métodos	20
3.2.1. Diseño experimental	20
3.2.2. Metodología:	23
3.2.3. Análisis del componente arbóreo en términos de Índice de Biodiversidad	28
3.2.4. Métodos para realizar Cálculos	28

3.2.5. Índices de Biodiversidad	31
3.2.6. Análisis Estadístico	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1. Inventario de Especies	34
4.2. Rasgos Funcionales.....	36
4.3. Distribución de especies	38
4.4. Fenología	39
4.5. Abundancia	40
4.6. Frecuencia	42
4.7. Dominancia	44
4.8. Índice de Biodiversidad	46
4.8.1. Prueba de Kruskal Wallis- Número de Especies	46
4.8.2. Prueba de Kruskal Wallis- Dominancia de Simpson.....	47
4.8.3. Prueba de Kruskal Wallis- Índice de Pileou.....	47
4.8.4. Prueba de Kruskal Wallis – Índice Alpha de Fisher	48
4.8.5. Prueba de Kruskal Wallis- Abundancia de Especies	48
5. CONCLUSIONES	49
6. RECOMENDACIONES	51
7. REFERENCIAS CITADAS	52

ÍNDICE DE CUADROS

<u>CUADRO</u>		<u>PÁGINA</u>
I.	Especies arbóreas y arbustivas encontradas en fincas ganaderas. Cuenca del Río La Villa, 2014.....	35
II.	Rasgos funcionales encontrados en las especies inventariadas por uso de suelo analizado. Cuenca del Río La Villa, 2014.....	37
III.	Fenología actual al momento del inventario en cada una de las especies encontradas. Cuenca del Río La Villa, 2014.....	39
IV.	Abundancia de especies encontrados en los sitios muestreados en la Cuenca del Río La Villa, 2014.....	41
V.	Listados de especies en relación a la dominancia total y por uso de suelo en las fincas muestreadas. Cuenca del Río La Villa, 2014.....	44
VI.	Resultados de la prueba de Kruskal Wallis a los índices de biodiversidad por uso de suelo analizado. Cuenca del Río La Villa, 2014.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PÁGINA</u>
1.	Mapa del Área de estudio.....	19
2.	Porcentaje de especies arbóreas por uso de suelo en fincas ganaderas de la Cuenca del Rio La Villa, 2014.....	38
3.	Frecuencia de aparición de las 10 principales especies arbóreas en las fincas muestreadas. Cuenca del Río La Villa, 2014.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

<u>ANEXO</u>		<u>PÁGINA</u>
1.	Formulario para muestreo de bosque secundario.....	56
2.	Formulario para muestreo de bosque ribereño.....	57
3.	Formulario para muestreo de Cercas Vivas, Lindero Maderable y Cortinas rompevientos.....	58
4.	Formulario para muestreo de árboles dispersos en potreros.....	59
5.	Formulario para muestreo de banco de proteínas.....	60
6.	Lista roja de la UICN (UICN RED LIST).....	61
7.	Fotografías tomadas durante el trabajo de campo.....	62
8.	Acrónimos.....	66

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería es una de las principales actividades pecuarias que se realizan en el país, la misma representa el 45 por ciento del PIB (Producto Interno Bruto) agropecuario y el uno punto ocho por ciento del PIB nacional. (INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2011) **Muchas de las zonas agrícolas de Panamá, han sido destinadas a las actividades ganaderas.** El Arco Seco panameño en la península de Azuero no escapa a esta dura realidad, de la conversión de miles de hectáreas a potreros para actividades ganaderas, ya que uno de los mayores usos de suelo dados en la región. FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2003), ha estimado que el 40 por ciento de todo el territorio centroamericano está constituido por tierras destinadas para pastoreo, y el 60 por ciento de estas pasturas se encuentran degradadas.

En Centroamérica, una de las principales causas de la fragmentación del paisaje es la ganadería extensiva, caracterizada por bajos índices de producción, manejo inadecuado de pasturas y degradación del recurso suelo y que a la larga lleva a la fragmentación de las zonas boscosas, creando fragmentos de bosques, lo que afecta a la biodiversidad de la zona donde se desarrollan estas actividades. (Tobar e Ibrahim, 2008)

Cuando la ganadería se basa en buenas prácticas y sistema silvopastoriles (combinación de pastos, árboles y ganado) las fincas presentan opciones

productivas más diversas, como la producción de leña, madera, postes para cerca, complemento forrajero en la época de baja producción de pasto y mantenimiento de buena calidad de agua. Estos beneficios contribuyen a mejorar el bienestar de las familias rurales.

Los constantes problemas causados por las sequías extremas en la zona del Arco Seco, a causa de las características de la zona, se han incrementado por los efectos del cambio climático que a cada año azota a la región.

Esta investigación, tiene como finalidad, proporcionar información real y actualizada, sobre el estado de la cobertura arbórea y arbustiva en las fincas ganaderas de la cuenca del Rio La Villa, lo que permitirá generar estrategias de trabajo, para lograr que los productores ganaderos puedan adaptar sus actividades a los problemas influenciados por el cambio climático a través de la implementación de técnicas y sistemas silvopastoriles en sus fincas.

1.1. PROBLEMÁTICA

La Cuenca del Rio La Villa, específicamente, se encuentra ubicada en el área conocida como el Arco Seco panameño. Dicha zona está siendo afectada directamente por los efectos del cambio climático (épocas secas más fuertes) y la desertificación, lo que ha incrementado considerablemente las afectaciones sobre las actividades agrícolas que se desarrollan en el sector, dichas sequías

extremas causadas por el cambio climático han ocasionado pérdidas monetarias significativas en las actividades ganaderas de carne, leche y de doble propósito.

Los altos niveles de deterioro ambiental y ecológico existente en la cuenca, están dados principalmente por la falta de cobertura arbórea, causada por la deforestación indiscriminada, para el establecimiento de potreros y fincas ganaderas. Por lo que la arborización de las fincas ganaderas existentes es de vital importancia, para la disminución de los efectos del cambio climático sobre las actividades agropecuarias, así como la recuperación de las zonas degradadas.

Los sistemas silvopastoriles son una opción pecuaria donde las leñosas perennes interactúan con los componentes tradicionales (Pasto + animales), bajo un sistema de manejo integral (Pezo e Ibrahim, 1996).

Nos indican los mismos autores que la utilización de sistemas silvopastoriles, proporciona a los animales beneficios como, mayor producción de forraje, mejoran la producción animal, crean un micro clima agradable para los animales, así como un forraje de alta calidad.

1.2. ANTECEDENTES

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (UNDC, 1994), define la sequía como el fenómeno que se produce naturalmente cuando las lluvias han sido considerablemente inferiores a los niveles normales registrados, causando un agudo desequilibrio hídrico que perjudica los sistemas de producción.

La disponibilidad hídrica depende del clima y sus variaciones intra e interanuales. En Centroamérica, aproximadamente, el 70 por ciento de la precipitación cae en la vertiente del Caribe y el 30 por ciento en la vertiente del Pacífico (López, 2009). Mientras que la población y la actividad agrícola se concentran en esta última donde está ubicado el Arco Seco; zonas secas y/o de sequías desde el oriente de Guatemala a la península del Azuero en Panamá (SICA: Sistema de Integración Centroamericana, 2009).

El Arco Seco, principalmente la Cuenca del Río la Villa alcanza a recibir hasta 8.5 horas de sol en la época seca. Razón por la cual, los ganaderos han iniciado un proceso de adaptación al cambio climático. Predominan las cercas vivas para brindar sombra y alimentación para el ganado, lo cual no es suficiente para mantener la sostenibilidad de las diferentes actividades en la cuenca (POTA: Plan de Ordenamiento Territorial Ambiental, 2008).

En distintas zonas de Centroamérica, el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2004), ha realizado estudios sobre la composición arbórea y arbustiva en las fincas ganaderas. Estas zonas son relativamente similares al área del Arco Seco panameño, donde se pretende realizar esta investigación. En los estudios anteriores se pudo conocer que en las zonas ganaderas predominan las cercas vivas, y también árboles dispersos en potreros, pero las condiciones actuales no son suficientes para contrarrestar los efectos del cambio climático.

Según Velarde (2012), en la cuenca del Río La Villa existen más de 200 fincas que se dedican a actividades ganaderas, dichas fincas han tenido que realizar mejoras para contrarrestar los efectos del cambio climático, muchas de éstas están relacionados con la introducción de nuevas tecnologías a la finca.

Se podría esperar que los ganaderos implementen acciones de conservación que conduzcan a mitigar los problemas más percibidos como variación climática y cambios en los niveles de agua y que además sea compatible con el mejoramiento de sus ingresos. Pero entre otros problemas la deforestación comúnmente no la perciben, de allí que en la cuenca sólo un grupo muy reducido (15 por ciento) viene reforestando (Velarde, 2012).

1.3. JUSTIFICACIÓN

La ganadería es una de las actividades agropecuarias de mayor importancia en el país, en el Arco Seco la ganadería representa una entrada económica para los miles de productores que desarrollan distintos tipos de ganadería, pero en esta zona las sequias extremas en la época de verano, causan una disminución de la producción y causan muchos problemas a la actividad ganadera, por lo que es importante determinar la cobertura arbórea de la zona, y buscar maneras eficientes para que los productores se adapten al cambio climático. Este documento es de vital importancia porque permitirá conocer cuál es el estado de la cobertura arbórea en las fincas ganaderas, y de esta manera implementar técnicas y planes de trabajo dentro de las unidades ganaderas, para que los productores a través de los sistemas silvopastoriles y otras técnicas puedan

aprovechar los beneficios de los árboles, y así adaptar su actividad productiva a los efectos cada vez más fuertes del cambio climático.

1.4. OBJETIVOS:

1.4.1. GENERAL:

Caracterizar el componente arbóreo inserto en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas en la Cuenca del Río La Villa, Panamá.

1.4.2. ESPECIFICOS:

- Identificar las especies arbóreas y arbustivas existentes dentro de los sistemas silvopastoriles, en relación con sus rasgos dasométricos (diámetro a la altura de pecho (dap), altura total (htot), altura comercial (hcom) y diámetro de copa (dc)).
- Determinar la distribución arbórea y arbustiva de ese componente dentro de los sistemas silvopastoriles y el uso potencial del mismo.
- Analizar el componente arbóreo, en términos de riqueza e índice de biodiversidad.

1.5. HIPÓTESIS

La hipótesis propuesta para la siguiente investigación es la siguiente:

Ha: El componente arbóreo y arbustivo de las fincas ganaderas mejora la condición y/o percepción de beneficios que estos ofrecen a la finca.

Ho: El componente arbóreo y arbustivo de las fincas ganaderas no influye en la percepción de beneficios que estos tienen en la finca.

1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES

El presente estudio abarca la elaboración de una caracterización del componente arbóreo y arbustivo dentro de las fincas ganaderas de la cuenca del Río La Villa. Dicho estudio pretende identificar las especies arbóreas y arbustivas así como las características de sus rasgos funcionales más sobresalientes. Se pretende determinar la distribución de estos componentes dentro de los sistemas silvopastoriles existentes en el sitio y así evaluar el componente en términos de riqueza e índice de biodiversidad. A través de este estudio se verán beneficiados todos los productores ganaderos de la cuenca del Río la Villa y de zonas aledañas, el estudio será referencia para establecer parámetros sobre la cobertura arbórea y arbustiva necesaria en las fincas. Identificar cómo el uso de estos componentes y así generar recomendaciones para crear programas y estrategias de adaptación a las condiciones del cambio climático.

Algunos de los factores que podrían crear limitaciones al momento de realizar este estudio es el desconocimiento del área de estudio, el tiempo disponible para realizar la recolección de los datos, así como la distancia entre las fincas a visitar.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Sistemas Silvopastoriles

Es común ver los pastos de los potreros del entorno en franco proceso de degradación, siendo ello una inversión económica importante en su establecimiento. La degradación de los pastos se debe principalmente a la falta de un sistema adecuado que permita el uso sostenido de los mismos. Así, bajo la presión de producir carne y leche en sistemas que mantengan estable su producción y rentabilidad a largo plazo, con equidad social y preservando los recursos naturales, en especial el suelo y el agua, los sistemas de ganadería con árboles son una alternativa viable, conservacionista y sostenible (Ibrahim, 2009).

Martin (1999), lo define como *"aquel sistema de uso de la tierra donde las leñosas de aptitud forestal crecen en asociación con hierbas de valor forrajero y animales (domésticos y/o silvestres), en un arreglo espacial y temporal, con múltiples interacciones ecológicas y económicas entre los componentes del sistema"*. En otras palabras, un sistema silvopastoril es el que permite que los componentes citados (árboles forestales, pasturas y animales de producción), se ubiquen bajo un esquema de manejo racional integral, que tienda a mejorar a mediano o largo plazo, la productividad, la sustentabilidad y la rentabilidad de la explotación; todo ello teniendo en cuenta, las disímiles condiciones y tiempos de producción de los diversos componentes. Lo enunciado, implica que el manejo

de un sistema silvopastoril involucra el conocimiento y el ensamble de numerosas variables que afectan a cada uno de los componentes citados, sin olvidar los recursos suelo y agua.

Pezo e Ibrahim (1996), concuerdan que un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de las leñosas perennes (árboles o arbustos), e interactúa con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), todos ellos bajo un manejo de sistema integral. Si bien a menudo se hace mención de sistemas silvopastoriles en los cuales las leñosas perennes constituyen un recurso alimenticio, no debe interpretarse que un sistema ganadero será silvopastoril sólo cuando los árboles o arbustos presentes cumplen un propósito forrajero. Se conocen como sistemas silvopastoriles aquellos módulos de producción que incluyen pastos mejorados con alto vigor y productividad, como por ejemplo los pastos: estrella africana (*Cynodon nlemfluensis* Vanderyst.), guinea (*Panicum maximum* Jacq.) o *Brachiaria* spp, asociados con arbustos y/o árboles forrajeros.

Para Esquivel y Coulón (2010), un sistema silvopastoril (SSP) es definido como una práctica agroforestal que consiste en la combinación intencional de árboles, plantas forrajeras y ganado en la misma superficie buscando la estabilidad ambiental, social y económica.

2.2. Importancia de los sistemas silvopastoriles para la ganadería en el trópico

La importancia de los sistemas silvopastoriles puede verse reflejada al analizar el beneficio que desempeña el componente arbóreo sobre la actividad ganadera y sobre el medio ambiente. Este documento considera los beneficios de los árboles como modificadores del forraje bajo su influencia y como forrajeros, como modificadores del ambiente para los animales y de la producción animal, y como aporte de ingresos adicionales de la actividad ganadera (Ibrahim, 2009).

Según Botero y Russo (1998), la introducción de árboles leguminosos en potreros, permite mejorar la calidad del forraje de la pastura asociada, conservando altos valores de proteína en invierno, comparado con el forraje del pasto en sistemas de monocultivo con total exposición al sol. Además, puede incrementar la cantidad total de forraje para los animales dependiendo de factores como el manejo que se le haga a los árboles, la densidad arbórea y la cobertura de copa utilizada, las especies forrajeras involucradas, la condición del pasto y la región analizada. De igual forma, estabiliza la producción forrajera, especialmente cuando se produce sequía y de acuerdo a la especie de árbol asociado, puede proveer forraje a través del follaje o frutos. Esto permite un mejor manejo y un aumento de la eficiencia ganadera.

2.3. Ventajas de los sistemas silvopastoriles

Las ventajas de los sistemas silvopastoriles son varias: propician un microclima ideal para actividades agrícolas y pecuarias, las especies arbóreas forrajeras proporcionan sombra al ganado, protegen las praderas contra los vientos, protegen el suelo y mantienen la humedad, lo que produce forraje verde durante más tiempo, los animales tienen un lugar de descanso, mejoran las pariciones; aumenta la producción de carne y/o leche, se reducen los costos de poda y raleo, disminuyen los riesgos de incendios, le da apariencia de parque a la plantación; abre la posibilidad de uso recreativo, representa un ingreso adicional después de varios años, se estimula el crecimiento de los árboles, reducen el uso de alimentos concentrados ya que los árboles y arbustos forrajeros mejoran la calidad del alimento para el ganado y proveen alimento durante todo el año. Además, las leguminosas fijan nitrógeno, lo que permite reemplazar los fertilizantes nitrogenados y reducir los costos de fertilización (Carballo y Reyes, 2000).

2.3.1. Beneficios ambientales de los Sistemas Silvopastoriles

Según Ibrahim (2010) los sistemas silvopastoriles brindan una serie de servicios ambientales/ ecológicos como:

- Recuperación de suelos degradados.
- Conservación del recurso hídrico.
- Conservación de la biodiversidad.
- Fijación de carbono.

- Conservación de especies nativas *in situ*.
- Conectividad para la biodiversidad.
- Protección de cuencas hidrográficas.

2.4. Desventajas de los Sistemas Silvopastoriles

Según Pezo e Ibrahim (1996), la interacción entre las plantas leñosas, las pasturas, los animales y el suelo pueden presentar desventajas como:

2.4.1. Producción de Biomasa y Calidad Nutritiva de la Pastura

En general, el crecimiento de las pasturas es menor cuando estas crecen debajo de las copas de los árboles, aunque las gramíneas tropicales son más afectadas que las gramíneas de clima frío y las leguminosas. Las especies forrajeras que crecen bajo sombra presentan una actividad fotosintética menor que las que crecen a pleno sol. Además, se presentan cambios morfológicos, por el mayor desarrollo foliar. Esto provoca una menor habilidad para tolerar la sequía y para captar nutrientes, así como un anclaje más débil. Por ello, el manejo del pastoreo o corte en sistemas silvopastoriles debe ser muy cuidadoso para evitar la degradación de las pasturas (Stur, Shelton y Guteridge, 1994).

2.4.2. Alelopatía

La alelopatía resulta de la liberación de compuestos químicos de una especie que afectan la germinación, el crecimiento y/o la sobrevivencia de otras

especies. Varias especies forrajeras y arbóreas presentan este tipo de actividad, lo que debe ser tomado en cuenta al momento de diseñar los sistemas silvopastoriles (Pezo e Ibrahim, 1996).

2.4.3. Ramoneo

Pezo e Ibrahim (1996), aseveran que en los sistemas en que los animales tienen acceso directo a las áreas donde se encuentran las plantas leñosas, éstas pueden presentar daños por la actividad animal. Si los árboles son forrajeros, es conveniente manejar el intervalo entre ciclos de uso para permitir el rebrote. En árboles maderables y frutales debe igualmente manejarse el pastoreo pero además pueden usarse repelentes o protección mecánica.

2.5. Sistemas silvopastoriles existentes

- Bancos Forrajeros o Proteicos
- Linderos maderables (Cortinas Rompevientos)
- Árboles dispersos en potreros
- Cercas Vivas

2.6. Descripción de sistemas silvopastoriles

2.6.1. Bancos de proteínas

Para Novoa (2010) en algunas zonas de producción ganadera de Panamá, la alimentación del ganado en la época seca se vuelve difícil, especialmente entre

los meses de marzo a mayo. La escasez de alimento produce carencias nutricionales que traen consigo disminución en la producción de leche, pérdida de peso y la predisposición al ataque de enfermedades. En muchos casos, esta situación obliga a los ganaderos a comprar o alquilar “rastros” de cosecha de cultivos de granos básicos, a mover el ganado de un lugar a otro en busca de alimento o a la venta de animales pues, de lo contrario, corren el riesgo de morir.

El pasto en las praderas ubicadas en regiones con clima cálido, presenta problemas de deficiencia de proteína y energía, y su digestibilidad es baja, lo cual genera problemas al productor, porque el ganado tiene menor ganancia de peso y producción de leche. Una alternativa para solucionar este problema es establecer «bancos de proteína», compuestos principalmente por leguminosas, muy abundantes en las regiones tropicales (Benavides, 1994).

Un «banco de proteína» es un área compacta, sembrada con leguminosas forrajeras herbáceas, rastreras o erectas, o bien de tipo arbustivo, que se emplean para corte o pastoreo directo por rumiantes (bovinos, ovinos o caprinos), como complemento al pastoreo de praderas de gramíneas, principalmente en las regiones tropicales (Stur, Shelton y Guteridge, 1994).

2.6.2. Linderos maderables

En América Central, el cambio de uso de la tierra más importante durante los últimos 40 años ha sido una fuerte reducción de la superficie de bosques. La

mayor parte ha sido dedicada a cultivos anuales y luego a pasturas (Ibrahim, 2009).

El mismo autor nos indica, que la ganadería en países tropicales, con un grado de desarrollo pobre, altamente dependiente en insumos y tecnología, requiere de una base científica acorde con nuestros recursos, idiosincrasia y necesidades.

Los linderos maderables se definen como sectores que delimitan las fincas de las propiedades vecinas; o áreas internas de cultivos pero que además actúan como barreras rompevientos, cercas vivas, y a su vez sirven como una estrategia para la obtención de productos madereros de interés (madera y postes) y productos forestales derivados (leña, polen, belleza escénica, alimento para la fauna), entre otros bienes (Ibrahim, 2009).

2.6.3. Pasto arbolado

En la década de los 80, los ganaderos pensaban que una buena finca era la que tenía potreros con un solo tipo de pasto y sin árboles, porque se creía que, entre menos árboles había, mayor era la producción de pasto y por ende, los rendimientos en carne y leche. Sin embargo, hoy día, los ganaderos se dieron cuenta que los árboles en los potreros son muy beneficiosos (Pezo e Ibrahim, 1998).

En los trópicos húmedos, la tala del bosque o de otra vegetación arbórea secundaria para el establecimiento de pasturas u otro cultivo quiebra el delicado equilibrio que torna el ecosistema sustentable. Para ser estable, por lo tanto, el uso de la tierra (agroecosistema) deberá restablecer, por lo menos en parte, aquellos mecanismos o servicios que garantizaban el equilibrio anterior, como por ejemplo, el ciclaje de nutrientes y la conservación del suelo. Estos últimos son algunos de los pilares benéficos de estos componentes dentro del entorno (Young, 1989).

El pasto arbolado es un sistema en donde el piso tiene el pasto y en forma ordenada o aleatoria, árboles de interés forestal, de consumo y ramoneo animal, entre otros (Pezo e Ibrahim, 1998).

2.6.4. Cercas vivas

Las cercas vivas son comunes en América Central, donde delinean los campos agrícolas, las pasturas y los límites de las fincas, y forman elaboradas redes de cobertura arbórea a lo largo de los paisajes rurales. La presencia de cercas vivas no sólo se da en áreas biofísicamente diversas, con diferentes elevaciones, zonas ecológicas y tipos de suelo, sino también, en aquellas con distintas culturas, historias de uso del suelo y producción agrícola, principalmente plantaciones de café, pasturas y jardines. En algunas regiones agrícolas donde la deforestación y la conversión a agricultura han sido elevadas, las cercas vivas constituyen la forma más prevalente de cobertura arbórea que permanece en el paisaje (Vásquez y Quintero, 2009).

Los mismos autores comentan que en los últimos años, se empezó a valorar las ventajas económicas y ecológicas de las cercas vivas. En términos económicos, las cercas vivas son más baratas (13 por ciento) y duran mucho más que las cercas muertas, lo que representa un ahorro de dinero importante, a mediano plazo.

3. METODOLOGÍA

3.1. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se llevará a cabo en la cuenca del Río La Villa que tiene un área de 1289.85 kilómetros cuadrados, la misma se ubica en la vertiente del Pacífico, en la península de Azuero, región conocida como el “ARCO SECO”, (ver Figura 1), entre las provincias de Herrera y Los Santos, con coordenadas 7° 30' y 8° 00' Latitud Norte y 80° 12' y 80° 50' Longitud Oeste (CATIE, 2009).

En general la región del Arco Seco presenta un clima de sabana tropical. En la cuenca baja el promedio anual de precipitación es de 1,350 milímetros, en la cuenca media es de 1,760 milímetros y en la cuenca alta es de 2,325 milímetros. La distribución de la precipitación es de 91 por ciento entre los meses de mayo a noviembre y del nueve por ciento restantes se registra entre los meses de diciembre a abril.

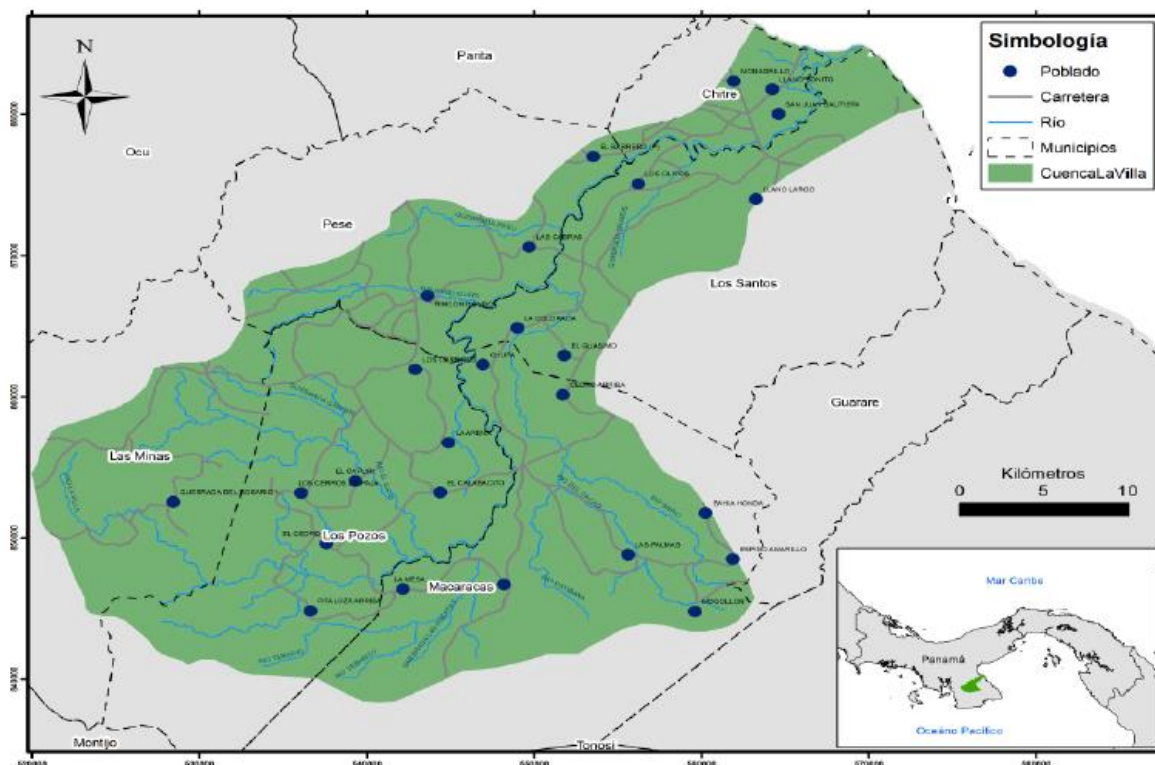
Tiene una evapotranspiración de 1,000 a 1,200 milímetros en la cuenca, se podría considerar que existen rangos limitados en algunos espacios de la cuenca con menor posibilidad de escorrentía y almacenamiento de agua (inclusive un caudal ecológico limitado) (Faustino et al 2008).

Asimismo, la época lluviosa, presentan períodos con ausencia de lluvias hasta de 20 días. Por otro lado, los períodos de sequía más prolongados se han

presentado coincidentemente con la aparición del fenómeno El Niño, el cual afecta directamente a las actividades agrícolas y principalmente a la ganadería, registra pérdidas millonarias en los últimos 20 años (Autoridad Nacional del Ambiente: ANAM, 2009).

3.1.1. Suelos

Los tipos de suelos que predominan en la cuenca son: de clase II; III; IV; V; VI y VIII. El mayor porcentaje corresponde a la clase VII (62.5% o sea 809.40 km²) y en la clase IV se tienen 272.16 kilómetros cuadrados o sea el 21 por ciento de territorio en la cuenca. Asimismo, los climas de la cuenca corresponden a tropical de sabana tropical húmedo (CATIE 2008).



Fuente: Cambio Global- CATIE, 2009.

FIGURA 1: Área de estudio. Cuenca del Río La Villa, Panamá.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado para esta investigación será de bloques completamente al azar (BCA). Cada bloque se dividirá en parcelas y sub-parcelas, a continuación se detallarán cada una de las partes correspondientes.

Citado de: Muñoz, 2013. Cálculo de la huella hídrica en fincas ganaderas ubicadas en la cuenca del Río La Villa.

- **Bloques:** Los bloques serán conformados por las fincas existentes en la cuenca del Río La Villa, cada bloque estará conformados por fincas que fueron seleccionadas con anterioridad en base a su nivel tecnológico, que se define como:

- **Bloque 1- Alta tecnología:**

En este bloque el área es de uso ganadero tienen más variedades de pastos mejorados y menos de pasturas naturales. Cuentan con infraestructuras y equipos como: ordeñadora mecánica, galera para ordeño y suplemento, bebederos, saleros, bodegas, vehículos para trabajo, tractor agrícola, equipo de riego, motobomba y picadora de pastos.

Realizan dos ordeños al día. Mantienen la producción en ambas épocas del año, ya que proporciona más suplemento permanentemente.

También utilizan prácticas de conservación de fuentes de agua y tienen buena disponibilidad de agua durante todo el año. El bloque cuenta con 40 productores de los cuales se utilizarán una muestra óptima del 10%, lo cual serían 4 fincas a analizar.

- **Bloque 2- Mediana tecnología:**

En este bloque se dispone de galeras para ordeños tienen comederos, bebederos, saleros, bodegas y vehículos de trabajo, y tractor agrícola, cuentan con bomba de agua, equipo de riego, motobombas y picadora de pasto.

La mayoría ordeña manualmente, una vez al día. En época seca tienen una producción de leche similar a la del siguiente bloque a desarrollar, sin embargo, en época lluviosa lo superan. Tienen buena disponibilidad de agua durante todo el año. El manejo de la suplementación es menos que el bloque 1, pero a su vez tienen más pastos de corte en las fincas.

La población de este bloque es de 66 productores y la muestra óptima del 10% indica el estudio de seis fincas con este nivel de tecnología.

- **Bloque 3- Baja Tecnología:**

El bloque se caracteriza porque, tienen mayor dependencia de los ingresos económicos generados de la ganadería, especies de pastos naturales y menos mejorados y el uso de bancos forrajeros energéticos como la caña es poco solo usan el bagazo o el cogollo. El equipo o

infraestructura es casi nulo, algunos cuentan con galera de ordeño, saleros y motobombas.

El ordeño se caracteriza por ser realizado a mano, y una sola vez al día, estas fincas presentan una menor producción de leche en época seca en comparación a la época lluviosa.

Tienen más ríos y quebradas y dificultad con la disponibilidad de agua en verano ya que algunas fuentes se secan.

Aquí se identificaron 106 productores y utilizando una muestra óptima del 10 %, serán 11 fincas a evaluar en este nivel tecnológico.

- **Parcelas:** Las parcelas de muestreo, estaban compuestas por las fincas ganaderas que fueron seleccionadas para su correspondiente estudio, el estudio en su totalidad consto con 22 parcelas de muestreo, lo cual represento las 22 fincas pre- seleccionadas por bloque tecnológico.
- **Sub-Parcela:** La sub-parcela de muestreo estaban incluidas dentro de las parcelas o fincas seleccionadas para el estudio, cada sub parcela estaba compuesta por un uso de suelo que se encuentra en el sector, el número de sub-parcelas por unidad de muestreo varió dependiendo de la cantidad de sistemas o usos de suelos que se encuentren en la finca, las sub-parcelas fueron:
 - Bosques secundarios:

- Bosques ribereños:
- Cercas vivas simples:
- Cercas vivas compuestas:
- Pasturas de baja densidad arbórea (< 30 árboles por hectárea):
- Pasturas con alta densidad arbórea (> 30 árboles por hectárea):
- Bancos forrajeros.

3.2.2. Metodología:

Para este proyecto se utilizó el diseño experimental planteado, para nuestras labores en campo, y se obtuvo resultados exitosos, fue necesario el levantamiento de la información, este levantamiento fue realizado con una serie de visitas a las fincas o unidades de producción, donde se tomarán datos de cada una de las parcelas o usos de la tierra existentes, para así levantar la información que permitió caracterizar el componente arbóreo y arbustivo de la zona.

La metodología seguida para la recolección de la información en cada uno de los usos de la tierra fue la siguiente:

- **Bosque secundarios:** Para levantar la información necesaria para caracterizar la cobertura arbórea perteneciente a bosques secundarios, fue necesario:
 - Se determinó dentro de las fincas las áreas donde existan bosque secundario.

- Se efectuó una estimación del tamaño total del área de la finca ocupada por la masa boscosa, se procedió a hacer un recorrido a las áreas de la finca donde se ubique bosque secundario.
 - Se marcó el área a muestrear con GPS, para así establecer las coordenadas geográficas del sitio.
 - Utilizando el tamaño total del área, se seleccionó un tamaño de muestra, con el número de árboles a medir en campo.
 - Se hicieron caminatas siguiendo Transectos dentro del bosque secundario, en él se identificaron las especies, se midió el dap (Diámetro a la altura del pecho), utilizando una cinta Diamétrica forestal, Altura total, Altura comercial (Utilizando un dendrómetro digital) y el diámetro de copa superior e inferior, medido con una cinta métrica en el campo.
 - En caso de desconocerse las especies, se tomaron muestras de herbario de las hojas, flores y fruto, se preservaron y se hizo un registro fotográfico y luego fueron comparadas de manera visual con muestras de herbario y/o con literatura consultada.
- **Bosques ribereños:** Se siguió la siguiente metodología para realizar la caracterización del bosque ribereño existente:
 - De las fincas elegidas para su diagnóstico y caracterización, se seleccionaron las que tengan bosque ribereño (Bosque alrededor de ríos y quebradas).

- Se realizaron transectos (25 m de largo) paralelos a ambos lados de los cauces de ríos o quebradas.
 - Se tomaron las referencias con GPS, sobre las coordenadas y la ubicación del sitio muestreado.
 - En los 25 metros de transecto se estudiaron todos los árboles existentes, los mismos se identificaron, se medirá su dap (Diámetro a la altura del pecho) utilizando una cinta diamétrica forestal y la altura total se midió utilizando un dendrómetro forestal.
 - En caso de desconocerse las especies analizadas, se tomaron muestras de las hojas, fruto y flores para su posterior identificación.
- **Cercas vivas simples y compuestas, Linderos Maderables y Cortina Rompevientos:** La metodología utilizada, para recopilar la información requerida sobre las cercas vivas (simples y compuestas), linderos maderables y cortinas rompevientos fue la siguiente:
 - Se identificaron las áreas de la finca donde se encontraron la cerca vivas, linderos de árboles maderables o cortinas rompevientos, y si es así identificar las especies utilizadas para estos fines.
 - Se seleccionaron al azar una zona donde existan cualquiera de los sistemas.
 - Se procedió a marcar con una cinta métrica, 100 metros lineales del lindero, donde se recolectaron los datos requeridos.

- Se marco el área a muestrear con GPS, para tener una referencia de su ubicación.
- En los 100 metros seleccionados, se procedió a identificar la especie que conforma la cerca viva, se medirán sus rasgos funcionales (dap, altura total y comercial).
- Se tomaron muestras cuando se desconocía la especie encontrada, y la misma luego fue identificada a través de literatura.

- **Pasturas de baja y de alta densidad arbórea:** Para el análisis de árboles en pasturas, se utilizó la misma metodología, sin importar el tipo de densidad arbórea existente, los pasos seguidos fueron:
 - Se seleccionó al azar un potrero dentro de la finca a evaluar.
 - Se anotó el tipo de pasto existente en el potrero.
 - Utilizando un GPS, se midió el área del potrero seleccionado, al finalizar con el inventario de los árboles encontrados, se determinó la cantidad de árboles por hectárea existente.
 - Dentro del cuadrante de muestreo se contaron todos los árboles existentes, se identificaron por género y especie se hizo el análisis correspondiente sobre los rasgos funcionales de los árboles (dap, altura total y comercial, diámetro de copa).
 - Se tomaron muestras de las hojas y fruto, en caso de que las especies fueran desconocidas y se compararon con muestras de herbario o literatura.

- **Bancos forrajeros:** La metodología utilizada para levantar información sobre los bancos de proteínas existentes fue:
 - Identificar si dentro de la finca existen bancos forrajeros.
 - Identificar la (s) especie (s), que conforman el banco forrajero, y así determinar si es de tipo proteico o energético.
 - Se midió el área ocupada por el banco forrajero.

- Se tomaron las coordenadas de la ubicación del banco protéico utilizando el GPS.

3.2.3. Análisis del componente arbóreo en términos de Índice de Biodiversidad

Con los resultados obtenidos de cada sub parcela de muestreo, o tipo de análisis realizado en las diferentes fincas, se procedió a realizar un análisis de la abundancia de especies identificadas y riqueza, esto con el fin de establecer la abundancia, frecuencia y dominancia de dichas especies con la cual se calcularon el índice de valor de importancia (IVI) y su índice de biodiversidad, este análisis se realizó por Bloque tecnológico estudiado, por sub- parcela de muestreo y del total de la finca.

3.2.4. Métodos para realizar Cálculos

- **Abundancia:**

Según Bennet (1981), la abundancia de la especie es el número de individuos de determinada especie que se encuentra ocurren dentro y fuera del AMP. La abundancia de la especie es un sustituto comúnmente usado para el tamaño poblacional y se piensa que refleja la situación de la población de una especie dentro de una locación específica; por ejemplo, si la población está creciendo o no a través del tiempo. La densidad de una especie se determina estudiando la abundancia dentro de un área (unitaria) definida. La abundancia de la especie es una de las medidas más usadas del éxito biológico de la efectividad de la gestión.

Abundancia total = N° Total de árboles

$$\text{Abundancia Relativa} = \frac{N^{\circ} \text{ Total árboles/Especie}}{\text{Abundancia Total}}$$

- **Dominancia:**

De acuerdo a Bennet (1981) la dominancia es la proporción de terreno ocupado por una proyección vertical del contorno de las partes aéreas del vegetal hacia el suelo, otra forma de expresarla, es también por el área cubierta por la extensión foliar del vegetal (cobertura). La dominancia relativa es la proporción de la dominancia de una especie comparada con la dominancia total de todas las especies.

$$\text{Dominancia} = \frac{\sum \text{Área Basal}}{\text{Total de Árboles}}$$

$$\text{Dominancia Relativa} = \frac{\sum \text{Área basal /Especie}}{\text{Dominancia Total}}$$

- **Frecuencia:**

Bennet (1981) define la frecuencia como el número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras. La frecuencia relativa se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de la frecuencia total de todas las especies.

$$Frecuencia = \frac{\text{Número de ocurrencia de una especie}}{\text{Número total de sitio muestreado}}$$

$$Frecuencia Relativa = \frac{Frecuencia de una especie}{Frecuencia total de las especies}$$

- **IVI:** El valor de importancia es un índice que expresa la suma de las mediciones relativas de una especie, tiene un rango de 0 a 300%, este valor da una estimación de la influencia o la importancia de las especies vegetales en la comunidad (Bennet, 1981).

Valor de Importancia = Abundancia relativa + Frecuencia relativa + Dominancia relativa

- **Análisis de la biodiversidad:**

Índice de servicio ambiental de biodiversidad en cada uso del suelo (ISAB)=
 $(\sum VI_j^* Abun + VI_{ji} + \dots) * S_i$

Donde:

VixAbun: Valor de importancia (VI) de cada una de las especies, multiplicado por la categorización de abundancia de cada especie (1= Común a lo largo de todo el año; 2= Común al menos una vez por semana; 3= menos de una vez por semana y 4= se observa una o dos veces al año), incluyendo el valor del grado de amenaza (UICN 2012) en 3 categorías: Valor 1=

especies en menor amenaza, Valor 2= Especies amenazadas y poblaciones reducidas, Valor 3= Especies en peligro de extinción.

S_{ha}: La proporción de la riqueza de las aves de un determinado uso del suelo con respecto al total registrado en el listado o muestreo.

(Sáenz, 2006)

3.2.5. Índices de Biodiversidad

La información recolectada en campo y tabulada en la base de datos de las especies totales identificadas en el área de muestreo, y clasificadas por cada uso de suelo antes mencionada, fue analizada bajo tres índices de biodiversidades diferentes, y posteriormente se determinó la diversidad de especies encontradas en el inventario. Los índices utilizados fueron:

- **Índice de Simpson:** El índice de similitud de Simpson (1960) es el índice más utilizado para establecer el grado de similitud faunística entre dos localidades determinadas $I = N_c/N_1$ donde N_c es el número de taxones en común entre las dos localidades y N_1 el número de taxones de la localidad menos diversa. El tratamiento los resultados para el conjunto de las localidades estudiadas mediante Dendrogramas cuantitativos permite la definición de regiones Bio-geográficas y paleo-biogeografías. (Simpson. E.H, 1949)

- **Índice de Pielou:** El índice de equidad de Pielou mide la proporción de diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de cero a uno, de forma de que uno corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. (Krebs, 1989)
- **Índice Alfa de Fisher:** La constante Alfa " α " establecida por Fisher (1943), es una expresión de la diversidad de especies encontradas en una comunidad. El valor del Alfa (α), será bajo cuando el número de especies existentes sea escaso, y tendrá un valor alto conforme aumente la cantidad de especies encontradas. (Peet, 1975)

3.2.6. Análisis Estadístico

En estadística, la prueba de Kruskal-Wallis (de William Kruskal y W. Allen Wallis) es un método no paramétrico para probar si un grupo de datos proviene de la misma población. Intuitivamente, es idéntico al ANOVA con los datos reemplazados por categorías. Es una extensión de la prueba de la U de Mann-Whitney para tres o más grupos.

Ya que es una prueba no paramétrica, la prueba de Kruskal-Wallis no asume normalidad en los datos, en oposición al tradicional ANOVA. Sí asume, bajo la hipótesis nula, que los datos vienen de la misma distribución. Una forma común en que se viola este supuesto es con datos heterocedásticos.

El estadístico de prueba esta dado por:

$$K = (N - 1) \frac{\sum_{i=1}^g n_i (\bar{r}_{i\cdot} - \bar{r})^2}{\sum_{i=1}^g \sum_{j=1}^{n_i} (r_{ij} - \bar{r})^2}$$

Donde:

- n_i es el número de observaciones en el grupo i
- r_{ij} es el rango (entre todas las observaciones) de la observación j en el grupo i
- N es el número total de observaciones entre todos los grupos
- $\bar{r}_{i\cdot} = \frac{\sum_{j=1}^{n_i} r_{ij}}{n_i}$,
- $\bar{r} = (N + 1)/2$ es el promedio de r_{ij} .

(Siegel; Castellan, 1988)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Inventario de Especies

Se realizó un inventario forestal en 21 fincas ganaderas de la cuenca del Río la Villa, este inventario se efectuó utilizando tres estratos de estudio (Árbol disperso en potrero, cercas vivas o linderos maderables y bosque ribereño), donde se pudieron identificar 41 especies diferentes (Ver Cuadro I). Cada uno de los árboles identificados fueron analizados en base a sus rasgos funcionales, excepto árboles con menos de 10 centímetros de diámetro a la altura del pecho (dap) con excepción de las cercas vivas.

Las 41 especies encontradas corresponden a la medición de 512 árboles encontrados en las 21 fincas estudiadas, esta totalidad de árboles no corresponden a la especie, sino a la masa total de árboles encontrados. El estrato con más árboles encontrados, corresponde a las cercas vivas y linderos maderables, esto debido a la alta densidad de árboles que se siembran al momento de establecer la cerca o lindero maderable, estos árboles corresponden al 61.1 por ciento de la totalidad de individuos inventariados. El segundo estrato con mayor cantidad de árboles encontrados es el de árboles dispersos en potreros en el cual se encontraron 164 individuos, lo que representa el 32 por ciento de la totalidad de árboles encontrada, esta cantidad representa una media de ocho punto dos árboles por hectárea de potrero estudiado. El estrato con menor cantidad de individuos encontrados son los bosques ribereños con 35 árboles en

seis sitios de muestreados que representa el 6.8 por ciento de la totalidad de individuos encontrados.

Estos valores encontrados son similares a los descritos por (Morales y Kleein, 2001), que para zonas secas de Nicaragua y Costa Rica encontraron en sus inventarios al menos 39 especies diferentes, de las cuales se puede mencionar a la *Guazuma ulmifolia* Lam, *Enterolobium cyclocarpum*(Jacq.) Griseb que tienen relación con las especies encontradas en la cuenca del Río La Villa.

CUADRO I. ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS ENCONTRADAS EN FINCAS GANADERAS. CUENCA DEL RIO LA VILLA, 2014.

Nº	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
1	Agallo	<i>Caesalpinia coriaria</i>
2	Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>
3	Balo	<i>Gliricidia sepium</i>
4	Barrigón	<i>Pseudobombax septenatum</i>
5	Carate o Almacigo	<i>Bursera simaruba</i>
6	Caratillo	<i>Bursera tomentosa</i>
7	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
8	Coquillo	<i>Jatropha curcas</i>
9	Corotú	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
10	Dos Caras	<i>Miconia argentea</i>
11	Espavé	<i>Anacardium excelsum</i>
12	Espino Carbón	<i>Pithecellobium unguis-cati</i>
13	Ficus	<i>Ficus sp.</i>
14	Guabita de Río	<i>Inga vera</i>
15	Guachapalí	<i>Samanea saman</i>
16	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>
17	Guácimo Macho	<i>Luehea seemannii</i>
18	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>
19	Guayacán	<i>Tabebuia guayacan</i>
20	Guinda	<i>Zyzyphus mauritiana</i>
21	Harino	<i>Andira inermis</i>
22	Higo	<i>Ficus tonduzii</i>
23	Jagua	<i>Genipa americana</i>

24	Jobo	<i>Spondias mombin</i>
25	Lagartillo	<i>Zanthoxylum fagara</i>
26	Laurel	<i>Cordia allidora</i>
27	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>
28	Macano	<i>Diphysa americana</i>
29	Malagueto	<i>Xylopia frutescens</i>
30	Mango	<i>Mangifera indica</i>
31	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>
32	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>
33	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>
34	Neem	<i>Melia azederach</i>
35	Palma de Coco	<i>Cocos nucifera</i>
36	Panamá	<i>Sterculia apetala</i>
37	Pava	<i>Schefflera morototoni</i>
38	Quira	<i>Platymiscium spp.</i>
39	Roble	<i>Tabebuia rosea</i>
40	Tachuelo o Arcabú	<i>Zanthoxylum panamensis</i>
41	Teca	<i>Tectona grandis</i>

4.2. Rasgos Funcionales

Analizando los rasgos funcionales de los individuos inventariados, se pudo obtener los siguientes datos:

- Cercas vivas y linderos maderables: Las cercas vivas y linderos maderables tuvieron un diámetro a la altura del pecho (dap) promedio de 10.3 centímetros y una altura total (htot) e 4.35 metros. (Ver Cuadro II)
- Árboles dispersos en potreros y bosque ribereño: En el Cuadro II se presentan dos estratos, los cuales mostraron los tamaños de árboles de mayores dimensiones, con un diámetro a la altura del pecho (dap) promedio de 35.8 cm y presentaron la mayor altura de todos los estratos, con una altura total (htot) promedio de 10.4 metros.

El diámetro de copa (Mayor y Menor), sólo fue medido para los árboles dispersos en potreros, ya que en su mayoría las cercas vivas no tenían un diámetro de copa significativo, y en las áreas aledañas a ríos y quebradas se dificultaba la medición de esta característica; Para los árboles dispersos en potreros, se obtuvo un diámetro de copa mayor promedio de 6.5 metros y un diámetro de copa menor promedio de 6.2 metros (Ver Cuadro II), y la especie con mayor diámetro de copa encontrado es *Enterolobium cyclocarpum* con un diámetro de copa promedio de 25 metros, lo que contribuye a la sombra dentro de los potreros que es beneficiosa para el ganado, pero a la vez afecta las condiciones del pasto en el potrero.

CUADRO II. RASGOS DASOMÉTRICOS ENCONTRADOS EN LAS ESPECIES INVENTARIADAS POR USO DE SUELO ANALIZADO. CUENCA DEL RÍO LA VILLA, 2014.

USO DE SUELO (SISTEMAS SILVOPASTORILES)	RASGO DASOMÉTRICO			OBSERVACIONES
	Dap Promedio (cm)	Altura Total (Htot) (m)	Diámetro de copa (m)	
Cerca viva y Linderos maderables.	10.3	4.35	---	
Árbol disperso en potrero y Bosque riberaño	35.8	10.4	6.2 – 6.5	El máximo diámetro de copa fue de 25 metros encontrado en un corotú (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)

4.3. Distribución de especies

Como podemos observar en la Figura 2 de las 41 especies encontradas en el inventario, el 3.6 por ciento de las especies se encuentran en cercas vivas linderos maderables, el 73.1 por ciento de las especies está presente en los potreros muestreados, y el 23.3 por ciento de las especies se encuentran en los bosques ribereños o lugares a orillas de las fuentes de aguas.

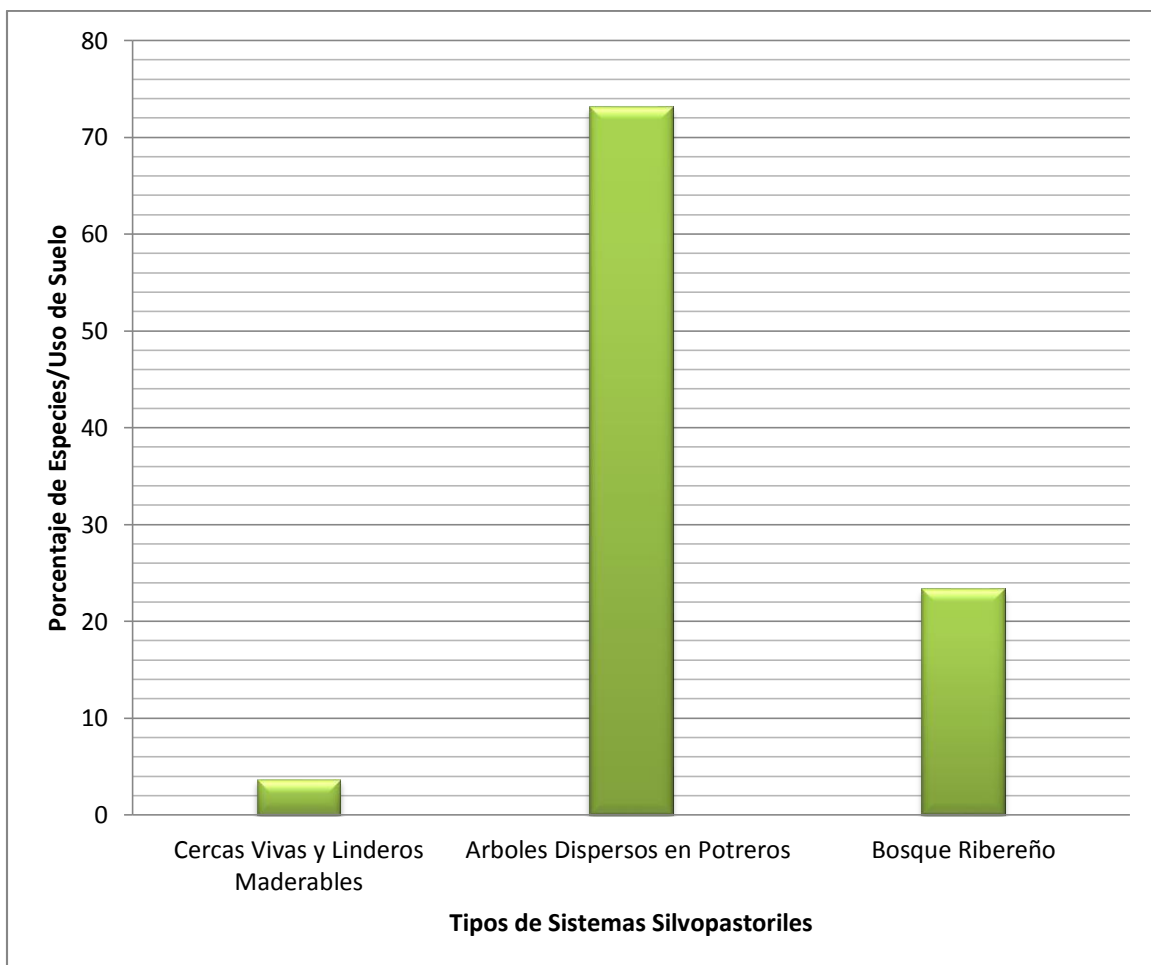


FIGURA 2. Porcentaje de especies arbóreas por uso de suelo en fincas ganaderas de la Cuenca del Río La Villa, 2014.

4.4. Fenología

La fenología encontrada en los individuos inventariados en las fincas, corresponde específicamente a la presencia de flor o fruto, lo que es determinante para la aparición de otras especies como animales que se encargan de diseminar las semillas. Dado que el estudio se realizó en la época seca, muchas de las especies se encontraban en su etapa de floración como por ejemplo *Anacardium excelsum*, *Byrsonima crassifolia* y *Gliricidia sepium*. Otras especies como *Guazuma ulmifolia*, *Genipa americana* y *Jatropha curcas*, se encontraban en etapa de fructificación, lo que propiciaba la aparición de aves que se alimentan de algunos de estos frutos, además del ganado que se alimenta del fruto de la *Guazuma ulmifolia*, como se aprecia en el Cuadro III.

CUADRO III. FENOLOGÍA ACTUAL AL MOMENTO DEL INVENTARIO EN CADA UNA DE LAS ESPECIES ENCONTRADAS. CUENCA DEL RÍO LA VILLA, 2014.

Nº	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FENOLOGÍA
1	Agallo	<i>Caesalpinia coriaria</i>	Fruto
2	Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>	Fruto
3	Balo	<i>Gliricidia sepium</i>	Flor
4	Barrigón	<i>Pseudobombax septenatum</i>	Fruto
5	Carate o Almacigo	<i>Bursera simaruba</i>	N/A
6	Caratillo	<i>Bursera tomentosa</i>	N/A
7	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Flor
8	Coquillo	<i>Jatropha curcas</i>	Fruto
9	Corotú	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fruto
10	Dos Caras	<i>Miconia argentea</i>	N/A
11	Espavé	<i>Anacardium excelsum</i>	Flor
12	Espino Carbón	<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	Fruto
13	Ficus	<i>Ficus sp.</i>	Fruto
14	Guabita de Río	<i>Inga vera</i>	N/A

15	Guachapalí	<i>Samanea saman</i>	Fruto
16	Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Fruto
17	Guácimo Macho	<i>Luehea seemannii</i>	N/A
18	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Fruto
19	Guayacán	<i>Tabebuia guayacan</i>	Flor
20	Guinda	<i>Zyzyphus mauritiana</i>	N/A
21	Harino	<i>Andira inermis</i>	N/A
22	Higo	<i>Ficus tonduzii</i>	Flor y Fruto
23	Jagua	<i>Genipa americana</i>	Fruto
24	Jobo	<i>Spondias mombin</i>	N/A
25	Lagartillo	<i>Zanthoxylum fagara</i>	N/A
26	Laurel	<i>Cordia allidora</i>	Flor
27	Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Fruto
28	Macano	<i>Diphyssa americana</i>	N/A
29	Malagueto	<i>Xylopia frutescens</i>	N/A
30	Mango	<i>Mangifera indica</i>	Flor
31	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	Flor
32	Nance	<i>Byrsonima crassifolia</i>	Flor
33	Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Fruto
34	Neem	<i>Melia azederach</i>	N/A
35	Palma de Coco	<i>Cocos nucifera</i>	Fruto
36	Panamá	<i>Sterculia apetala</i>	N/A
37	Pava	<i>Schefflera morototoni</i>	N/A
38	Quira	<i>Platymiscium pinnatum</i>	N/A
39	Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	Flor
40	Tachuelo o Arcabú	<i>Zanthoxylum panamensis</i>	N/A
41	Teca	<i>Tectona grandis</i>	Fruto

N/A: No se encontró ni flor ni fruto.

4.5. Abundancia

El análisis de la abundancia se realizó para determinar el número de individuos encontrados de determinada especie que se encuentran dentro de los sitios muestreados. La abundancia se determinó por estrato muestreado (Ver Cuadro IV), siendo *Anacardium excelsum*, con 28 por ciento la especie de mayor abundancia dentro del Bosque ribereño; Para árboles dispersos en potreros la especie de mayor abundancia con 26 por ciento es *Guazuma ulmifolia* y para

cercas vivas y linderos maderables la especie de mayor abundancia es *Jatropha curcas*, con 44 por ciento, ya que la misma se encuentra en todas las fincas visitadas y los productores manifiestan que su adaptación a la zona es superior a la de otras especies. Las tres especies de mayor abundancia tomando en consideración los tres usos de suelo analizado son *Jatropha curcas*, *Guazuma ulmifolia* y *Bursera simaruba*. A su vez entre las especies de menor abundancia encontrada están: *Platymiscium pinnatum*, *Pithecellobium unguis-cati*, *Zanthoxylum panamensis*, todas con una abundancia de uno y dos por ciento.

CUADRO IV. ABUNDANCIA DE ESPECIES ENCONTRADAS EN LOS SITIOS MUESTREADOS EN LA CUENCA DEL RIO LA VILLA, 2014.

ESPECIES	A. Bosque Ripario	A. Disperso en Potreros	A. Cercas Vivas y Linderos M.	Abundancia total
<i>Jatropha curcas</i>	0	0	0.44	0.27
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.14	0.26	0.01	0.09
<i>Bursera simaruba</i>	0.02	0.02	0.13	0.09
<i>Bursera tomentosa</i>	0	0	0.12	0.07
<i>Gliricidia sepium</i>	0	0	0.09	0.06
<i>Spondias mombin</i>	0	0.01	0.08	0.05
<i>Byrsonima crassifolia</i>	0	0.12	0	0.03
<i>Cedrela odorata</i>	0	0.09	0.01	0.03
<i>Caesalpinia coriaria</i>	0	0.09	0.01	0.03
<i>Melia azederach</i>	0	0.02	0.0	0.02
<i>Tectona grandis</i>	0	0	0.03	0.02
<i>Anacardium excelsum</i>	0.28	0	0	0.01
<i>Andira inermis</i>	0.08	0.03	0	0.01
<i>Citrus sp.</i>	0	0.04	0	0.01
<i>Anacardium occidentale</i>	0.02	0.01	0.01	0.01
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.02	0.02	0.01	0.01
<i>Manguifera indica</i>	0.02	0.03	0	0.01

<i>Hymenaea courbaril</i>	0	0.03	0	0.01
<i>Pseudobombax barrigon</i>	0.08	0.01	0	0.01
<i>Tabebuia rosea</i>	0	0.03	0	0.01
<i>Cordia alliodora</i>	0.08	0.01	0	0.01
<i>Genipa americana</i>	0	0.02	0	0.01
<i>Diphysa americana</i>	0	0.01	0.01	0.01
<i>Xylopia frutescens</i>	0.02	0.01	0.01	0.01
<i>Inga vera</i>	0.08	0	0	0.01
<i>Zyzyphus mauritiana</i>	0	0.01	0	0.01
<i>Ficus tonduzii</i>	0	0.01	0	0.01
<i>Ficus sp.</i>	0.02	0.01	0	0.01
<i>Luehea seemannii</i>	0	0.01	0	0.01
<i>Cocos nucifera</i>	0	0.01	0	0.01
<i>Schefflera morototoni</i>	0	0.01	0.01	0.01
<i>Samanea saman</i>	0	0.01	0	0.01
<i>Zanthoxylum panamensis</i>	0	0	0.01	0.01
<i>Miconia argentea</i>	0.02	0	0	0.01
<i>Psidium guajava</i>	0	0.01	0	0
<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	0	0.01	0	0
<i>Platymiscium pinnatum</i>	0.02	0	0	0
TOTAL	1	1	1	1

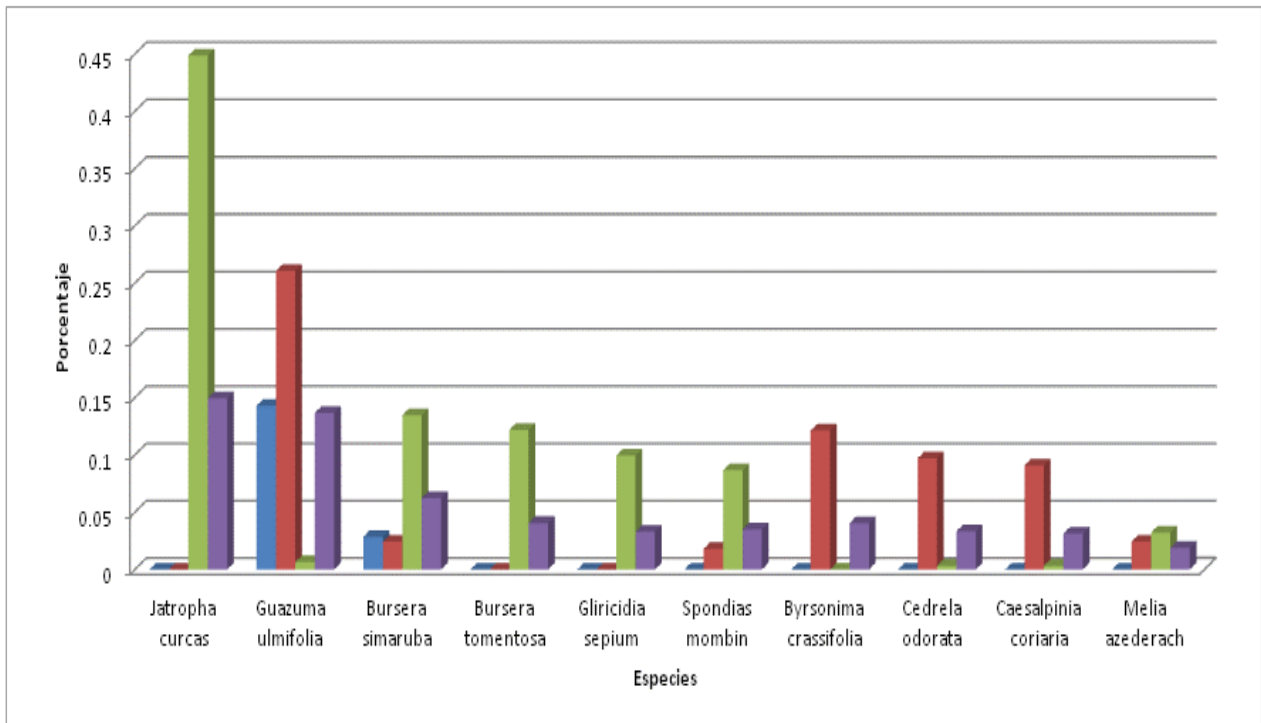


Especies de mayor abundancia en las fincas muestreadas.

4.6. Frecuencia

La frecuencia de aparición se calcula para determinar el número de veces que una especie aparece en los sitios muestreados, la frecuencia se determinó para los tres usos de suelo estudiados y se calculó la frecuencia promedio para todas las especies encontradas (Ver Figura 3). Las tres especies de mayor frecuencia de aparición son *Jatropha curcas* con un 15 por ciento de aparición, en segundo lugar *Guazuma ulmifolia* 13 por ciento y en tercer posición *Bursera simaruba* con una

frecuencia del seis por ciento. Las demás especies encontradas tienen una frecuencia de aparición promedio del 1.5 por ciento, debido al bajo número de apariciones que tuvieron en las fincas muestreadas.



	Bosque Ribereño
	Árboles dispersos en potreros
	Cerca Viva y Lindero Maderable
	Frecuencia Promedio

FIGURA 3. Frecuencia de aparición de las 10 principales especies arbóreas en las fincas muestreadas. Cuenca del Río La Villa, 2014.

4.7. Dominancia

La dominancia de especies encontradas determinan la porción de terreno ocupada por las especies muestreadas, el cálculo de la dominancia se realizó tomando en cuenta cada uno de los usos de suelo analizados y con esta información se levantó la información para calcular la dominancia total de las especies. Dentro del bosque ribereño, la especie de mayor dominancia es *Anacardium excelsum* con 76 por ciento, en las cercas vivas y linderos maderables *Jatropha curcas* presentó una dominancia del 50 por ciento, a su vez en el uso de suelo de árboles dispersos en potreros la mayor dominancia la posee la *Guazuma ulmifolia* con un 63 por ciento. La dominancia total de especies, tomando en cuenta todos los estratos analizados, tiene como principal especie la *Guazuma ulmifolia* con un 41 por ciento de la totalidad de especies. Otras especies con una alta dominancia están: *Bursera simaruba*, *Jatropha curcas* y *Anacardium excelsum*. Todas las especies y sus respectivos valores son detallados en el Cuadro V.

CUADRO V. LISTADOS DE ESPECIES EN RELACIÓN A LA DOMINANCIA TOTAL Y POR USO DE SUELO EN LAS FINCAS MUESTREADAS. CUENCA DEL RÍO LA VILLA, 2014.

ESPECIES	Dominancia Bosque Ribereño	Dominancia Cerca Viva y Lindero Maderable	Dominancia Disperso en Potreros	Dominancia Total
<i>Jatropha curcas</i>	0	0.50	0	0.14
<i>Guazuma ulmifolia</i>	0.02	0.01	0.63	0.41
<i>Bursera simaruba</i>	0.01	0.14	0.01	0.04
<i>Bursera tomentosa</i>	0	0.10	0	0.03
<i>Gliricidia sepium</i>	0	0.08	0	0.02
<i>Spondias mombin</i>	0	0.07	0.01	0.02

<i>Byrsonima crassifolia</i>	0	0	0.08	0.05
<i>Cedrela odorata</i>	0	0.01	0.07	0.04
<i>Caesalpinia coriaria</i>	0	0	0.09	0.05
<i>Melia azederach</i>	0	0.03	0.01	0.01
<i>Tectona grandis</i>	0	0.03	0	0.01
<i>Anacardium excelsum</i>	0.76	0	0	0.05
<i>Andira inermis</i>	0.03	0	0.02	0.01
<i>Citrus sp.</i>	0	0	0	0.01
<i>Anacardium occidentale</i>	0.01	0	0	0.01
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	0.08	0.01	0.01	0.01
<i>Manguifera indica</i>	0.01	0	0.02	0.01
<i>Hymenaea courbaril</i>	0	0	0.01	0.01
<i>Pseudobombax barrigon</i>	0.02	0	0.01	0.01
<i>Tabebuia rosea</i>	0	0	0	0.01
<i>Cordia alliodora</i>	0.01	0	0	0.01
<i>Genipa americana</i>	0	0	0.01	0.01
<i>Diphysa americana</i>	0	0	0	0
<i>Xylopi frutescens</i>	0.01	0.01	0	0.01
<i>Inga vera</i>	0.02	0	0	0.01
<i>Zyzyphus mauritiana</i>	0	0	0.01	0.01
<i>Ficus tonduzii</i>	0	0	0.01	0.01
<i>Ficus sp.</i>	0.01	0	0	0.01
<i>Luehea seemannii</i>	0	0	0	0
<i>Cocos nucifera</i>	0	0	0	0
<i>Schefflera morototoni</i>	0	0.01	0	0.01
<i>Samanea saman</i>	0	0	0	0
<i>Zanthoxylum panamensis</i>	0	0	0	0
<i>Miconia argentea</i>	0.01	0	0	0
<i>Psidium guajava</i>	0	0	0	0
<i>Pithecellobium unguis-cati</i>	0	0	0.01	0.01
<i>Platymiscium pinnatum</i>	0.01	0	0	0.01
TOTAL	1	1	1	1



Especies de mayor dominancia en las fincas muestreadas.

4.8. Índice de Biodiversidad

Se elaboró un análisis de índices de biodiversidad, basados en cinco métodos, cuyos resultados se pueden observar en el Cuadro VI; este recoge cada uno de los índices de biodiversidad, basados en un análisis de la cantidad de especies encontradas por uso de suelo muestreado en las fincas visitadas. Cada uno de los índices de biodiversidad analizados ha sido sometido a la prueba estadística de Kruskal Wallis, debido a que los datos pertenecen a tres poblaciones diferentes y deben ser comparadas para determinar la significancia de las especies en cada uno de los uso de suelo estudiados.

CUADRO VI. RESULTADOS DE LA PRUEBA KRUSKAL WALLIS A LOS ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD POR USO DE SUELO ANALIZADO. CUENCA DEL RÍO LA VILLA, 2014.

Uso de Suelo	N° de Especies	Dominancia de Simpson	Índice de Pileou	Índice Alpha de Fisher	Abundancia de Especies
Cercas Vivas	16.76 ± 1.11 A	15.75 ± 0.99 A	15.26 ± 0.11 A	14.12 ± 0.98 A	34.4 ± 3.99 B
Bosque Ribereño	28.48 ± 1.83 AB	29.67 ± 3.66 B	28.92 ± 0.19 B	31.75 ± 2.92 B	10.17 ± 2.14 A
Pasto con Árboles	30.28 ± 1.42 B	31.58 ± 2.19 B	31.7 ± 0.27 B	32.05 ± 1182102.75 B	17.23 ± 3.78 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

4.8.1. Prueba de Kruskal Wallis- Número de Especies

La prueba estadística indica que el estrato con mayor cantidad de especies es el pasto arbolado con un rango de 30.28, dicho valor no es significativamente diferente al 28.42 de bosque ribereño, que es el segundo estrato con mayor

número de especies, y las cercas vivas con un rango de 16.76 es el de menos número de especies. (Ver Cuadro VI)

4.8.2. Prueba de Kruskal Wallis- Dominancia de Simpson

En el Cuadro VI, se muestra que el método estadístico indica mediante el análisis de dominancia de Simpson, que existe una alta similitud de especies en los estratos de Pasto arbolado y Bosque ribereño con un rango de 31.58 y 29.67 respectivamente. Las cercas vivas con un rango de 15.17 tienen una menor similitud de especies con los otros 2 usos de suelo encontrados. Esto indica que los estratos de Pasto arbolado y Bosque ribereño son significativamente más ricos en cantidad de especies que el estrato de cercas vivas.

4.8.3. Prueba de Kruskal Wallis- Índice de Pileou

A través de los resultados estadísticos del índice de Pileou, podemos determinar que el pasto arbolado y el bosque ribereño no son significativamente diferentes entre sí, lo que indica que dichos estratos tienen una alta proporción de biodiversidad observada y su relación se acerca a la máxima diversidad de especies observada; Por su parte las cercas vivas no presentan una alta proporción de especies en relación a la máxima cantidad observada, lo que muestra que es el estrato con la menor riqueza de especies estudiadas. Estos detalles se muestran en el Cuadro VI.

4.8.4. Prueba de Kruskal Wallis – Índice Alpha de Fisher

La prueba Alpha de Fisher, expresa en su análisis estadístico que el uso de suelo con mayor biodiversidad de especies es el pasto arbolado con un rango de 32.05, seguido por bosque ribereño con un rango del 31.75, es importante señalar que ambos usos de suelo no son significativamente diferentes, es decir ambas comunidades cuentan con altos rangos de biodiversidad de especies. La comunidad con menor biodiversidad son las cercas vivas con un rango de 14.12, valor significativamente diferente a los rangos de las comunidades de mayor diversidad de especies, esto se aprecia dentro del Cuadro VI.

4.8.5. Prueba de Kruskal Wallis- Abundancia de Especies

Analizando estadísticamente los datos presentados en el Cuadro VI, relacionados a la abundancia de especies encontradas en cada uno de los tres estratos estudiados durante el inventario, se determinó que la mayor abundancia de árboles por comunidad muestreada se encontró en las cercas vivas con un rango de 34.4, significativamente diferentes a los demás estratos muestreados, que presentan rangos de 17.23 en caso de las cercas vivas y 10.17 en referencia al bosque ribereño, el cual se muestra como el estrato con menor abundancia de árboles por comunidad muestreada, lo que representa una baja densidad de árboles en zonas cercanas a ríos, quebradas o abrevaderos, lo que es peligroso, debido a que la poca incidencia de árboles en estos sitios propicia una reducción de disponibilidad de agua en las épocas de verano, lo que afecta directamente a la ganadería.

5. CONCLUSIONES

Se analizó el componente arbóreo y arbustivo disperso en las fincas ganaderas de la Cuenca del Río La Villa, se pudo encontrar en campo un total de 41 especies diferentes, pertenecientes a una muestra recolectada en 21 fincas ganaderas.

Analizando los rasgos funcionales de las especies encontradas en campo se determinó que para cercas vivas el Dap promedio es de 10.3 centímetros y una altura total de 4.35 metros y para los árboles dispersos en potreros se estableció que el Dap promedio ronda los 35.8 centímetros y una altura total promedio de 10.4 metros, estos árboles también presentan un diámetro de copa promedio que varía entre 6.2 metros y 6.5 metros, pero se encontraron excepciones en especies como *Enterolobium cyclocarpum* y *Andira inermis* que presentaban un diámetro de copa promedio de 25 metros.

Se evaluó la distribución de los árboles encontrados en las fincas muestreadas, para así determinar que usos de suelo, presentaban la mayor cantidad de árboles, se puede destacar que el mayor número de árboles se encuentra en cercas vivas con el 61.1 por ciento, seguidos de los árboles dispersos en potreros con el 32 por ciento y el bosque ribereño con 6.8 por ciento, lo que demuestra una baja presencia de árboles a la orilla de las fuentes de agua, lo que puede propiciar la baja disponibilidad de agua en la época seca.

La evaluación de la biodiversidad con base en el número de especies presentadas por uso de suelo analizado demuestra una mayor diversidad de especies en los

potreros y bosques ribereño que suman el 96.4 por ciento de las especies encontradas, lo que indica que para las cercas vivas los productores utilizan un limitado número de especies, las que muchas veces no son del todo beneficiosas para la producción de sombra o forraje en la cerca viva.

Se pudo determinar que la densidad de árboles por hectárea en potreros presentes en las fincas analizadas es de 8.2 árboles ha⁻¹, variando entre 1.4 hasta 17.5 árboles ha⁻¹, resultados muy aproximados a los presentados por (Morales y Kleein, 2001) donde indican que en zonas secas de México, Nicaragua y Costa Rica se puede establecer una densidad de 7.6 a nueve árboles ha⁻¹. Estos valores indican que en la zona existe una baja densidad de árboles, que se puede estar relacionada principalmente a la acción humana, el uso de malas prácticas agrícolas, así como el efecto del ganado sobre las plántulas, o a la poca resistencia de las mismas a las condiciones de sequía extrema en época seca.

Las especies más abundantes, frecuentes, dominantes y con mayor peso ecológico con base en el índice de biodiversidad (I.V.I), en base a las muestras tomadas por uso de suelo analizado fueron: Para bosque ribereño *Anacardium excelsium*; para árboles dispersos *Guazuma ulmifolia* y *Jatropha curcas* para cercas vivas. Estas tres especies se mantienen como las más relevantes en cada uno de los usos de suelo, además de esta se puede mencionar la *Bursera simaruba* como otra de las especies de mayor peso ecológico dentro de los sitios muestreados.

6. RECOMENDACIONES

Una vez entregado los datos de la investigación, es necesario que el Instituto de Desarrollo Agropecuario (IDIAP) en la región de Azuero, tomen medidas urgentes relacionadas a solucionar la problemática de la baja densidad de árboles en las fincas ganaderas, y apliquen programas de arborización, principalmente a orillas de fuentes de agua, o en potreros que presentan baja cobertura arbórea.

Se recomienda realizar análisis en las fincas, relacionados con el estrés calórico que sufre el ganado de leche en épocas secas, y los beneficios que puede traer la inclusión de especies arbóreas que proporcionen sombra y así motivar a los productores a que dejen crecer la regeneración natural de especies dentro del potrero o la inclusión de nuevas especies.

Es de suma importancia capacitar a los productores sobre el manejo correcto de los árboles en sus fincas, y específicamente las posibilidades de utilizar el forraje de especies arbóreas para alimentar al ganado en épocas de escases de alimento.

Se recomienda analizar el uso de *Jatropha curcas* (Coquillo), para la producción de bio-diesel, debido a la alta abundancia de esta especie en las fincas ganaderas y que puede ser usado para diversificar la producción en la zona.

7. REFERENCIAS CITADAS

Acta Botánica Mexicana. 1998. Vegetación y flora en los Potreros en la Sierra de Tuxtlas, México. 28 ed. UNAM. 27p.

ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente). 2008. Plan de Ordenamiento Territorial Ambiental de la Cuenca del Río La Villa. Ed. L. Menéndez. ANAM/PRONAT/CATIE. PA. 132 p.

Beer, J. 2000. Linderos Maderables In Plantación de árboles en Líneas. Módulos de Enseñanza Agroforestal. CATIE /GTZ. 69 – 78p.

Benavides, JE. 1994. Árboles y Arbustos Forrajeros en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N° 236.

Bennet, DP; Humpries, DA. 1981. Ecología de Campo. Editorial Blume.

Botero, R y Russo, R. 1998. Utilización de Árboles y Arbustos Fijadores de Nitrógeno en Sistemas Sostenibles de Producción Animal en Suelos Ácidos Tropicales. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica".

Casasola, T; Ibrahim, M y Barrantes, J. 2005. Los Árboles en los Potreros. Proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. Árboles de Colombia.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2009. Manejo Integral de la Cuenca del Río La Villa. Rev. Info CATIE Panamá. 9 (1).

Cerrud, R. 2002. Caracterización de los Sistemas Silvopastoriles Tradicionales en el Distrito de Bugaba, Panamá. Tesis Msg. Sc. Turrialba, C. R. CATIE.115 p.

Chavarría, A. 2010. Incidencia de la Legislación Forestal en el Recurso Maderable de Fincas Agroforestales con Énfasis en Sistemas Silvopastoriles de Copán, Honduras. Tesis Msg. Sc. Turrialba, C. R. CATIE. p. 60-85.

Contraloría General de la República. 2011. Resultados Finales Básicos, VII Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadística y Censo. PA.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 2004. Anuario Estadístico de la FAO. Roma, IT. 2 v.

Ibrahim, M. 2009. Sistemas Silvopastoriles. Programa Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo de Ecosistemas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

_____. 2010. Sistemas Silvopastoriles. Apuntes de clase, Definición y clasificación, Clase 3. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins Publishers, New York, US. 653 p.

Morales, D; Kleinn, C. 2001. El Proyecto TROF. Algunas Experiencias Preliminares en Centro América. Taller Latinoamericano sobre Información de Árboles Fuera de Bosque y Productos No Maderables del Bosque. Caracas, VE. Síntesis. 8 p.

Novoa, O. 2010. Sistemas silvopastoriles. Apuntes de clases, curso Sistemas Agrosilvopastoriles Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Panamá. 12 p.

Peet, R.K. 1975. Relative Diversity Indices. Ecology, 56: 496 - 498.

Pezo, D; Ibrahim, M. 1996. Sistemas Silvopastoriles: Una Opción para el Uso Sostenible de la Tierra en Sistemas Ganaderos FIRA. 1er Foro Internacional sobre "Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales". Veracruz, MX.

_____. 1998. Sistemas Silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal no. 2. Colección de Módulos de Enseñanza Agroforestal. CATIE. Turrialba, C. R. 258 p.

Revista Encuentro. 2004. Caracterización de las Fincas Ganaderas y su Relación con la Cobertura Arbórea en los Potreros en el Municipio de Belén, Rivas, Nicaragua. UCA. Managua, NI. 20 p.

Sidney Siegel and N. John Castellan, Jr. (1988). Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. Mc Graw Hill. New York, US.

Simpson, E.H. 1949. Measurement of Diversity. *Nature*. 163 p

Stur, W; Shelton, H y Guteridge, R. 1994. Defoliation Management of Forage Tree Legumes.

Tobar, D; Ibrahim, M. 2008. Valor de los Sistemas Silvopastoriles para Conservar la Biodiversidad en Fincas y Paisajes Ganaderos en América Central. Turrialba, C. R. CATIE. Informe Técnico no 373.

Vásquez, P; Quintero, F. 2009. Efecto del Diámetro de las Estacas de Matarratón (*Gliricidia sepium*) Sobre el Crecimiento de Ramas Laterales. Consultado en línea

de 21 oct. 2013. Disponible en www.sian.inia.gob.ve › Colección › Sumario › Volumen 13.

Velarde, LM. 2012. Evaluación de la Percepción y los Factores Determinantes en la Implementación de Medidas de Adaptación al Cambio y Variabilidad Climática por los Productores de Leche de la Cuenca del Río La Villa, Panamá. Tesis Msg. Sc. Turrialba, C. R. CATIE. p. 4 - 22.

Young, A. 1989. Agroforestry for Soil Conservation. C.A.B. International, Wallingford. ICRAF. 276 p.

ANEXOS

ANEXO 5. Formulario para muestreo de banco de proteínas

Localidad:				Coordenadas:	
Número de Finca:		Nivel Tecnológico:		Propietario:	
Anotador:				Fecha:	
Registrado:				Fecha:	

Especies	Uso	Área Ocupada	Distanciamiento entre planta	Distanciamiento entre Hileras	Observaciones

ANEXO 6. Lista roja de la UICN (UICN RED LIST)

La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN¹ (también denominada en algunas ocasiones como el Libro Rojo), creada en 1963, es el inventario más completo del estado de conservación de especies de animales y plantas a nivel mundial. La lista es elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la principal autoridad mundial en la materia.⁴ Muchos gobiernos y organizaciones crean sus propias *listas rojas* regionales basadas generalmente en la elaborada por la UICN, en el que clasifican a las especies de su región que se encuentran bajo amenaza.

El objetivo es llevar al público la urgencia de los problemas de conservación, así como ayudar a la comunidad internacional a reducir la extinción. Es actualizada anualmente,³ realizándose un análisis en profundidad de las evaluaciones que contiene cada cuatro o cinco años.

Utiliza un conjunto de criterios para evaluar el riesgo de extinción de miles de especies y subespecies, los que suelen ser aplicables a prácticamente todos los taxones del planeta. La reevaluación y adición de nuevas especies al listado se realiza mediante una revisión por pares de parte de las autoridades que colaboran en la elaboración de la obra, tal como el grupo de expertos que componen la Comisión de Supervivencia de Especies o, en el caso de las aves, la propia Birdlife International.



Categorías otorgadas por la versión 3.1 de la Lista Roja elaborada por la UICN

Especies encontradas durante el inventario incluidas dentro de la lista roja:

Especie	Categoría
Hymenaea courbaril	LC – Least concern (Preocupacion menor)
Cedrela odorata	VU- Vulnerable (Amenazado)

Cobertura arbórea encontrada en las fincas visitadas.



Abrevadero con cobertura arbórea



Abrevadero sin cobertura arbórea



Cercas Vivas



ANEXO 8. ACRONIMOS

FAO	Organización de las naciones unidas para la alimentación
UNDC	Convención de las naciones unidas de la lucha contra la desertificación
SICA	Sistema de integración centroamericana
POTA	Plan de Ordenamiento Territorial- Ambiental de la Cuenca Hidrográfica del Río La Villa
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
ANAM	Autoridad Nacional del Ambiente
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
IDIAP	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá
FONTAGRO	Fondo regional de tecnología agropecuaria
PIB	Producto interno bruto