

CONTRIBUIR, MEDIANTE ACOMPAÑAMIENTO A PROCESOS INTEGRALES, A
LA CONSERVACIÓN Y PRODUCCIÓN DE PREDIOS GANADEROS DE
BOSQUE SECO TROPICAL EN ZONA DE LAS MARAVILLAS, MUNICIPIO DE
SANTA CATALINA DE ALEJANDRÍA, BOLÍVAR

HÉCTOR FABIO ROJAS TEGÜÉ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2018

CONTRIBUIR, MEDIANTE ACOMPAÑAMIENTO A PROCESOS INTEGRALES, A
LA CONSERVACIÓN Y PRODUCCIÓN DE PREDIOS GANADEROS DE
BOSQUE SECO TROPICAL EN ZONA DE LAS MARAVILLAS, MUNICIPIO DE
SANTA CATALINA DE ALEJANDRÍA, BOLÍVAR

HÉCTOR FABIO ROJAS TEGÜÉ

Informe final de pasantía presentado como requisito para optar al título de
Zootecnista

Asesor
ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN
Zoot., M.Sc., Ph.D.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2018

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado son de responsabilidad de los autores”.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN. Zoot., M.Sc., Ph.D.
Asesor

JOSÉ EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO. Zoot., M.Sc. Ph.D.
Jurado delegado

EFRÉN GUILLERMO INSUASTY SANTACRUZ. Zoot., Esp. M.Sc.
Jurado

San Juan de Pasto, Agosto de 2018

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN Zoot., M.Sc., Ph.D.

JOSÉ EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO. Zoot., M.Sc. Ph.D.

EFRÉN GUILLERMO INSUASTY SANTACRUZ. Zoot., Esp. M.Sc.

LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA. Zoot., Esp. Secretario Facultad Ciencias Pecuarias

FRANCISCO RUIZ. Coordinador GOPA PROMAC – GIZ.

HUGO OLIVEROS SALAS. Biólogo. Esp. Coordinador zona Caribe PROMAC – GIZ.

Agricultores y ganaderos de la Zona de Las Maravillas.

Facultad de Ciencias Pecuarias.

Departamento de Producción y Procesamiento Animal

Jardín Botánico de Cartagena “Guillermo Piñeres”.

A todas las personas que de una forma u otra me colaboraron con su orientación, sin el apoyo de estas personas nada hubiera podido ser posible.

DEDICATORIA

A Dios. Por su bondad y haberme dado la salud, la paciencia, la sabiduría y demás herramientas para lograr culminar con éxito mis estudios y por guiar mi vida en cada etapa, para ser mejor persona. Por darme fortaleza en los momentos más difíciles y así poder salir siempre adelante y victorioso.

A mi madre Aracelis Tegue. Que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles. Porque ha sido mi motor de vida y un gran ejemplo de una mujer luchadora, fuerte, que aunque los días estén grises no deja de trabajar por sus hijos.

A mi padre Héctor Rojas. Quien, a pesar de haberlo perdido a muy temprana edad, ha estado siempre cuidándome y guiándome desde el cielo.

A mis abuelos. Por todo su amor y ternura que siempre me hicieron sentir importante. Porque siempre han sido las personas, después de mi madre, que más se han preocupado por mí. Sus canas son sinónimo de sabiduría. Además de sus sabios consejos, me han enseñado muchas cosas vitales para la vida, y me encaminaron por el buen sendero.

A mi hermana Liseth Rodríguez. Por ser mí amiga, confidente y brindarme su amor fraternal.

A mis amigos. Sin excluir a ninguno, mil gracias por todos los momentos que hemos pasado juntos y porque han estado conmigo siempre.

A mi familia. Por todos sus consejos, por su buen ejemplo y siempre estar en los momentos que más he necesitado de cada uno de ellos.

RESUMEN

El trabajo se desarrolló en la zona de Las Maravillas, ubicada en el Municipio de Santa Catalina, Departamento de Bolívar, localizado a 10°, 36', 24" de Latitud Norte y 75°, 17', 42" de Longitud Oeste, con una temperatura entre los 27-32 °C y una humedad relativa del 76%. Se clasifica como zona de vida de bosque seco tropical (bs-T). El objetivo de este trabajo fue apoyar la implementación de los Modelos de Gestión para la Conservación, con énfasis en el establecimiento de sistemas silvopastoriles multiestrato por regeneración natural asistida.

Se utilizó metodologías participativas, que involucraban tanto el conocimiento técnico y científico como los saberes regionales y ancestrales de los ganaderos. Estas metodologías incluyeron el árbol de problemas y soluciones, análisis DOFA, la cartografía social y el mapa de sueños como parte del levantamiento predial de cada finca, caracterización productiva de los terrenos, inventario florístico, identificación taxonómica de las especies priorizadas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles, determinación de índices de diversidad de Simpson y Shannon; se determinaron las especies que presentaron mayor abundancia en la zona, además se midieron otras variables agronómicas como producción de forraje verde, altura de las plantas, longitud de la raíz, relación hoja/tallo e índice de área foliar (IAF) y se establecieron arreglos silvopastoriles, cercas vivas y bancos de proteína.

La actividad ganadera se desarrolla bajo un sistema extensivo, con sistema de producción de doble propósito, con cruces comerciales de varias razas, principalmente Brahman, Gyr y Pardo suizo. Fruto de varios cruces comerciales, a este tipo resultante de animales, los ganaderos de la zona denominan "vacas criollas", destinadas principalmente a la cría del ternero y producción de leche con un promedio de 5 litros.

En el inventario florístico se identificaron 69 especies: 42,02% herbáceas, 46,37% arbóreas y 11,59% arbustivas. Sobre la composición florística, la familia de las leguminosas fue la más numerosa. Por otra parte, las especies de mayor abundancia fueron *Dichanthium aristatum* y *Panicum maximum*. El índice de diversidad de Simpson para la zona se estimó en 0,53 y el de Shannon en 2,21. Entre las subzonas muestreadas, los mayores índices de diversidad de Simpson y Shannon los obtuvo la subzona 5, la cual se ubica en predios donde se destinan áreas para la conservación.

Palabras clave: Ganadería, reforestación, ordenamiento predial, biodiversidad, cambio climático, desertificación.

ABSTRACT

The work was developed in the area of Las Maravillas, it is located in the municipality of Santa Catalina, department of Bolivar. Located at 10° 36' 24" N latitude and 75° 17' 42" W longitude, it has a temperature between 27-32 °C and a relative humidity of 76 %. This area was classified as a tropical dry forest. The objective of this work was to support the implementation of Management Models for Conservation, with emphasis on the establishment of multi-stratum silvopastoral systems for assisted natural regeneration.

Participatory action research was used, which involve technical and scientific knowledge as the regional and ancestral knowledge of the cattle rancher. These methodologies included the problem tree and solutions, DOFA matrix, social cartography and the dream map. Furthermore, the cadastral survey of each farm, productive characterization of the terrains, floristic inventory, taxonomic identification of the priority species for the establishment of silvopastoral systems, and diversity was determined through the Shannon and Simpson indexes, the species that showed the highest abundance in the area were determined. Other agronomic variables were also measured, such as: the production of green forage, the height of the plants, the root length, leaf / stem ratio and leaf area index (IAF), and silvopastoral arrangements, living fences and protein banks were established.

The Livestock activity is developed under intensive animal farming, with double-purpose production system, with cross-breeding between Brown Swiss cattle, Brahman cattle and Gyr cattle. The result of crossing these breeds of cattle, the farmers of the area call them "creole cows", destined mainly to calf rearing and milk production with an average of 5 liters.

In the floristic inventory, 69 species were identified: 42.02% herbaceous, 46.37% arboreal and 11.59% shrubby. About floristic composition, the legume family is the most numerous. On the other hand, the species of greater abundance are *Dichanthium aristatum* and *Panicum maximum*. The Simpson diversity index for the area is estimated at 0.53 and Shannon's index is 2.21. Among the sub-areas sampled, the highest diversity indexes of Simpson and Shannon were obtained in sub-area 5, which is located in areas where conservation areas are allocated.

Keywords: Livestock, reforestation, land-use, biodiversity, climate change, desertification.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag
INTRODUCCIÓN	13
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	15
2. OBJETIVOS	17
2.1.OBJETIVO GENERAL.	17
2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	17
3. MARCO TEÓRICO	18
3.1.SISTEMAS SILVOPASTORILES	18
3.1.1. Árboles Dispersos en Potreros.	19
3.1.2 Sistemas Silvopastoriles por Sucesión Vegetal:	19
3.1.3 Cercas Vivas:	19
3.1.4. Sistemas Silvopastoriles de Alta Densidad:	20
3.1.5. Sistemas de Corte y Acarreo: Bancos de Leñosas Forrajeras:	20
3.1.6. Pastoreo de Animales en Plantaciones Forestales:	20
3.1.7. Sistema Silvopastoril Multiestrato:	20
3.1.8. Regeneración Natural:	20
3.2. GANADERÍA.	21
3.2.1. Reconversión Ambiental y Social de la Ganadería:	22
3.2.2. Relación Suelo-Planta-Animal:	23
3.3. TAXONOMÍA.	23
3.4. DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA.	25
4. DISEÑO METODOLÓGICO	27
4.1. LOCALIZACIÓN.	27
4.2.METODOLOGÍA.	27
4.2.1. Reconocimiento y Caracterización de la Zona:	27
4.2.2. Asesoramiento en el manejo de los sistemas silvopastoriles mediante el proceso de regeneración natural asistida (SSPrna) como medida de adaptación al cambio climático:	28
4.2.3. Caracterización y Clasificación Taxonómica de las Especies Vegetales de Interés en la Producción Ganadera y la Seguridad Alimentaria de la Comunidad:	29
4.3. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA INVENTARIO DE ESPECIES VEGETALES	31
4.3.1. Capacitación a los Ganaderos en Técnicas de Alimentación Animal Alternativa:	32
4.3.2. Diseño e Implementación de Bancos de Proteína y Cercas Vivas:	32
4.3.3. Capacitación en las Técnicas de Manejo de Podas de Formación de los Sistemas Silvopastoriles por Regeneración Natural Asistida:	33
4.3.4. Intercambio de Conocimientos Prácticos Sobre Implementación y Manejo de Sistemas Silvopastoriles, y Metodologías Participativas:	34
4.3.5. Diseño Estadístico:	34

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
5.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE LAS MARAVILLAS.	35
5.1.1. ACTIVIDADES AGROPECUARIAS:	35
5.2. ASESORAMIENTO EN EL MANEJO DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES MEDIANTE EL PROCESO DE REGENERACIÓN NATURAL ASISTIDA (SSPrna) COMO MEDIDA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.	41
5.2.1. Mapa de Sueños:	42
5.2.2. Diagnóstico en base al mapa de sueños:	49
5.2.3. Árbol de problemas y de soluciones:	51
5.2.4. Análisis DOFA:	52
5.3. CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA	54
5.3.1. Caracterización Florística de la Zona de Las Maravillas:	54
5.3.2. Identificación y Clasificación Taxonómica de las Especies Herbáceas, Arbustivas y Arbóreas:	60
5.3.3. Diversidad y Abundancia:	64
5.4. CAPACITACIÓN A LOS GANADEROS EN TÉCNICAS DE ALIMENTACIÓN ANIMAL ALTERNATIVA	67
5.5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE BANCOS DE PROTEÍNA Y CERCAS VIVAS.	70
5.5.1. Cercas vivas:	70
5.5.2. Bancos de proteína:	72
5.6. MANEJO DE PODAS DE FORMACIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES POR REGENERACIÓN NATURAL ASISTIDA.	74
5.6.1. Podas de Formación en los Predios Ganaderos Para la Implementación de Sistemas Silvopastoriles Multiestrato.	77
5.6.2. VARIABLES AGRONÓMICAS:	84
6. CONCLUSIONES	91
7. RECOMENDACIONES	92
8. BIBLIOGRAFÍA	93

LISTA DE FIGURAS

	Pag
Figura 1: Localización del estudio	27
Figura 2: Diagrama de metodología de mapa de sueños propuesto por Geilfus	29
Figura 3: Mapa de transectos	32
Figura 4: Cadenas productivas agrícolas	36
Figura 5: Precipitaciones en el periodo mayo-agosto 2017	37
Figura 6: Vacas en sistema silvopastoril pastoreando	38
Figura 7: Mapa de sueños del predio 1	43
Figura 8: Mapa de sueños del predio 2	45
Figura 9: Mapa de sueños del predio 3	46
Figura 10: Mapa de sueños del predio 4	48
Figura 11: Mapa de sueños del predio 5	49
Figura 12: Proporción de especies según el hábito	54
Figura 13: Cerca viva con <i>Gliricidia sepium</i> en proceso de implementación	58
Figura 14: Especies con mayor abundancia	66
Figura 15: Capacitación a los productores	67
Figura 16: Preparación de amonificados	69
Figura 17: Preparación de ensilajes	70
Figura 18a: Establecimiento de cercas vivas para la zona de Las Maravillas	72
Figura 18b: Plántulas de <i>Acacia farnesiana</i> y <i>Pereskia guamacho</i>	72
Figura 19: Banco de proteína establecido para la zona de Las Maravillas	73
Figura 20: Árboles antes de la poda de formación	74
Figura 21: Árboles después de la poda de formación	74
Figura 22: <i>Prosopis juliflora</i> como parte del tercer estrato en un sistema silvopastoril	78
Figura 23: Establecimiento del sistema silvopastoril en el predio 1	79
Figura 24: <i>Crescentia cujete</i> para segundo estrato en un sistema silvopastoril	80
Figura 25: Sistema silvopastoril implementado en el predio 2	80
Figura 26: Establecimiento del sistema silvopastoril en el predio 3	81
Figura 27: Establecimiento del sistema silvopastoril en el predio 4	82
Figura 28: <i>Mangifera indica</i> como árbol frutal en un sistema silvopastoril	83
Figura 29: Establecimiento del sistema silvopastoril en el predio 5	83
Figura 30: Altura de plantas	85
Figura 31: Largo de raíz	87
Figura 32: Aforo de forraje verde	90

LISTA DE TABLAS

	Pag
Tabla 1: Análisis químico proximal de herbáceas, arbustivas y arbóreas de bs-T	25
Tabla 2: Coordenadas de subzonas	31
Tabla 3: composición florística de los pastos forrajeros utilizados en la zona	39
Tabla 4: Información general de las fincas ganaderas en el periodo de febrero a agosto de 2017	40
Tabla 5: Capacidad de carga con base en forraje verde (FV), proteína cruda (PC) y nutrientes digestibles totales (NDT) predio 1	42
Tabla 6: Capacidad de carga con base en forraje verde (FV), proteína cruda (PC) y nutrientes digestibles totales (NDT) predio 2	44
Tabla 7: Capacidad de carga con base en forraje verde (FV), proteína cruda (PC) y nutrientes digestibles totales (NDT) predio 3	45
Tabla 8: Capacidad de carga con base en forraje verde (FV), proteína cruda (PC) y nutrientes digestibles totales (NDT) predio 4	47
Tabla 9: Capacidad de carga con base en forraje verde (FV), proteína cruda (PC) y nutrientes digestibles totales (NDT) predio 5	48
Tabla 10: Análisis DOFA	52
Tabla 11: Inventario de especies herbáceas según su utilidad	54
Tabla 12: Inventario de especies arbustivas según su utilidad	56
Tabla 13: Inventario de especies arbóreas según su utilidad	56
Tabla 14: Clasificación taxonómica de especies herbáceas priorizadas para la implementación de SSPm por regeneración natural asistida	60
Tabla 15: Clasificación taxonómica de especies arbustivas priorizadas para la implementación de SSPm por regeneración natural asistida	61
Tabla 16: Clasificación taxonómica de especies arbóreas priorizadas para la implementación de SSPm por regeneración natural asistida	62
Tabla 17: Familias con mayor número de especies	64
Tabla 18: Índices de diversidad de Simpson y Shannon en la zona de Las Maravillas	65
Tabla 19: Cantidades para elaboración de amonificados	68
Tabla 20: Cantidades para elaboración de ensilaje	70
Tabla 21: Germinación cercas vivas (%)	71
Tabla 22: Especies agrupadas según estrato dentro del sistema silvopastoril	75
Tabla 23: Manejo de árboles en sistema silvopastoril	76
Tabla 24: Germinación en vivero (%) (<i>Leucaena leucocephala</i>)	77
Tabla 25: Relación Hoja – Tallo	84
Tabla 26: Altura de plantas (m)	85
Tabla 27: Largo de la raíz (cm)	87
Tabla 28: Índice de Área foliar (IAF)	88
Tabla 29: Producción de forraje verde (Kg/m ²)	89
Tabla 30: Aforo de forrajeras (kg/FV/ha)	89
Tabla 31: Número de árboles (N°)	90

INTRODUCCIÓN

“Los sistemas de producción ganaderos en el mundo son señalados frecuentemente como uno de los principales responsables de la pérdida de bosques tropicales, debido a la deforestación que se requiere para establecer superficies de pastoreo”¹. “Para ello, se procede a la tala y quema indiscriminada de los bosques tropicales para convertirlos en áreas de desarrollo agrícolas y ganadera, causando un desequilibrio que se inicia con el deterioro de la vegetación, aumento progresivo en las concentraciones de gases (metano, dióxido de carbono) y de la temperatura atmosférica, problemática que está concentrando cada vez más la atención mundial”².

Por lo anterior, como lo plantea Murgueitio³, diversos autores han planteado la urgente necesidad de promover procesos de conversión técnica, económica y ambiental de la ganadería bovina en Colombia y en el mundo. De lo contrario, surge la necesidad de diseñar, implementar y evaluar las alternativas agroforestales que aborden la problemática de la sustentabilidad de los ecosistemas ganaderos, es decir, el desarrollo de procesos productivos eficientes que, a su vez, no tengan un impacto desfavorable sobre el ambiente.

Las causas de desertificación en la zona de estudio se deben a la deforestación, la salinización, la compactación del suelo, el monocultivo, el sobrepastoreo, los agroquímicos, la caza y quemadas, las cuales están reduciendo significativamente la diversidad de fauna y flora del lugar todo esto teniendo en cuenta las practicas agropecuarias que se tienen en la zona.

“La deforestación acelerada en las regiones tropicales ha traído como consecuencia la sustitución de ecosistemas boscosos naturales por mosaicos de cultivos anuales, pasturas, vegetación secundaria y vegetación original”⁴.

Mahecha⁵ afirma que, las pasturas resultantes de la expansión de tierras agrícolas están compuestas en general por árboles aislados y/o en grupos que son remanentes en muchos casos del bosque primario. Aparte de la influencia sobre la productividad y dinámica de las especies que conforman el estrato herbáceo, la permanencia de tal componente arbóreo en el ecosistema representa una ventaja tanto para el ganado como para el ser humano, dado la multiplicidad de usos del

¹ STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M. y CEES, H. La larga sombra del ganado. Roma.2009. p.87. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>.ISBN 978-92-5-305571-5.

² MITRE, E. Efecto de la deforestación sobre la producción de metano, uno de los gases del efecto invernadero, Mérida, Venezuela, 1995. P 9-10.

³ MURGUEITIO, E. Los árboles en la agricultura. LEISA Revista de agroecología. Volumen 27 (2), 2011.p.26.

⁴ SAYER, J. y WHITMORE, T. Tropical moist forest: Destruction and species extinction. Biol. Conservation, 55. 1991. p.199-213.

⁵ MAHECHA, L. Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. Rev. Colombiana de Ciencias Pecuarias, 16(1).2003.p. 11-18.

árbol para sombra, forraje, aporte de nutrientes al suelo, así como el hecho de que la madera es usada para diversos fines.

“Tales combinaciones de árbol-pastura-animal son considerados sistemas silvopastoriles”⁶, y “representan una alternativa sostenible ante la deforestación y degradación de las tierras de pastoreo en el trópico”⁷.

“Más del 90% del bosque seco tropical colombiano, que era el de mayor extensión en el país, ha sido transformado. Y de ese pedazo, el 65% está en proceso de desertificación, es decir, ha perdido la productividad de los suelos”⁸.

El Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial menciona que, entre las manifestaciones de la desertificación están la acelerada erosión de los suelos provocada por el agua y el viento, la creciente salinización de los suelos y las aguas freáticas cercanas a la superficie, la menor retención de humedad, el aumento de los escurrimientos superficiales y la variabilidad de los flujos de los cursos de agua, la disminución de la diversidad de especies y en la biomasa vegetal, y el descenso en la productividad con el consecuente empobrecimiento de las comunidades de base⁹.

Por tal razón, se inició, por parte del Programa de Medio Ambiente de Colombia – PROMAC (GIZ) en convenio con la Universidad de Nariño, un acompañamiento a 5 pequeños productores en la zona de Las Maravillas, Municipio de Santa Catalina de Alejandría en el Departamento de Bolívar, enfocado al diseño e implementación de sistemas silvopastoriles multiestrato por regeneración natural asistida, como una medida de adaptación al cambio climático, que contribuya a la recuperación del bosque propio de la región Caribe y que mejore la producción ganadera.

⁶ NAIR, R. An Introduction to Agroforestry. Kluwer. Dordrecht, Netherlands, 1993.p.16.

⁷ HUMPHREYS, L. Tropical Pastures: Their Role in Sustainable Agriculture. Longman Scientific and Technical/John Wiley and Sons. New York, EUA, 1994.p.32.

⁸ EL ESPECTADOR.CO, los suelos colombianos están enfermos. Disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/los-suelos-colombianos-estan-enfermos-articulo-578752>.

⁹ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Plan De Acción Nacional, Lucha contra la desertificación y la sequía en Colombia, Bogotá. 2005. p. 5.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La desertificación es “la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas”¹⁰. Granados et al¹¹ aseguran que la deforestación, el sobrepastoreo, la expansión de la frontera agrícola y la sobreexplotación de la vegetación aceleran dicho proceso.

En los últimos años, gran parte del área boscosa fue deforestada para promover la ganadería extensiva en América Latina. En América Central, el área en pasturas representa un 46% del total (18,4 millones de Ha), siendo uno de los más importantes usos de la tierra. En Colombia, entre 1960 y 1995, el uso de la tierra pasó de 5 a 4,4 millones de hectáreas en agricultura; los bosques naturales y otros usos se redujeron de 94.6 a 72.4 millones de hectáreas, mientras que la ganadería se incrementó de 14.6 a 35.5 millones de hectáreas¹².

En la región Caribe, dicha problemática se agudiza aún más debido a que se presenta una pérdida en la conectividad de las áreas relictuales de bosque seco tropical, la debilidad en procesos de implementación de estrategias de manejo de este ecosistema a escala local, que combinen conservación y producción, como también la baja organización de las comunidades para el manejo de este medio y sus servicios asociados. Todo esto genera un inadecuado aprovechamiento y manejo de la biodiversidad y sus beneficios potenciales para aumentar la productividad en los sistemas productivos, especialmente en los ganaderos, debido a su carácter extensivo y enfoque tradicional de “potrero limpio”.

Navas¹³ menciona que, el desempeño de los animales se ve afectado en sistemas de ganadería tropical basados en áreas de pastoreo sin cobertura arbórea, debido al estrés calórico y falta de alimento que presentan estos sistemas lo cual puede reducir los parámetros productivos (leche y carne) al igual que los reproductivos. En cambio los sistemas silvopastoriles a través del uso del árbol como componente productivo permite mejorar los sistemas de producción ganadera en los diferentes agroecosistemas, mitigar los efectos negativos ambientales generados por los sistemas tradicionales, mejorar el bienestar de los animales e incrementar la

¹⁰ NACIONES UNIDAS. Artículo 1 (a). (12, septiembre, 1994). Elaboración de una convención internacional de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África. P. 4

¹¹ GRANADOS, D.; HERNÁNDEZ, M.; VÁZQUEZ, A. y RUÍZ, P. Los procesos de desertificación y las regiones áridas. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente abril, 2013. vol. 19. no. 1. p. 46.

¹² OJEDA, P.; RESTREPO, J.; VILLADA, D. y CESÁREO, J. Manual de Capacitación: Sistemas Agrícolas. Sostenibles en la Región Andina. Sistemas silvopastoriles, Una opción para el manejo sustentable de la ganadería. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia, FIDAR, 2003. p. 10-11. ISBN 33-5693-1.

¹³ NAVAS, A. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. 2010. p.3.

productividad animal (producción de leche o carne) y de las praderas conllevando a aumentar la disponibilidad de biomasa verde y por ende la capacidad de carga.

Para contribuir a solucionar el problema anterior, se realizó un acompañamiento a 5 pequeños productores de dicha zona para la implementación de sistemas silvopastoriles por regeneración natural asistida, como una medida de adaptación al cambio climático, que disminuya la presión y el impacto negativo de las producciones ganaderas sobre el ambiente y, a la vez, aumente la rentabilidad de la producción ganadera.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL.

Contribuir, mediante acompañamiento a procesos integrales, a la conservación y producción de predios ganaderos de bosque seco tropical en la zona de Las Maravillas, Municipio de Santa Catalina de Alejandría, Bolívar.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Asesorar en el manejo de los sistemas silvopastoriles mediante el proceso de regeneración natural asistida (SSPrna) como medida de adaptación al cambio climático.
- Caracterizar y clasificar taxonómicamente las especies vegetales de interés en la producción ganadera y la seguridad alimentaria de la comunidad.
- Capacitar a los ganaderos en técnicas de alimentación animal alternativa.
- Diseñar e implementar bancos de proteína y cercas vivas.
- Capacitar en las técnicas de manejo de podas de formación de los SSPrna.
- Intercambiar conocimientos prácticos sobre implementación y manejo de sistemas silvopastoriles y metodologías participativas.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. SISTEMAS SILVOPASTORILES.

Murgueitio afirma que “los sistemas silvopastoriles son una modalidad de agroforestería en la que se combinan en el mismo espacio plantas forrajeras como gramíneas y leguminosas rastreras con arbustos y árboles destinados a la alimentación animal y usos complementarios”¹⁴.

Según CORPOICA, los sistemas silvopastoriles ofrecen servicios ambientales como la recuperación y mejoramiento de suelos, los ciclos locales de agua y nutrientes, donde se destacan la fijación del nitrógeno, la movilización del fósforo, el mantenimiento, conservación, recuperación de la diversidad biológica y captura de CO₂, que se considera una contribución a fenómenos globales de interés internacional. Además de los beneficios ambientales, favorecen la economía y generan oportunidades para mejorar las relaciones sociales de producción y de desarrollo rural, ya que elevan las respuestas productivas y reproductivas de los planteles ganaderos. Varias investigaciones demuestran que los sistemas silvopastoriles compuestos de pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y (*Leucaena leucocephala*) incrementan los ingresos, al disminuir costos de producción por el no uso de fertilizantes y disminuir el uso de concentrados, igualmente aumentan la producción y calidad de leche y el número de nacimientos¹⁵.

Reyes, citando a Ribaski, manifiesta que “la asociación de praderas con árboles puede traer beneficios sobre la disponibilidad y el valor nutritivo del forraje, teniendo en cuenta la característica presentada por diversas especies arbóreas de adicionar nutrientes al ecosistema, principalmente tratándose de leguminosas fijadoras de nitrógeno”¹⁶

Sánchez, citado por Giraldo, afirma que los sistemas silvopastoriles son de mucha importancia, especialmente en Latinoamérica, en donde la necesidad de la ganancia por pasturas, produce una enorme presión en las áreas de bosques tropicales. El mismo autor manifiesta que la introducción en fincas de leguminosas arbustivas y/o arbóreas que sean tolerantes al verano, se muestra como una alternativa para aliviar deficiencias nutricionales de bovinos en pastoreo, durante las épocas de sequía,

¹⁴MURGUEITIO, E. Sistemas Silvopastoriles en el Trópico de América. 2011. p. 1 Disponible en: http://elti.fesprojects.net/2011Corridors1Colombia/sistemas_silvopastoriles_en_america_latina_emr.pdf

¹⁵ CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, CORPOICA, LOZANO, M.; CORREDOR, G.; VANEGAS, M.; FIGUEROA, L. y RAMÍREZ, M. Sistemas silvopastoriles con uso de biofertilizantes opción tecnológica para el Valle Cálido del Alto Magdalena. 2006. p. 8. Disponible en: https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/sistemas_agroforestales/silvopastoriles.pdf

¹⁶ RIBASKI, J. citado por REYES, L. Ciclo biológico de la polilla del algarrobo, *Prosopis juliflora* (sw.) dc. en un sistema silvopastoril del Valle del Cauca. Proyecto de Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Bióloga. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. 2010. p. 22.

cuando la cantidad de biomasa disponible para el consumo es escasa¹⁷.

Murgueitio ratifica que “los principales sistemas silvopastoriles que podrían implementarse en la región son: árboles dispersos en potreros, sistemas silvopastoriles por sucesión vegetal, cercas vivas, sistemas silvopastoriles de alta densidad, sistemas de corte y acarreo (bancos de energía y de proteína), cortinas o barreras rompevientos, pasturas en callejones y pastoreo de ganado en plantaciones forestales”¹⁸.

3.1.1. Árboles Dispersos en Potreros. Raintree y Warner, citados por Pérez, definen que “los árboles dispersos son aquellas especies arbóreas que el productor ha plantado o retenido deliberadamente dentro de un área agrícola o ganadera y se han dejado cuando se limpia o se prepara un terreno para que provea un beneficio o función específica de interés del productor, tales como sombra, alimentos para los animales y generar ingresos”¹⁹.

Pérez manifiesta que, “en América Central, los árboles dispersos, al igual que las cercas vivas, se encuentran muy a menudo dentro de las fincas ganaderas, donde un porcentaje comprendido entre 80 y 100% de las fincas estudiadas de la región mantienen este tipo de SSP en sus potreros”²⁰.

3.1.2. Sistemas Silvopastoriles por Sucesión Vegetal. Murgueitio afirma que:

El manejo de la sucesión vegetal en áreas pastoriles se hace mediante la abolición de forma indiscriminada las plantas que aparecen como invasoras de las praderas, con quemas, deshieras mecánicas o aplicación generalizada de herbicidas; luego se favorece el crecimiento de algunas especies leñosas que los animales diseminan al ser consumidas, contribuyendo eficazmente a consolidar el sistema. La primera etapa puede durar entre tres y seis años, dependiendo de las condiciones de humedad, suelos, bancos de semillas y proximidad a bosques nativos. Se realizan podas selectivas y entresacas de madera hasta conformar de dos a tres estratos de vegetación compatibles con los pastos²¹.

3.1.3. Cercas Vivas. Budowski, citado por Pérez, “denomina cercas vivas al cultivo de leñosas perennes en los perímetros o linderos de las parcelas, potreros, fincas y caminos, con el objetivo principal de delimitar las propiedades o áreas de trabajo e

¹⁷ SÁNCHEZ, P. citado por GIRALDO, A. Potencial de la arbórea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles, revista facultad nacional de agronomía, 1995. p. 203. Disponible en: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/Girald13.PDF>.

¹⁸ MURGUEITIO, E. Op. cit., p. 3.

¹⁸ RAIN TREE, J. y WARNER, K. Citados por PÉREZ, E. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Centro agronómico y tropical de investigación y enseñanza, 2006. p 27.

²⁰ PÉREZ, E. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Centro agronómico y tropical de investigación y enseñanza, 2006. p.27.

²¹ MURGUEITIO, E. Op. cit., p. 3.

impedir el paso de los animales o de la gente, por lo cual casi siempre están complementadas con el uso de alambre de púas”²².

3.1.4. Sistemas Silvopastoriles de Alta Densidad. Murgueitio los define como “sistemas silvopastoriles modernos, originados en la investigación científica, de carácter intensivo. Se realizan con altas densidades de arbustos forrajeros (1000 a > 10.000/Ha), asociados a pastos mejorados de alta producción de biomasa, bajo modelos de pastoreo rotacional intensivo con cerca eléctrica. Pueden asociar o no árboles maderables, frutales y leguminosas rastreras”²³.

3.1.5. Sistemas de Corte y Acarreo: Bancos de Leñosas Forrajeras. Murgueitio afirma que “los sistemas de corte y acarreo están difundidos por todo el mundo en desarrollo, en especial en condiciones de predios pequeños, regiones montañosas o con dominio de la agricultura, en especial en países y zonas con alta población humana”²⁴.

3.1.6. Pastoreo de Animales en Plantaciones Forestales. Murgueitio menciona que “las plantaciones forestales industriales en América tropical están creciendo para atender la demanda regional e internacional de diferentes productos. Grandes masas forestales se siembran sobre áreas de pasturas nativas o introducidas en degradación y también sobre barbechos y bosques nativos”²⁵.

3.1.7. Sistema Silvopastoril Multiestrato. Lozano et al los definen como:

un sistema de producción que está compuesto por mínimo tres estratos o pisos, definidos por la altura de las especies vegetales utilizadas en él: las gramíneas o pastos en el piso bajo, la Leucaena manejada como arbusto para ramoneo en el piso medio y árboles como el Algarrobo manejados en el tercer piso, los cuales producen confort para el ganado; además, sus frutos son consumidos directamente por los animales o se utilizan para hacer harinas y bloques multinutricionales que suplementa la alimentación de los mismos²⁶.

3.1.8. Regeneración Natural. La vegetación nativa, para Kothmann y Hinnant, citados por Zapata y Bautista, “es altamente heterogénea y dinámica a través del tiempo y el espacio, representando una opción para el pastoreo durante la época

²² BUDOWSKI, G. citado por PÉREZ, E. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Centro agronómico y tropical de investigación y enseñanza.2006.p.25.

²³ MURGUEITIO, E. Op. cit., p. 3.

²⁴ MURGUEITIO, E. Op. cit., p. 12.

²⁵ MURGUEITIO, E. Op. cit., p. 13.

²⁶ LOZANO, M.; CORREDOR, G.; VANEGAS, M.; FIGUEROA, L.; RAMÍREZ, M.; CARRERO, H.; VÁSQUEZ, G.; NORMA, C. y AGUIRRE, M. Sistemas silvopastoriles con uso de biofertilizantes, opción tecnológica para el valle cálido del Alto Magdalena; 2006. Disponible en: https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/sistemas_agroforestales/silvopastoriles.pdf.

seca, debido a la capacidad de las plantas de ofrecer follaje, y la que tienen los animales de seleccionar su dieta”²⁷.

Por otra parte, “los sistema silvopastoriles, con uso de la regeneración vegetal, han sido una estrategia local de producción muy antigua y en la actualidad es de gran interés por hacer parte de un sistema de producción económicamente rentable, ecológica y socialmente sostenible”²⁸.

Sin embargo, “también existe una concepción errónea entre algunos productores, pues se cree que las áreas de vegetación secundaria carecen de valor, son maleza, o que no son productoras de otros bienes en forma continua; no obstante, estas áreas tienen una gran diversidad de especies vegetales, plantas medicinales, ornamentales, especies forrajeras, etc., así como fauna silvestre”²⁹.

3.2. GANADERÍA.

La ganadería bovina es la principal actividad agropecuaria del país, ya que de acuerdo a la Federación Colombiana de Ganaderos – FEDEGÁN³⁰, participa con el 53 por ciento del Producto Interno Bruto pecuario, el 1,3 por ciento del PIB nacional. Además es una de las producciones con mayor importancia en el sector rural colombiano ya que contribuye en la generación de ingresos, empleos y bienestar de los productores.

“Del 19,8% con el que participa la ganadería en el total del PIB agropecuario, y de acuerdo con el valor de la producción, se estima que los animales vivos para carne pesan el 12,8% y la producción de leche el 7,3%, siendo ambos renglones, considerados individualmente, los de mayor participación dentro de las diferentes actividades agropecuarias”³¹.

Mahecha et al³² mencionan que la ganadería bovina ocupa la mayor parte de las

²⁷ KOTHMANN, M. y HINNANT, T. Citados por ZAPATA, G. y BAUTISTA, F. Caracterización forrajera de la vegetación secundaria del Sur de Yucatán con base en la aptitud de suelo. En Cuarto simposio internacional de pastizales. Agosto, 2007. p. 75. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/CJ074_Anexo2.pdf.

²⁸BOTERO, L. y DE LA OSSA, J. Estudio de caso: un sistema de producción silvopastoril con enfoque agroecológico, Departamento del Magdalena, Colombia. Universidad de Sucre. Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo de Investigación en Biodiversidad Tropical. Rev. Colombiana cienc. Anim. 2(1). 2010. Disponible en: < http://www.recia.edu.co/documentos-recia/recia3nuevo/estudiodecaso/Agroecol_Botero.pdf>

²⁹ SOSA, E.; CABRERA, E. y PÉREZ, D. El uso de vegetación secundaria (Acahuales) para la alimentación de bovinos y ovinos en Quintana Roo. En folleto técnico, campo experimental Chetumal. Febrero, 2006. p 8. Disponible en internet: < http://www.cofupro.org.mx/cofupro/archivo/fondo_sectorial/Michoacan/64michoacan.pdf >

³⁰ Federación Colombiana de Ganaderos – FEDEGÁN. PLAN DE DESARROLLO GANADERO 2014 – 2019. Por una ganadería moderna, sostenible y solidaria. 2014. p.29. Colombia, Bogotá.

³¹ FEDEGÁN. Op. cit. p. 31.

³² MAHECHA, L.; GALLEGOS, L. y PELÁEZ, F. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. Rev Col Cienc Pec Vol. 15: 2, 2002. p.219. Disponible en:

tierras aprovechadas de Colombia y desarrolla actividades como la tala y la quema de bosques, la uniformidad genética al privilegiarse el monocultivo de gramínea, la desecación de humedales, la construcción de vías de penetración, la demanda creciente de madera para construcciones, la deposición de residuos orgánicos e inorgánicos en el agua y en el suelo, la emisión de gases, entre otros aspectos, que generan impactos de especial consideración sobre los recursos naturales y el medio ambiente, lo que puede conllevar a desequilibrios naturales de considerable importancia.

Sadeghian³³ afirma que la ganadería también puede jugar un papel importante en el mantenimiento de la fertilidad del suelo. En particular, los sistemas cerrados de granjas mixtas pueden renovar o reponer una fracción sustancial de los nutrientes del suelo y, por consiguiente, reducir la necesidad de aplicar fertilizantes inorgánicos. Es difícil estimar los beneficios económicos del mejoramiento de la estructura del suelo como un resultado de la adición de materia orgánica. A nivel general, se puede afirmar que la adición de fertilizantes orgánicos incrementa la capacidad de intercambio catiónico y mejora las condiciones físicas por el incremento de la capacidad de retención de agua y por ende la estabilidad estructural, entre otros.

“En los departamentos de la Costa Caribe colombiana se maneja un sistema de ganadería doble propósito el cual hace referencia a una actividad propia del trópico bajo que reúne en un mismo esquema la producción de carne y de leche. Esta forma productiva se basa en el vigor híbrido propio del cruce de vacas cebú criollas con razas europeas (Bos taurus x Bos Indicus)”³⁴. FEDEGÁN³⁵, reporta para la ganadería doble propósito una producción de 8 l/a/d con ganancias de peso de 320 g/a/d.

3.2.1. Reconversión Ambiental y Social de la Ganadería. Murgueitio menciona que:

La transformación de la ganadería en actividades compatibles con el desarrollo socioeconómico y la protección de la naturaleza debe partir del reconocimiento de la diversidad de situaciones, actores involucrados e impactos sociales y ambientales. La reconversión social de la ganadería puede coincidir en forma total con la reconversión ambiental. La eficiencia económica puede llegar a ser equivalente a la eficiencia social y ambiental. Las estrategias deben ajustarse al tipo de ganadería y a cada región. También deben contribuir a atenuar los impactos generados sobre el agua, suelo, aire,

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kMMRI8crUZQJ:dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3242901.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>

³³ SADEGHIAN, S. Impacto de la ganadería sobre el suelo alternativas sostenibles de manejo. p. 2. Disponible en:

<http://www.desertificacion.gob.ar/mapas/modelos/impacto%20de%20la%20ganaderia%20sobre%20el%20suelo.pdf>

³⁴ GAMARRA, J. Eficiencia Técnica Relativa de la ganadería doble propósito en la Costa Caribe.2014.p25.

³⁵ FEDEGÁN. Op. cit. p. 13.

energía y biodiversidad, y, al mismo tiempo, incrementar los beneficios sociales como generación de empleo, oferta alimentaria y la distribución de la riqueza³⁶.

3.2.2. Relación Suelo-Planta-Animal. Mahecha et al mencionan que:

La relación suelo – planta – animal es de reconocida importancia en el proceso de producción bovina, razón por la cual se deben analizar con detenimiento los diversos factores que puedan alterar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los recursos, en un proceso que, en condiciones naturales, dinamiza y potencializa el sostenimiento y desarrollo de cada una de las partes involucradas. Para lograr una mayor comprensión sobre la situación ambiental de la ganadería en el país, es importante hacer un análisis sobre su interacción con recursos como el suelo, el agua, la atmósfera y la biodiversidad; contemplando igualmente lo que debe ser el desarrollo de la ganadería, enmarcada en los aspectos socioeconómicos³⁷.

3.3. TAXONOMÍA.

Curtis³⁸ define la taxonomía como la disciplina biológica referida a la teoría y práctica de la clasificación de los organismos. Su objetivo inicial era el de identificar, describir y delimitar especies. Actualmente los objetivos se ampliaron en gran medida, incluyendo construir clasificaciones, reconstruir la filogenia o historia evolutiva, realizar desarrollos metodológicos y elaborar proposiciones teóricas, proveer datos para plantear hipótesis sobre el origen y evolución de los organismos, y proporcionar información para aplicar en otras áreas de la biología, e incluso en medicina, agronomía, etc.

Martínez et al³⁹ mencionan que la taxonomía sistémica es la ciencia que incluye la identificación, clasificación y nomenclatura de las plantas. Algunos taxónomos pioneros la definen como el estudio y descripción de la biodiversidad, causa y consecuencia de la variación y manipulación de información obtenida para elaborar sistemas de clasificación.

Estos autores mencionan que la nomenclatura botánica adjunta organismos y agrupaciones sistémicas que incluye la implementación, aplicación y reglas en las que se basan. Una vez que se identifica la planta, se le designa un nombre científico de acuerdo al sistema nomenclatural, regulado por el Código Internacional de Nomenclatura Botánica, que se aplica a todos los grupos del reino vegetal (Hongos, algas, cianobacterias y protistas fotosintéticos). Los nombres de los taxones

³⁶ MURGUEITIO, E. reconversión ambiental y social de la ganadería bovina en Colombia.1999. p. 19.

³⁷MAHECHA, L.; GALLEGO, L. y PELÁEZ, F. Op. Cit, p.219.

³⁸ CURTIS, H. Fundamentos de Biología. Editorial: Médica Panamericana. Argentina. Buenos aires. 1998. p. 234.

³⁹ MARTÍNEZ, M.; DI SAPIO, O.; CARGO, J.; SCANDIZZI, A.; D.TALEB, L. y CAMPAGNA, M. Principios de Botánica Sistemática. Cátedra de Botánica. Rosario, Universidad Nacional de Rosario Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, [s.f.]. p. 2-10

corresponden a un solo término que son palabras que se escriben con mayúsculas. Estos son:

División: Se recomienda que los nombres terminen en fitas, por ejemplo espermatofitas.

Clase: Para las cormofitas o plantas vasculares los nombres deben terminar en opsidas, ejemplo, Cicadopsidas.

Orden: Si el nombre se deriva de una familia, este termina en ales. Ejemplo familia Poligonáceae, su orden sería Poligonales.

Familia: Se forma por la adición del sufijo áceas al nombre del género. Ejemplo, genero Polygonum familia Poligonáceas. Hay 8 familias que hacen excepción a la regla, pero también tiene nombres alternativos terminados en áceas. Están son: Palmas (Arecáceas), Gramíneas (Poáceas), Crucíferas (Brasicáceas), Leguminosas (Fabáceas), Gutíferas (Clusiáceas), Umbelíferas (Apiáceas), Labiadas (Lamiáceas) y Compuestas (Asteráceas).

Subfamilia y tribu: El nombre de la subfamilia se forma por la adición del sufijo oideas al nombre del género. Ejemplo género Oriza, subfamilia Orizoidea. Para la Tribu se utiliza la designación ea como por ejemplo, Phalaris, tribu Falaridea.

Género: El nombre de género puede tener un origen cualquiera, inclusive se puede constituir de forma arbitraria. Ejemplo, Trifolium (tres hojas), Lobivia (anagrama de Bolivia).

Especie: Se nombra por una combinación binaria, formada por un nombre genérico seguido de un solo epitelio.

Clasificación taxonómica⁴⁰ de dos especies arbustivas con potencial para ser utilizadas en SSPrna, en zonas de vida de bosque seco tropical:

Gliricidia sepium

Clase: Equisetopsida
Subclase: Magnoliidae
Superorder: Rosanae
Orden: Fabales
Familia: Fabaceae
Género: Gliricidia

Guazuma ulmifolia

Clase: Equisetopsida
Subclase: Magnoliidae
Superorder: Rosanae
Orden: Malvales
Familia: Malvaceae
Género: Guazuma

⁴⁰TROPICOS. [En línea]. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Disponible en internet: <<http://www.tropicos.org/>>

En la Tabla 1 se muestran los análisis de la composición química de algunas arbustivas, arbóreas y herbáceas.

Tabla 1. Análisis químico proximal de herbáceas, arbustivas y arbóreas de bs-T

Especie	MS	PC	EE	Cen	Energía
<i>Emilia sonchifolia</i>	11,3	18,0	2,60	13,5	2,2 McalED/kgMS
<i>Chamaecrista nictitans</i>	29,5	21,6	2,30	6,5	2,2 McalED/kgMS
<i>Desmodium adscendens</i>	27,4	22,7	3,70	8,0	1,7 McalED/kgMS
<i>Desmodium affine</i>	34,9	20,0	0,90	11,5	1,8 McalED/kgMS
<i>Desmodium tortuosum</i>	26,0	28,6	2,40	11,0	3,1 McalED/kgMS
<i>Crotalaria incana</i>	21,0	36,7	1,60	9,4	3,0 McalED/kgMS
<i>Calopogonium muconoides</i>	32,9	17,3	2,90	8,0	2,0 McalED/kgMS
<i>Cnidocolus chayamansa</i>	20,8	27,2	7,38	11,2	4,67 McalEB/kgMS
<i>Acacia macracanta</i>	49,0	22,8	6,81	8,9	4,94 McalEB/kgMS
<i>Guazuma ulmifolia</i>	38,2	15,1	5,80	9,6	4,70 McalEB/kgMS
<i>Pithecellobium dulce</i>	22,6	17,4	1,07	4,01	4,53 McalEB/kgMS
<i>Samanea saman</i>	45,0	19,3	6,19	4,78	5,28 McalEB/kgMS
<i>Cratylia argentea</i>	30,1	22,7	2,97	15,1	4,12 McalEB/kgMS
<i>Crescentia cujete</i>	10,6	10,5	7,54	6,09	4,56 McalEB/kgMS

Fuente: Alvear y Melo, 2012; Lagos y Armero, 2014. MS: Materia seca, PC: Proteína cruda, EE: extracto etéreo, Cen: Ceniza.

Según Alvear y Melo⁴¹, además del análisis nutricional de las distintas especies, se debe tener en cuenta el valor energético, consumo y digestibilidad de los componentes en conjunto.

3.4. DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA.

Para Ñique⁴², el concepto de diversidad, hace referencia, a la variedad de especies que se presenta en una dimensión espacio-temporal definido, resultante del conjunto de interacciones entre especies que se integran en un proceso de selección, adaptación mutua y evolución, dentro de un marco histórico de variaciones medioambientales locales. En dicho marco, estas especies constituyen

⁴¹ ALVEAR, C. y MELO, W. Caracterización botánica, nutricional y fenológica de especies arbóreas y arbustivas de uso potencial para sistemas silvopastoriles (ssp) en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Zootecnista. San Juan De Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Departamento de producción y procesamiento animal. Programa de zootecnia. 2012. p.63.

⁴² ÑIQUE, M. Biodiversidad: Clasificación y Cuantificación. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Departamento de Ciencias Ambientales. Tingo María. Perú. 2010. p. 2 - 6.

una estructura compleja, en la que cada elemento expresa una abundancia dependiente de los elementos restantes.

La medición de la diversidad de especies involucra dos criterios: el más antiguo denominado Riqueza de Especies o Riqueza Biológica, que sólo considera la cantidad de especies en un determinado espacio geográfico; y el segundo, el de la Heterogeneidad que involucra la riqueza de especies y la abundancia de cada una de ellas. Los índices que nos permiten realizar estas cuantificaciones son:

- **Índices de Simpson.** Orellana⁴³ destaca que el Índice de Simpson se basa en la dominancia y es inverso a los conceptos de equidad, puesto que toma en cuenta las especies con mayor representatividad y, además, es uno de los parámetros que permite medir la riqueza de organismos vegetales.
- **Índice de Shannon.** El mismo autor menciona que este índice basa sus principios en la teoría de la información y, por tanto, en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. Este índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia).

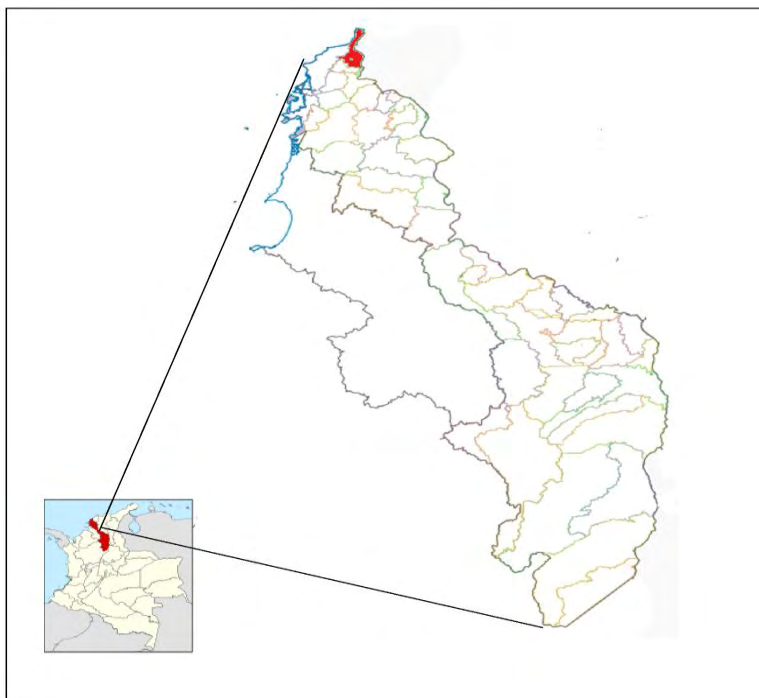
⁴³ ORELLANA, J. Determinación de Índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Valle de Sacta. Tesis para optar al título de técnico superior forestal. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. 2009. p. 17-18.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. LOCALIZACIÓN.

El trabajo se realizó en la zona de Las Maravillas, Municipio de Santa Catalina de Alejandría, localizado al norte del departamento de Bolívar (Figura 1), pertenece al ZODES (Zona de Desarrollo Económico y Social). “Este municipio está a una distancia de 35 Km de Cartagena de Indias y a 95 Km de Barranquilla. Geográficamente se ubica a 10°36’,24” de Latitud Norte y 75°17’,42” de Longitud Oeste. La extensión total del municipio es de 153 Km². La altitud es de 34 m.s.n.m. La temperatura varía entre 27 y 32 °C, y presenta una humedad relativa de 76%”⁴⁴. La zona de Las Maravillas pertenece al Corregimiento Los Colorados y está ubicado a 10°,40’,51” de latitud norte y 75°,16’,27” de longitud Oeste, a 16 m.s.n.m.

Figura 1: Localización del estudio



Fuente: Alcaldía de Santa Catalina de Alejandría, 2013.

4.2. METODOLOGÍA.

4.2.1. Reconocimiento y Caracterización de la Zona. Se mantuvo una presencia permanente en los predios durante el periodo de mayo hasta agosto del 2017, lo que permitió una interacción constante con sus propietarios.

⁴⁴ Alcaldía de Santa Catalina de Alejandría. Nuestro Municipio: Geografía. [En línea]. [s.n]. [s.l.] [s.f.]. 2013. Disponible en: <http://www.santacatalina-bolivar.gov.co/informacion_general.shtml>

En el desarrollo de la actividad, se adaptó el método propuesto por Carvajal⁴⁵ en el cual se tomó en cuenta aspectos pasados, presentes y futuros del predio. Se solicitó a los productores narraran aspectos como obtención del terreno, actividades agropecuarias desarrolladas y manejo de las forma de producción. En el siguiente paso se les solicitó elaborar el esquema actual de su finca, teniendo como base los linderos, puntos de referencia, ubicación de sus cultivos, fuentes hídricas, entre otros. Para finalizar, dibujaron sus fincas proyectadas a cinco años, visualizando y plasmando los cambios más deseables, incluyendo sistemas agroforestales, esto en base al modelo propuesto por Geilfus⁴⁶.

4.2.2. Asesoramiento en el manejo de los sistemas silvopastoriles mediante el proceso de regeneración natural asistida (SSPrna) como medida de adaptación al cambio climático. La regeneración natural asistida es una técnica apropiada para difundir distintas herbáceas, arbustivas y arbóreas dentro de los potreros. Este manejo consiste en permitir el desarrollo controlado de distintas especies que se generan de manera espontánea en las praderas, para favorecer el crecimiento de plantas deseadas, disminuyendo la cantidad de aquellas que no contribuyen a la producción⁴⁷.

Una vez reconocidas las zonas de trabajo y contextualizado con los productores, se procedió a desarrollar capacitaciones teóricas sobre los beneficios que trae consigo la implementación de los sistemas silvopastoriles por regeneración natural asistida como: Reciclaje de nutrientes, fijación de nitrógeno, fertilidad del suelo, alimento para el ganado, sombra, frutos, conservación de la biodiversidad, captura de carbono y la contribución como medio de adaptación al cambio climático, orientadas con metodologías participativas planteadas por Geilfus⁴⁸, como mapa de sueños (Figura 2), árbol de problemas y árbol de soluciones, diagrama de causas y efectos: estos ejercicios ayudaron a la comunidad y a los técnicos a entender mejor la problemática, y distinguir entre causas y efectos. A pesar de ser relativamente complejo, se pudo llegar a definir las causas de los principales problemas, además se profundizó en el ejercicio de censo de problemas y su análisis, además del análisis FODA, con una evaluación “ex-ante” de las principales alternativas priorizadas, para tratar de comparar ventajas e inconvenientes y prever posibles problemas⁴⁹. Además de estas pautas generales para el manejo de los sistemas silvopastoriles, para garantizar el uso de los mismos en la zona de las maravillas en el marco de la sustentabilidad, también fue necesario incorporar una evaluación de las pasturas. La evaluación de estas tuvo el objetivo de proveer información como

⁴⁵ CARVAJAL, J. Módulo 0: Territorio y cartografía social: Popayán, Asociación de Proyectos Comunitarios, 2005. P. 9.

⁴⁶ GEILFUS, F. Planificación. 80 Herramientas para el desarrollo participativo. [en línea]. 8 ed. San José, Costa Rica: 200. 2009. p. 218. Disponible en internet: <http://www.iica.int>. ISBN13: 99923-7727-5.

⁴⁷ ZULUAGA, A.; ZAPATA, A.; URIBE, F.; MURGUEITIO, E.; CUARTAS, C.; NARANJO, J.; MOLINA, C.; SOLARTE, L. y VALENCIA, L. Capacitación en establecimiento de sistemas silvopastoriles. FEDEGÁN, 2011. p. 9-15. ISBN 978-958-8498-27-0.

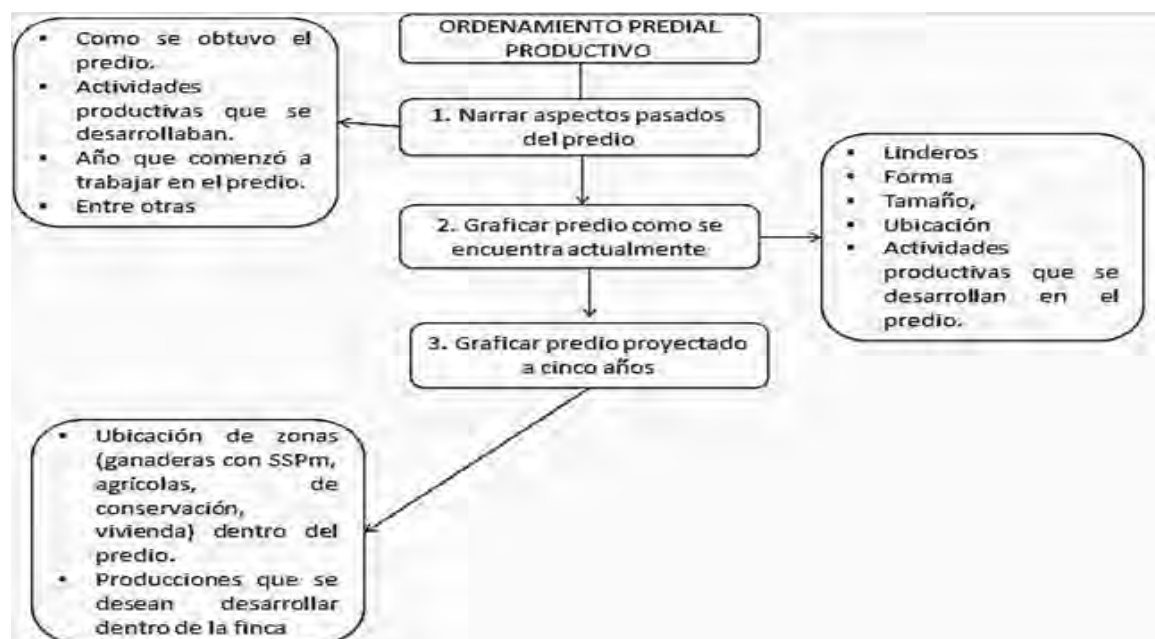
⁴⁸ GEILFUS, F. Op cit p. 151-159.

⁴⁹ GEILFUS, F. Op cit p. 160-161.

áreas, producción de forraje, periodo de recuperación, desperdicio y carga animal los cuales nos permitieron tomar decisiones de manejo para optimizar la producción ganadera en los sistemas silvopastoriles.

Durante el transcurso del trabajo los productores dibujaron sus fincas proyectadas a cinco años, visualizando y plasmando los cambios más deseables, incluyendo sistemas agroforestales, esto en base al modelo propuesto por Geilfus⁵⁰. Luego se tomó como base los esquemas realizados por los productores para realizar los respectivos mapas de los predios.

Figura 2: Diagrama de metodología de mapa de sueños propuesto por Geilfus



Fuente: Geilfus, 2002.

4.2.3. Caracterización y Clasificación Taxonómica de las Especies Vegetales de Interés en la Producción Ganadera y la Seguridad Alimentaria de la Comunidad. Para identificar y hacer el inventario de las especies vegetales de los sistemas finca en la zona de Las Maravillas, municipio de Santa Catalina de Alejandría en el departamento de Bolívar, se usó “las metodologías de transecto lineal y matriz de evaluación de recursos”⁵¹.

Para poder lograr el objetivo propuesto se tuvieron en cuenta las siguientes variables:

⁵⁰ GEILFUS, F. Op cit p. 176-177.

⁵¹MUÑOZ, J. Apoyo en la Implementación de Sistemas Silvopastoriles en el Departamento de Bolívar; Informe final de pasantía presentado como requisito para optar al título de Zootecnista; Programa De Zootecnia, Facultad De Ciencias Pecuarias, Universidad De Nariño. 2016. P 45.

- **Clasificación taxonómica.** Un primer paso, antes de la clasificación taxonómica, según la metodología de evaluación de recursos, se solicitó a los productores calificar de 1 a 5 el grado de utilidad de las plantas dentro de la producción ganadera, con el fin de identificar las especies con mayor potencial para su posterior uso en los sistemas silvopastoriles.

Una vez establecida la lista de las plantas con potencial de uso en los SSP, se procedió a su identificación taxonómica. Las especies no descritas, se llevaron al herbario del Jardín Botánico de Cartagena “Guillermo Piñeres”.

El método que se usó para identificar las especies es el que se usa en la taxonomía vegetal clásica, que se basa en un conjunto de caracteres morfológicos (eje. tipo de hojas, tipo de fruto, presencia/ausencia de espinas) y siguiendo una clave dicotómica específica para cada familia y/o géneros de plantas. Luego de esa primera aproximación se confirmaron con los especímenes en la colección del herbario y finalmente se las clasificó por el sistema APG III⁵².

- **Diversidad y abundancia.** “Se utilizó un cuadrante de 0,25 m², el cual se ubicó a lo largo de un transecto de 10 metros”⁵³. “En cada cuadrante se registró el número de especies herbáceas y arbustivas, también la cantidad de individuos por especie”⁵⁴. “Se hicieron 5 transectos por zona”⁵⁵.

Se estimaron los índices de Simpson y de Shannon:

✓ |El índice de Simpson se estimó de la siguiente manera:

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Donde:

λ = Índice de dominancia de Simpson.

P_i = Abundancia proporcional, o sea, el número de individuos de la especie.

⁵² Angiosperm Phylogeny Group Classification (APG III). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society. 2009. p. 105- 121.

⁵³VARANO, L. Medición de la productividad primaria neta en Mallines del Noroeste de Patagonia, mediante métodos destructivos y no destructivos. [Tesis Licenciado en Ciencias Químicas]. Buenos Aires [Argentina]: Universidad de Belgrano, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; 2007.p.2.

⁵⁴MOSTACEDO, B. y FREDERICKSEN, T. Tipos de muestreo de vegetación. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. 6 ed. Santa Cruz de la Sierra: Editora el País, 2000. p. 8.

⁵⁵ VELÁSQUEZ, R. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de dos épocas, manejo y condición de paisajes en Muy Muy, Nicaragua. [Tesis Magister science]. Turrialba [Costa Rica]: CATIE; 2005. p.7.

$\sum pi^2$ = Suma de cuadrados de la abundancia proporcional de *i* (número de individuos de la especie).

Diversidad de Simpson = $1 - \lambda$.

➤ Para el índice de Shannon:

$$H' = -\sum pi * \ln Pi$$

Donde:

H' = Índice de Shannon.

pi = Abundancia proporcional de *i* (número de individuos de la especie).

$\sum pi$ = Sumatoria de la abundancia proporcional.

$\ln Pi$ = Logaritmo natural de la abundancia.

4.3. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN PARA INVENTARIO DE ESPECIES VEGETALES.

Para identificar y seleccionar las especies de mayor potencial de uso en los sistemas silvopastoriles y la alimentación de la comunidad, entre otros, “se desarrollaron metodologías de transecto lineal y matriz de recursos naturales”⁵⁶.

Los transectos, se hicieron en 5 subzonas diferentes con vegetación representativa de Las Maravillas. En la Tabla 2 se muestran las coordenadas de cada uno de los sitios donde se desarrollaron, (Figura 3) mapa de transectos.

Tabla 2: Coordenadas de subzonas

Predio	Propietario	Área (Ha)	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Subzona
1	Miguel Enrique Cortina Pérez	9,0	10°,41',15"N	75°,16',33" O	11,0	5
2	Joaquín Cantillo Coronel	22,0	10°,41',23"N	75°,16',31" O	20,0	1
3	Bartolo Ojeda Jaramillo	4,0	10°,40',46"N	75°,16',31" O	18,0	4
4	Eduardo Rafael Castro Biscuviche	3,0	10°,40',48"N	75°,16',25" O	17,0	2
5	Hernando Enrique Biscuviche	11,0	10°,40',38"N	75°,16',25" O	19,0	3

Elaborado por el autor.

⁵⁶ GEILFUS, F. Op cit p. 70-71

Figura 3: Mapa de transectos



Fuente: Image © 2018 DigitalGlobe, © 2018 Google.

La matriz de evaluación de recursos se aplicó para inventariar las especies herbáceas, arbustivas y arbóreas según la utilidad que tienen dentro de la producción agropecuaria. Dicha categorización se realizó según el uso que los productores de la zona les dan: alimentación familiar, alimentación animal, maderables, sin ningún uso (denominadas malezas) y otros.

4.3.1. Capacitación a los Ganaderos en Técnicas de Alimentación Animal Alternativa. Se llevaron a cabo talleres teórico prácticos, mediante metodología de “aprender haciendo”, sobre tres métodos de conservación de alimento: elaboración de harinas de forrajeras, amonificación y ensilaje, con el objetivo de que los productores conozcan métodos de conservación de alimentos, de fácil elaboración y de bajo costo, utilizando las materias primas que existen en los mismos predios, y que van a permitir alimentar a los animales en las épocas críticas de sequía, cuando hay escasez de alimento.

4.3.2. Diseño e Implementación de Bancos de Proteína y Cercas Vivas. Para esta actividad se escogieron sitios estratégicos para la repoblación de dos especies adaptadas a la zona de bosque seco tropical, las cuales poseen grandes atributos como alto valor proteico y energético. Conjuntamente se hizo podas de formación a las cercas vivas existentes con el fin obtener material vegetal (estacas) de las mismas y, con éstas, seguir implementando las cercas restantes. Además se hizo un enriquecimiento con semillas de árboles espinosos con el objetivo de, que a futuro, éstas sirvan como cercas que impidan el paso de los animales y, de este modo, disminuir el uso de alambre de púas, dado su elevado costo. Con el fin de verificar con exactitud las dimensiones de los lotes en implementación de SSPm y

bancos de proteína, se hizo el levantamiento geográfico de cada lote con apoyo de GPS.

4.3.3. Capacitación en las Técnicas de Manejo de Podas de Formación de los Sistemas Silvopastoriles por Regeneración Natural Asistida. Se capacitó a los productores de la zona de Las Maravillas en la importancia y beneficios que nos ofrecen los sistemas silvopastoriles, además se enseñó el manejo adecuado de la motosierra para facilitar las labores de podas de formación de las especies leñosas. Al segundo estrato, destinado al ramoneo, se le hizo una poda vertical, a una altura de 1.5 metros, con el fin de garantizar que el animal tenga acceso al forraje. Al tercero y cuarto estrato, destinados a la fijación de nitrógeno atmosférico, producción de frutos, sombra, hojarasca y madera, se realizaron podas de las ramas laterales para estimular el crecimiento vertical, mejorar la calidad del fuste, y disminuir una elevada densidad de hojas en la copa del árbol para evitar el exceso de sombra que perjudique el crecimiento del estrato herbáceo (gramíneas y leguminosas).

La selección de las especies para el segundo estrato se hizo basada en el alto consumo del forraje por parte de los animales, elevada densidad natural de plantas de estas especies en potreros, rápido crecimiento y elevado valor nutricional. Asimismo, para las especies de tercer estrato se tuvo en cuenta su crecimiento erecto y rápido, producción de semisombra, fijación de N atmosférico y producción continua de hojarasca y frutos. Igualmente, la selección de individuos del cuarto estrato se basó en la forma del brote para producción maderera, valor comercial de la madera o su importancia para uso local.

Se estimó la producción de biomasa total que se produce en el sistema silvopastoril, se realizó el aforo del primer estrato para pastoreo y del segundo para ramoneo (arbustos). Para determinar el rendimiento estimado de biomasa de los pastos se empleó un método destructivo, utilizando un cuadro con un área de 1 m². Al ingresar al potrero se tomaron 10 submuestras. Una vez lanzado el marco, se procedió a cortar el forraje dentro del área del mismo, simulando el corte que realiza el animal. Luego se pesó para determinar la masa de forraje verde por metro cuadrado, según el promedio de las submuestras. Además, en este ejercicio, se realizaron otras variables agronómicas como:

- **Relación Hoja – Tallo.** Para esto se tomaron 10 muestra al azar, comprendida en un área de 0,25 metros cuadrados (m²) de cada una de las parcelas, utilizando como herramienta un marco de tubo de PVC (Policloruro de vinilo) y un machete para el corte, luego se separaron y pesaron hojas y tallos de las gramíneas en estudio. Posteriormente se dividió el peso de las hojas sobre el peso de los tallos, determinándose de esta manera la relación Hoja-Tallo, y se ponderó a la totalidad de la parcela. El equipo utilizado para esta medición fue la balanza electrónica.

- **Altura de plantas.** Se midió la altura del pasto desde el cuello de la raíz hasta la punta de la hoja más larga, utilizando una cinta métrica.
- **Largo de raíz.** La medición se realizó excavando el perfil del suelo en forma perpendicular hasta encontrar las puntas de las raíces más profundas, se midió la longitud de la raíz de la gramínea desde el cuello de la raíz hasta el extremo de la raíz principal o cofia. Se utilizó como herramienta de trabajo la pala-pico, barra metálica y la cinta métrica.
- **Índice de Área foliar (IAF).** Se utilizó la metodología implementada por Bernal⁵⁷ la cual consiste en tomar un centímetro de las hojas intermedias y posteriormente se debe pesar, y con base en la producción de biomasa y la relación hoja- tallo se calculó el índice.
- **Producción de forraje verde.** Se estimó en los estratos 1 y 2. En el estrato 1 se hizo mediante el lanzamiento del marco de 1m² y haciendo corte de las plantas existentes a la altura de pastoreo de los animales. Para el estrato 2 se hizo mediante la toma del follaje hasta 1,5 metros; luego se estimó promedios y se realizó los cálculos correspondientes. Para determinar la producción por hectárea, se tuvo en cuenta la cantidad de arbustos de cada especie presentes en el área.

4.3.4. Intercambio de Conocimientos Prácticos Sobre Implementación y Manejo de Sistemas Silvopastoriles, y Metodologías Participativas. La pasantía implicó interacción con los productores y las instituciones involucradas. En este sentido, se adquirió conocimientos prácticos sobre la ecología del bosque seco, el manejo práctico de los productores de los sistemas de producción agrícola y ganadera de bosque seco, conocimientos ancestrales sobre plantas y animales domésticos y fauna silvestre asociada al bosque seco, al mismo tiempo que se contribuyó con conocimientos técnicos referentes a la producción pecuaria, aplicación de metodologías participativas, etc.

4.3.5. Diseño Estadístico. Para organizar y evaluar los datos sobre especies vegetales presentes en la zona de estudio, se hizo uso de la estadística descriptiva (tablas de frecuencia y diagramas).

⁵⁷ BERNAL, J. Pastos y forrajes. Producción y manejo. 3 ed. Santa Fe de Bogotá, Vicepresidencia de Fomento Agropecuario – Banco Ganadero, 1994. p. 314.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE LAS MARAVILLAS.

La zona se encuentra ubicada en el Corregimiento de Los Colorados, Municipio de Santa Catalina de Alejandría en el Departamento de Bolívar. Ésta pertenece a una zona denominada Las Maravillas, la cual se adquirió por parcelación hereditaria y compra por parte de algunos productores.

Con respecto a las actividades productivas, los propietarios se dedican a la agricultura y ganadería. La producción obtenida en las actividades agropecuarias se destina en su mayoría al consumo familiar. En cuanto a zonas de conservación, los productores han mantenido relictos de bosque seco. Respecto al abastecimiento hídrico, principalmente se utiliza agua proveniente de arroyos y reservorios (jagüeyes), que son construidos por los mismos productores, los que se secan en períodos prolongados de sequía y se reabastecen en períodos de lluvia, ofreciendo agua de dudosa calidad a los animales, por lo que se ve la necesidad de ofrecer programas de desparasitación a los animales de la zona.

Cabe destacar que no hay condiciones necesarias para que los productores vivan en sus fincas, puesto que no cuentan con servicios públicos a excepción del predio 1 el cual tiene sistema de acueducto. Por tal razón, los productores una vez terminan sus actividades retornan a sus hogares que están ubicados en sectores distantes.

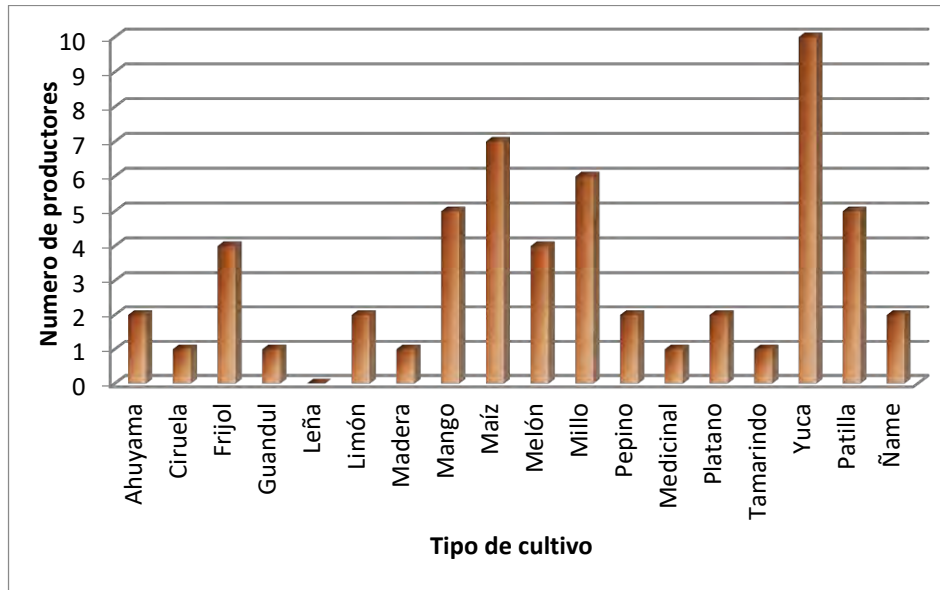
Referente al acompañamiento para la implementación de SSPm por regeneración natural asistida, se tomaron como base 5 predios que se ubican estratégicamente en la zona. Las vías de acceso a dichas propiedades son regulares, no están pavimentadas, aunque permiten la entrada de vehículos, a excepción de los predios 3, 4 y 5, donde se debe movilizar caminando o con transporte de tracción animal.

5.1.1. Actividades Agropecuarias. Los 5 predios se dedican a la actividad ganadera y agrícola, con el fin de tener seguridad alimentaria para su familia.

Debido a la sequía prolongada en el periodo de diciembre de 2016 hasta mayo de 2017, se presentaron migraciones estacionales de los propietarios, lo que ocasionó un abandono parcial de las zonas donde se desarrollan las actividades agropecuarias.

- **Agricultura.** Se desarrollan 18 cadenas productivas, principalmente: ahuyama, ciruela, frijol, guandul, leña, limón, madera, mango, maíz, melón, millo, pepino, plantas medicinales, plátano, tamarindo, yuca, patilla y ñame (Figura 4).

Figura 4: Cadenas productivas agrícolas



Elaborado por el autor.

Entre todos los cultivos, el más usual es la yuca, seguido del maíz. Los cultivos menos utilizados son: ciruela, guandul, árboles maderables, plantas medicinales y tamarindo.

Las semillas para la mayoría de estos cultivos se producen en los mismos predios, excepto melón, millo, patilla y pepino, que son adquiridas en centros agropecuarios y en la UMATA del Municipio de Santa Catalina de Alejandría. Frutales como el mango y el limón criollo crecen espontáneamente en la zona, al igual que los árboles maderables.

Concerniente a la fertilización de los cultivos, una vez se dio inicio a las actividades, los productores hicieron uso del abono orgánico (Bocashi), sustituyendo de este modo el uso del abono mineral y urea en 100%. La fertilización se hace a los cultivos de maíz, patilla, melón, ñame, millo, ahuyama y limón.

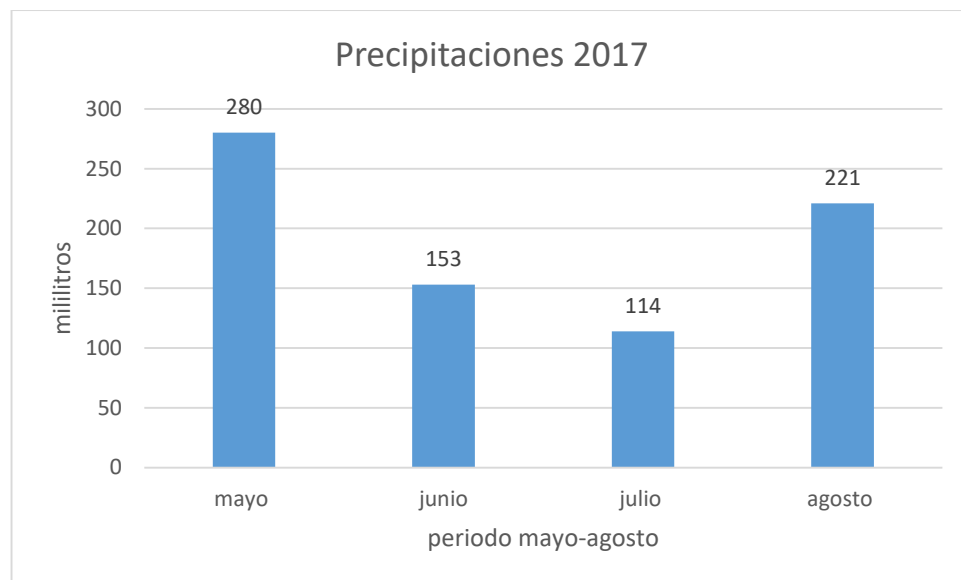
No hay sistemas de riego, por tal razón los productores realizan esta labor manualmente y también aprovechan las precipitaciones. Esto conlleva a que la mayoría de cultivos se siembren de forma sincronizada con el régimen de lluvias, generando así que estos sistemas sean vulnerables ante los fuertes cambios o variaciones del clima y a los bajos precios debido a sobreoferta en época de cosecha.

Durante el periodo de estudio se dio acompañamiento de un día a la semana por cada beneficiario, dando continuidad al proceso de implementación de SSPna. En el periodo de sequía, los cultivos agrícolas se vieron afectados por las necesidades

del recurso hídrico. Por esta situación, también los índices productivos (longitud de las ramas, número de inflorescencia por rama o nudo, número de ramas, número de frutos por rama y días de cosecha) de frutales como mango (*Mangifera indica*), ciruela (*Spondias purpurea*), limón (*Citrus limonum*), entre otros, fueron bajos.

Las precipitaciones que se presentaron durante la etapa de estudio se muestran en la (Figura 5). Las precipitaciones registradas en dicha época de lluvias favorecieron la propagación de semillas y el establecimiento de viveros para lograr hacer la siembra de especies a utilizar en los sistemas silvopastoriles y, del mismo modo, se aprovechó esta temporada de lluvias para establecer directamente los bancos de proteína.

Figura 5: Precipitaciones en el periodo mayo-agosto 2017



Elaborado por el autor.

- **Ganadería.** La actividad ganadera se desarrolla bajo un sistema extensivo y doble propósito, con cruces comerciales de varias razas, principalmente Brahman, Gyr y Pardo suizo (Figura 6). Fruto de varios cruces comerciales, a este tipo resultante de animales, los ganaderos de la zona denominan “vacas criollas”, destinadas principalmente a la producción de leche y cría del ternero que posteriormente se destina a la venta, conformando así el doble propósito (leche y carne).

Figura 6: Vacas en sistema silvopastoril (pastoreo y ramoneo)



Durante la etapa del trabajo, se apoyó la implementación de división de potreros con alambre de púas para permitir la rotación de potreros y disminuir el impacto negativo sobre el suelo. Además, se complementó la actividad anterior con la siembra de plantas espinosas (*Acacia farnesiana*, *Pereskia guamacho*) para su posterior establecimiento como cerca viva, disminuyendo costos a los ganaderos Villanueva et al⁵⁸ mencionan que el establecimiento de una cerca viva representa un costo menor (26%) al de una cerca muerta. Al igual que Sánchez et al⁵⁹ el cual reporta un (19.4%) menos en comparación con el costo de implementación de la cerca muerta. Además es una inversión a largo plazo porque la cerca viva puede mantenerse por décadas comparado con cinco años de vida útil de un poste muerto.

Cabe destacar que se dio capacitación sobre la aplicación de aforos, capacidad de carga, periodo de permanencia de los animales en los potreros y periodo de descanso. Todo esto con el fin de destacar las ventajas que tiene la aplicación de dichas técnicas y las desventajas que las mismas conllevan al no ser implementadas, los datos resultantes de esta capacitaciones se encuentran desarrollados en el mapa de sueños.

También se debe mencionar que las especies forrajeras que comúnmente utilizan los ganaderos para la alimentación de los animales son: ángleton (*Dichanthium aristatum*), guinea (*Panicum máximum*) y en una menor proporción arroz con coco (*Desmodium* sp), bejuco lechoso (*Funastrum clausum*), bejuco campanita (*Ipomoea squamosa*), king grass (*Pennisetum purpureum*), Batatilla (*Canavalia mexicana*),

⁵⁸ VILLANUEVA, C.; IBRAHIM, M. y CASASOLA, F. Valor económico y ecológico de las cercas vivas, en fincas y paisajes ganaderos.2008.p.15.

⁵⁹ SÁNCHEZ, D.; TORRES, M.; VILLANUEVA, C.; TOBAR, y DECLERCK, F. Cercas vivas y su valor para la producción y conservación, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.2008.P.9.

verdolaga corta (Portulaca sp), cagajón de burro (*Cynodon dactylon*), granadilla (*Urochloa fusca*). Determinadas mediante la composición florística de los predios teniendo en cuenta los aforos y el peso de cada especie dentro del mismo (Tabla 3) Las especies iniciales se introdujeron en la zona con el apoyo de la Unidad Municipal de Asistencia Técnica (UMATA), que aportó semilla e insumos para el establecimiento de los pastos.

Tabla 3: composición florística de los pastos forrajeros utilizados en la zona

Composición florística										
Especies	Predio 1		Predio 2		Predio 3		Predio 4		Predio 5	
<i>Dichanthium aristatum</i>	0.58	39	0.22	28	0.38	34	0.46	31	0.39	29
Desmodium sp	0.07	5	0.09	11	0.08	7	0.10	6.5	0.12	9
<i>Canavalia mexicana</i>	0.05	4	0.05	7	0.06	5.5	0.09	6	0.09	7
<i>Ipomoea squamosa</i>	0.14	9	0.04	5.6	0.07	6.5	0.08	5.5	0.06	5
<i>Funastrum clausum</i>	0.06	4.5	0.07	8	0.11	10	0.14	9	0.09	7
<i>Cynodon dactylon</i>	0.08	5.5	0.05	7	0.01	1	0.06	4	0.06	4.5
<i>Urochloa fusca</i>	0.02	1.5	0.07	9	0.06	6	0.02	1	0.04	3.5
<i>Panicum maximum</i>	0.36	24	0.12	16	0.21	19	0.42	28	0.27	20
<i>Pennisetum purpureum</i>	0.07	5	0.01	2	0.09	8	0.07	5	0.13	10
<i>Portulaca sp</i>	0.04	2.5	0.05	6.4	0.04	3	0.06	4	0.06	5
Aforo (kg/Fv/m²)	1.47	100%	0.76	100%	1.11	100%	1.5	100%	1.31	100%

Elaborado por el autor. Kg: kilogramo, FV: forraje verde.

Como se puede observar, *Dichanthium aristatum* es el que más se usa en la zona para alimentación animal, con un promedio de 32.2 % de los predios dedicados a la ganadería, seguido de *Panicum máximo* y en menor cantidad *Desmodium sp*, *Funastrum clausum*, *Ipomoea squamosa*, *Pennisetum purpureum*, *Canavalia mexicana*, *Portulaca sp*, *Cynodon dactylon*, *Urochloa fusca*. Lo anterior obedece a la gran capacidad de adaptación de las primeras especies “a las condiciones ambientales de zonas secas a nivel del mar, resistencia a las sequias y crecimiento rápido y vigoroso”⁶⁰.

Por otra parte, no se pudo estimar los índices productivos y reproductivos en las ganaderías, ya que los propietarios no llevan registros de estos parámetros. Sin embargo, los productores mencionan que la producción de leche oscila entre 2 y 8

⁶⁰ BERNAL, J. Op. cit., p. 333.

litros, dependiendo de la época del año, durante el periodo de este trabajo se estimó la producción media obteniendo 5 litros de leche por animal día dato manifestado por los ganaderos. Los beneficiarios no cuentan con capacitación de buenas prácticas de ordeño. Por otra parte, se hizo la implementación de pesaje de animales por medio de la cinta bovinométrica para establecer las ganancias o pérdidas de peso y permitir la dosificación de los medicamentos a aplicar a los animales (desparasitantes, vitaminas, antibióticos en caso de heridas, entre otros).

FEDEGÁN⁶¹ menciona que un hato ganadero debe cumplir con los siguientes parámetros de sanidad animal como: Calidad de agua, manejo integral de plagas, prevención y tratamiento de enfermedades, registros, control de ingreso y cuarentena de los animales, disposición de cadáveres y exámenes médicos. De los cuales los predios de la zona de las maravillas no cumplen con la mayoría. Por tal razón, se puede decir que la sanidad en estas fincas es deficiente, aunque se hace aplicación de las vacunas obligatorias establecidas por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y suministradas por la UMATA del municipio.

Durante el desarrollo del trabajo, no se tuvo la necesidad de trasladar los animales hacia otros predios debido a la implementación de alternativas de alimentación, tales como elaboración de ensilajes y amonificados. Lo concerniente al recurso hídrico, los jagüeyes lograron proveer el agua necesaria para el consumo de los animales, ya que el periodo de lluvias logró copar la capacidad de los mismos.

En la Tabla 4 se destacan algunos aspectos de cada una de las producciones ganaderas.

Tabla 4: Información general de las fincas ganaderas en el periodo de febrero a agosto de 2017

Predio	Pastos y forrajes	Vacas en producción	Vacas secas	Terneros	Toros	Producción de leche litros/vaca/día	Destino de la producción
1	Ángleton, guinea.	10	0	6	1	7	Consumo familiar y comercialización
2	Ángleton.	15	2	5	1	6	Comercialización
3	Ángleton, guinea, king grass.	5	0	5	1	3	Consumo familiar y comercialización

⁶¹ FEDEGÁN. Salud animal en ganadería bovina, ministerio de agricultura y desarrollo rural. P.39. En línea: <http://static.contextoganadero.com/Publicaciones/SaludAnimalenGanaderia.pdf>

4	Ángleton, guinea	3	3	0	0	4	Consumo familiar y comercialización
5	Ángleton, guinea, king grass.	6	1	0	0	5	Consumo familiar y comercialización

Elaborado por el autor.

También se debe resaltar que la condición corporal promedia del ganado se determinó en 3,5. Por lo tanto, se puede afirmar que la condición corporal fue buena debido a las nuevas prácticas implementadas y al aporte de forraje verde ofrecido por las plantas arbustivas como *Leucaena leucocephala* 180 kg, *Guazuma ulmifolia* 280,6 y *Crescentia cujete* 690 kg con un total de 1.150 kg/FV/ha como una suplementación constante. Además, debido a su condición de rusticidad, los amínales lograron soportar las condiciones de estrés calórico de la zona.

Se pudo observar que el alimento que proporcionó mantenimiento a los animales provenía de especies leñosas perennes, lo que denota que la implementación de sistemas silvopastoriles por regeneración natural asistida en la zona es una medida ideal para enfrentar el impacto negativo a causa del fenómeno climático que se está presentado, en el mediano y largo plazo. Según Carmona et al⁶² menciona que, la producción de metano en los bovinos normalmente representa entre 5.5-6.5% del total de energía potencial consumida en la dieta, sin embargo Kurihara et al⁶³ obtienen valores entre 2-12% se reportan en condiciones de pastoreo en zonas templadas. Pero cuando la alimentación es con forrajes de baja calidad nutritiva, la producción de metano puede representar entre el 15 y el 18% de la energía digestible. Montenegro⁶⁴ considera que la corrección de estas deficiencias nutricionales podría reducir estos valores hasta un 7%, las cuales se pueden mejorar con la implementación de sistemas silvopastoriles.

- **Zonas de conservación.** De los cinco productores activos en el trabajo, sólo tres de ellos destinan parte de sus terrenos a zonas de conservación del ecosistema de bosque seco tropical; el propietario del predio 2 designa 2 Ha (9,09%), el propietario del predio 3, 0,5 Ha (12,5%) y el propietario del predio 5 designa 1 Ha (9,09%).

5.2. ASESORAMIENTO EN EL MANEJO DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES MEDIANTE EL PROCESO DE REGENERACIÓN NATURAL

⁶² CARMONA, J.; BOLÍVAR, D. y GIRALDO, L. El gas metano en la producción ganaderay alternativas para medir sus emisiones yaminorar su impacto a nivel ambiental y productivo.2015.p.4.

⁶³ KURIHARA, M.; MAGNER, T.; MCCRABB, H. y MCCRABB, G. Methaneproduction and energy partition of cattle in the tropics. BritishJournal of Nutrition, 1999.p.227-234.

⁶⁴ MONTENEGRO, J. Fijación de carbono, emisión de metano y de óxido nitroso en sistemas de producción bovina en Costa Rica. En: Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales. CATIE- FAO - SIDE. Ed Nuestra Tierra. 2000. p.334.

ASISTIDA (SSPrna) COMO MEDIDA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO.

Con la ayuda de los productores, se elaboró el mapa de sueños, en el cual se visualizó el futuro de sus fincas a cinco años, además se realizaron los cálculos correspondientes para determinar la capacidad de carga en el sistema convencional, sistema silvopastoril actual y sistema silvopastoril proyectado a 5 años en 1 hectárea con los datos obtenidos en el transcurso de este trabajo. A continuación se muestra los resultados obtenidos para cada uno de los predios.

5.2.1. Mapa de Sueños. Predio 1. Esta finca no se utilizó anteriormente para ganadería, sólo se dedicaba a la agricultura, con huertas con productos para la alimentación familiar, denominadas en la localidad “pancoger”, como yuca, sandía, ajonjolí, maíz, entre otros. No había sistemas de riego; por lo tanto, estos productos se sembraban en sincronía con la época de lluvia, las cuales eran cíclicas y menos cambiantes, según sus propietarios.

Actualmente este predio tiene una extensión aproximada de 9 hectáreas, las cuales están dedicadas a la agricultura y ganadería, por ello está dividida en varios potreros para rotar los animales. Cerca del 25% de las tierras está sembrada de frutales. Cuenta con algunas instalaciones como el rancho familiar, un corral para el manejo de los bovinos y pozas para la cría y engorde de ganado porcino. Desde el 2007, estos predios tienen acceso al agua del acueducto y también utilizan un jagüey como reservorio de agua lluvia.

De acuerdo a su mapa de sueños (Figura 7), se muestra interés en implementar sistemas silvopastoriles, para lo cual decidieron destinar una (1) hectárea del terreno para su implementación. De igual forma, diversificar la producción, utilizando árboles frutales como el mango en el cuarto estrato del sistema silvopastoril.

Por otra parte, los dueños del predio reconocen la importancia de mejorar las instalaciones donde se manejan los animales, con el fin de optimizar el bienestar animal y reducir el riesgo de accidentes.

Tabla 5: Capacidad de carga con base en forraje verde (FV), proteína cruda (PC) y nutrientes digestibles totales (NDT) predio 1

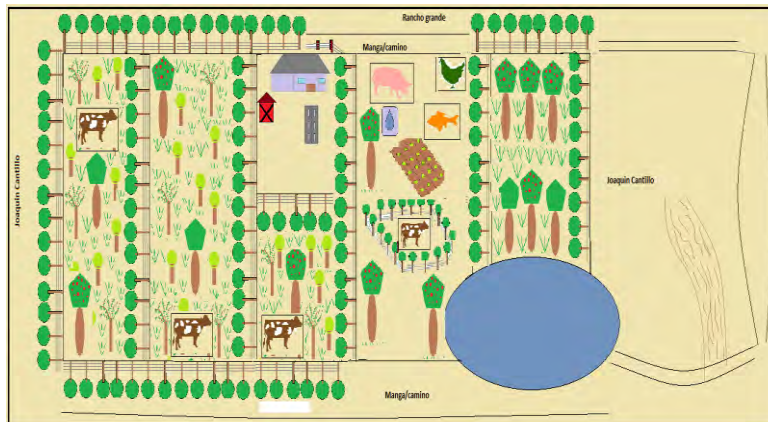
Capacidad de carga por FV/PC/NDT			
Predio 1	convencional	SSP Actual	SSP a 5 años
Producción gramíneas (Ton-Ha)	14.750	11.098	10.387
Aporte gramíneas (PC)	1.02	1.02	1.02
Aporte gramíneas (NDT)	5.76	5.76	5.76
Producción forrajeras (Ton-Ha)	0	1.444	16.377
Aporte mezcla forrajeras (PC)	0	2.95	2.95
Aporte mezcla forrajeras (NDT)	0	13.62	13.62
Área total arboles m ²	0	135.2	766.9

Periodo de recuperación (días)	50	50	50
Desperdicio (%)	35	35	35
Requerimiento (PC %)	14	14	14
Requerimiento (NDT %)	63	63	63
Consumo voluntario (12% PV)	60	60	60
Capacidad de carga (FV)	3.19	2.71	5.7
Capacidad de carga (PC)	0.23	0.24	0.9
Capacidad de carga (NDT)	0.29	0.28	0.97

Elaborado por el autor. Ton: Tonelada, Ha: hectárea, PV: Peso vivo.

Para calcular la capacidad de carga en el SSP por FV/PC/NDT, se tuvo en cuenta en el número de árboles de 689 existentes con su producción de *Guazuma ulmifolia* de 1.7, *Crescentia cujete* 2.29 y *Leucaena leucocephala* 2 kg/FV, los aportes de PC en base fresca de cada especie *Guazuma ulmifolia* de 5.8, *Crescentia cujete* 1.1 y *Leucaena leucocephala* 5.7% y el porcentaje de NDT de *Guazuma ulmifolia* de 26.64, *Crescentia cujete* 7.17 y *Leucaena leucocephala* 17.2%, realizando una mezcla con las anteriores especies en una proporción de 26, 60 y 14% respectivamente, de igual forma se estimó para el SSP proyectado a 5 años con 3.906 árboles con una densidad de 1.6 x 1.6 m al igual que su producción aumentada de *Guazuma ulmifolia* de 5, *Crescentia cujete* 3 y *Leucaena leucocephala* 8 kg/FV, sin olvidar los ahorros del sistema convencional de 1,475 y SSP 1.125 kg/FV. En cuanto a la capacidad de carga del sistema convencional se usaron los datos reportado en la anterior tabla recalcando el aporte de 1.02 de PC y 5.76 NDT en base fresca de las gramíneas.

Figura 7: Mapa de sueños del predio 1



Elaborado por el autor.

- Predio 2.** Este terreno tiene una extensión de 22 hectáreas. Parte de éste fue heredado y otra porción la compró en el año 2003; dichas tierras eran utilizadas para la siembra y cultivo de yuca, plátano y para la cría de ganado. En la actualidad, los predios se utilizan únicamente para la ganadería bovina. Cabe resaltar que, gracias a que el productor tiene jagüeyes para almacenamiento del recurso hídrico

y a la presencia de lluvias en los últimos meses, el productor no tuvo la necesidad de trasladarlos hacia otros terrenos, como se hace comúnmente en periodos largos de sequía. En la Figura 8 se muestra el mapa de sueños elaborado por este productor.

Tabla 6: Capacidad de carga con base en forraje verde (FV), proteína cruda (PC) y nutrientes digestibles totales (NDT) predio 2

Capacidad de carga por FV/PC/NDT			
Predio 2	convencional	SSP Actual	SSP a 5 años
Producción gramíneas (Ton-Ha)	7.60	5.56	5.17
Aporte gramíneas (PC)	1.02	1.02	1.02
Aporte gramíneas (NDT)	5.76	5.76	5.76
Producción forrajeras (Ton-Ha)	0	0.62	18.474
Aporte mezcla forrajeras (PC)	0	2.95	2.95
Aporte mezcla forrajeras (NDT)	0	13.62	13.62
Área total arboles m ²	0	65.3	766.9
Periodo de recuperación (días)	50	50	50
Desperdicio (%)	35	35	35
Requerimiento (PC %)	14	14	14
Requerimiento (NDT %)	63	63	63
Consumo voluntario (12% PV)	60	60	60
Capacidad de carga (FV)	1.64	1.34	5.12
Capacidad de carga (PC)	0.11	0.12	1.13
Capacidad de carga (NDT)	0.15	0.14	1.12

Elaborado por el autor. Ton: Tonelada, Ha: hectárea, PV: Peso vivo.

Para determinar la capacidad de carga en el SSP por FV/PC/NDT, se tuvo en cuenta en el número de árboles de 333 existentes con su producción de *Guazuma ulmifolia* de 1.61, *Crescentia cujete* 2.16 y *Leucaena leucocephala* 1.76 kg/FV, los aportes de PC en base fresca de cada especie *Guazuma ulmifolia* de 5.8, *Crescentia cujete* 1.1 y *Leucaena leucocephala* 5.7% y el porcentaje de NDT de *Guazuma ulmifolia* de 26.64, *Crescentia cujete* 7.17 y *Leucaena leucocephala* 17.2%, realizando una mezcla con las anteriores especies en una proporción de 35, 44 y 21% respectivamente, de igual forma se estimó para el SSP proyectado a 5 años con 3.906 árboles con una densidad de 1.6 x 1.6 m al igual que su producción aumentada de *Guazuma ulmifolia* de 5, *Crescentia cujete* 3 y *Leucaena leucocephala* 8 kg/FV, sin olvidar los aforros del sistema convencional de 0.76 y SSP 0.56 kg/FV. En cuanto a la capacidad de carga del sistema convencional se usaron los datos reportado en la anterior tabla recalcando el aporte de 1.02 de PC y 5.76 NDT en base fresca de las gramíneas.

Figura 8: Mapa de sueños del predio 2



Elaborado por el autor.

Según el mapa, se desea diversificar la producción, utilizando especies menores como gallinas y conejos, al igual que caprinos. De igual forma, piensa en mejorar las instalaciones. Además, se destaca que en dicha distribución, se destina 1 hectáreas inicialmente para la implementación de sistemas silvopastoriles.

- **Predio 3.** Este terreno se encuentra dividido, una parte para ganadería bovina y la otra para cultivos de “pancoger”. En la actualidad, este predio cuenta con 4 hectáreas. Se puede observar que en las zonas donde están establecidos los potreros se han empezado a implementar división de potreros con cercas vivas con *Gliricidia sepium*.

Para la implementación de los sistemas silvopastoriles, se ha proyectado destinar 1 hectáreas. En la Figura 9 se observa el ordenamiento predial para esta finca, realizado en base a sus perspectivas plasmadas en el mapa de sueños.

Tabla 7: Capacidad de carga con base en forraje verde (FV), proteína cruda (PC) y nutrientes digestibles totales (NDT) predio 3

Capacidad de carga por FV/PC/NDT			
Predio 3	convencional	SSP Actual	SSP a 5 años
Producción gramíneas (Ton-Ha)	11.1	9.191	8.586
Aporte gramíneas (PC)	1.02	1.02	1.02
Aporte gramíneas (NDT)	5.76	5.76	5.76
Producción forrajeras (Ton-Ha)	0	1.252	17.452
Aporte mezcla forrajeras (PC)	0	2.95	2.95
Aporte mezcla forrajeras (NDT)	0	13.62	13.62
Área total arboles m ²	0	116.6	766.9
Periodo de recuperación (días)	50	50	50
Desperdicio (%)	35	35	35
Requerimiento (PC %)	14	14	14
Requerimiento (NDT %)	63	63	63

Consumo voluntario (12% PV)	60	60	60
Capacidad de carga (FV)	2.4	2.26	5.6
Capacidad de carga (PC)	0.17	0.20	0.99
Capacidad de carga (NDT)	0.21	0.24	1.02

Elaborado por el autor. Ton: Tonelada, Ha: hectárea, PV: Peso vivo.

Al estimar la capacidad de carga en el SSP por FV/PC/NDT, se tuvo en cuenta en el número de árboles de 594 existentes con su producción de *Guazuma ulmifolia* de 1.66, *Crescentia cujete* 2.36 y *Leucaena leucocephala* 2 kg/FV, los aportes de PC en base fresca de cada especie *Guazuma ulmifolia* de 5.8, *Crescentia cujete* 1.1 y *Leucaena leucocephala* 5.7% y el porcentaje de NDT de *Guazuma ulmifolia* de 26.64, *Crescentia cujete* 7.17 y *Leucaena leucocephala* 17.2%, realizando una mezcla con las anteriores especies en una proporción de 26, 55 y 19% respectivamente, de igual forma se estimó para el SSP proyectado a 5 años con 3.906 árboles con una densidad de 1.6 x 1.6 m al igual que su producción aumentada de *Guazuma ulmifolia* de 5, *Crescentia cujete* 3 y *Leucaena leucocephala* 8 kg/FV, sin olvidar los aforros del sistema convencional de 1.11 y SSP 0.93 kg/FV. En cuanto a la capacidad de carga del sistema convencional se usaron los datos reportado en la anterior tabla recalcando el aporte de 1.02 de PC y 5.76 NDT en base fresca de las gramíneas.

Figura 9: Mapa de sueños del predio 3



Elaborado por el autor.

El productor desea diversificar la producción pecuaria mediante una finca integral donde, además de ganado bovino, cuente con especies como porcinos y aves, además de los cultivos de pancoger.

- **Predio 4.** Esta finca fue adquirida en el año 2003, cuenta con una extensión de 3 hectáreas, siempre se han dedicado a la ganadería. En cuanto al sistema silvopastoril, el productor ha proyectado destinar 1 hectárea para la implementación

de éste. En la Figura 10 se observa el ordenamiento predial que se ha diseñado para este terreno.

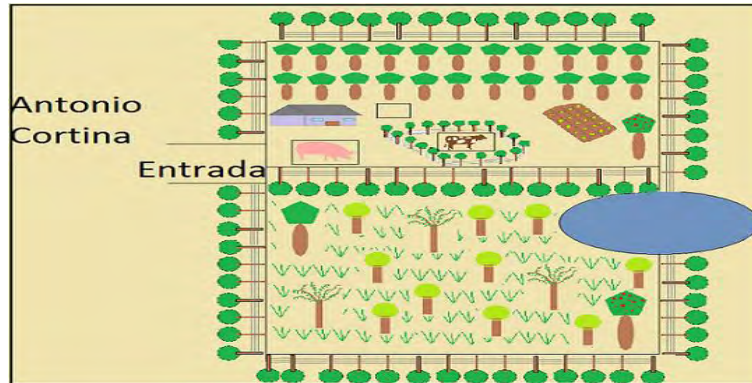
Tabla 8: Capacidad de carga con base en forraje verde (FV), proteína cruda (PC) y nutrientes digestibles totales (NDT) predio 4

Capacidad de carga por FV/PC/NDT			
Predio 4	convencional	SSP Actual	SSP a 5 años
Producción gramíneas (Ton-Ha)	15.0	12.834	12.0
Aporte gramíneas (PC)	1.02	1.02	1.02
Aporte gramíneas (NDT)	5.76	5.76	5.76
Producción forrajeras (Ton-Ha)	0	1.358	17.104
Aporte mezcla forrajeras (PC)	0	2.95	2.95
Aporte mezcla forrajeras (NDT)	0	13.62	13.62
Área total arboles m ²	0	127.4	766.9
Periodo de recuperación (días)	50	50	50
Desperdicio (%)	35	35	35
Requerimiento (PC %)	14	14	14
Requerimiento (NDT %)	63	63	63
Consumo voluntario (12% PV)	60	60	60
Capacidad de carga (FV)	3.26	3	6.3
Capacidad de carga (PC)	0.23	0.27	1.04
Capacidad de carga (NDT)	0.29	0.32	1.10

Elaborado por el autor. Ton: Tonelada, Ha: hectárea, PV: Peso vivo.

Para calcular la capacidad de carga en el SSP por FV/PC/NDT, se tuvo en cuenta en el número de árboles de 649 existentes con su producción de *Guazuma ulmifolia* de 1.74, *Crescentia cujete* 2.32 y *Leucaena leucocephala* 2 kg/FV, los aportes de PC en base fresca de cada especie *Guazuma ulmifolia* de 5.8, *Crescentia cujete* 1.1 y *Leucaena leucocephala* 5.7% y el porcentaje de NDT de *Guazuma ulmifolia* de 26.64, *Crescentia cujete* 7.17 y *Leucaena leucocephala* 17.2%, realizando una mezcla con las anteriores especies en una proporción de 31, 54 y 14% respectivamente, de igual forma se estimó para el SSP proyectado a 5 años con 3.906 árboles con una densidad de 1.6 x 1.6 m al igual que su producción aumentada de *Guazuma ulmifolia* de 5, *Crescentia cujete* 3 y *Leucaena leucocephala* 8 kg/FV, sin olvidar los ahorros del sistema convencional de 1.5 y SSP 1.3 kg/FV. En cuanto a la capacidad de carga del sistema convencional se usaron los datos reportado en la anterior tabla recalcando el aporte de 1.02 de PC y 5.76 NDT en base fresca de las gramíneas.

Figura 10: Mapa de sueños del predio 4



Elaborado por el autor.

El propietario desea integrar árboles en asociación con cultivos, y para incorporarlos a las cercas vivas. Por otra parte, tiene interés en desarrollar cría de porcinos. En cuanto a los reservorios de agua, se planea aumentar el área del jagüey y arborizar las orillas de éste con la siembra de árboles como *Tabebuia rosea* y *Spondias mombin*.

- **Predio 5.** Esta propiedad tiene una extensión de 11 hectáreas. Dichos terrenos se utilizaron y se continúan utilizando para la producción de maíz, millo, ñame, plátano, frijol, algodón y arroz, entre otras; también se desarrolla ganadería extensiva.

En el ordenamiento predial (Figura 11), se proyecta utilizar 1 hectárea para la implementación del sistema silvopastoril.

Tabla 9: Capacidad de carga con base en forraje verde (FV), proteína cruda (PC) y nutrientes digestibles totales (NDT) predio 5

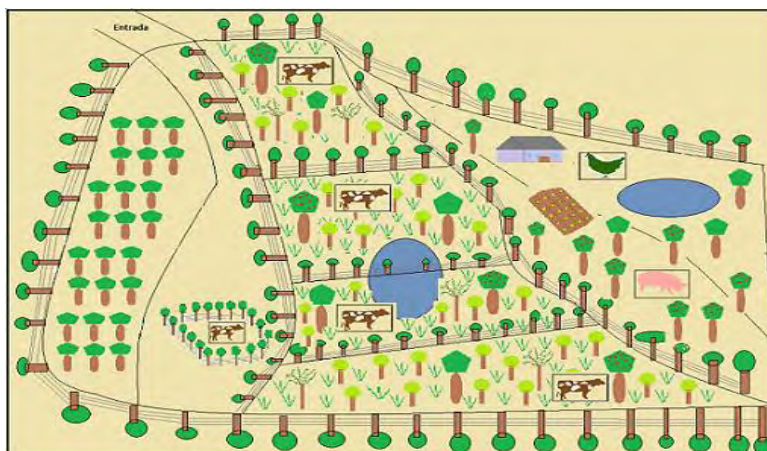
Capacidad de carga por FV/PC/NDT			
Predio 5	convencional	SSP Actual	SSP a 5 años
Producción gramíneas (Ton-Ha)	13.1	8.117	7.571
Aporte gramíneas (PC)	1.02	1.02	1.02
Aporte gramíneas (NDT)	5.76	5.76	5.76
Producción forrajeras (Ton-Ha)	0	1.029	17.347
Aporte mezcla forrajeras (PC)	0	2.95	2.95
Aporte mezcla forrajeras (NDT)	0	13.62	13.62
Área total arboles m ²	0	100	766.9
Periodo de recuperación (días)	50	50	50
Desperdicio (%)	35	35	35
Requerimiento (PC %)	14	14	14
Requerimiento (NDT %)	63	63	63
Consumo voluntario (12% PV)	60	60	60
Capacidad de carga (FV)	2.8	1.9	5.3

Capacidad de carga (PC)	0.20	0.18	1.02
Capacidad de carga (NDT)	0.25	0.21	1.05

Elaborado por el autor. Ton: Tonelada, Ha: hectárea, PV: Peso vivo.

Para valorar la capacidad de carga en el SSP por FV/PC/NDT, se tuvo en cuenta en el número de árboles de 510 existentes con su producción de *Guazuma ulmifolia* de 1.75, *Crescentia cujete* 2.2 y *Leucaena leucocephala* 2 kg/FV, los aportes de PC en base fresca de cada especie *Guazuma ulmifolia* de 5.8, *Crescentia cujete* 1.1 y *Leucaena leucocephala* 5.7% y el porcentaje de NDT de *Guazuma ulmifolia* de 26.64, *Crescentia cujete* 7.17 y *Leucaena leucocephala* 17.2%, realizando una mezcla con las anteriores especies en una proporción de 33, 51 y 16% respectivamente, de igual forma se estimó para el SSP proyectado a 5 años con 3.906 árboles con una densidad de 1.6 x 1.6 m al igual que su producción aumentada de *Guazuma ulmifolia* de 5, *Crescentia cujete* 3 y *Leucaena leucocephala* 8 kg/FV, sin olvidar los aforros del sistema convencional de 1,31 y SSP 0.82 kg/FV. En cuanto a la capacidad de carga del sistema convencional se usaron los datos reportado en la anterior tabla recalcando el aporte de 1.02 de PC y 5.76 NDT en base fresca de las gramíneas.

Figura 11: Mapa de sueños del predio 5



Elaborado por el autor.

Así mismo, se muestra interés en utilizar especies como matarratón (*Gliricidia sepium*), ciruela (*Spondias purpurea*) y jobo (*Spondias mombin*), para implementar cercas vivas.

5.2.2. Diagnóstico en base al mapa de sueños. En general, el estado actual de los terrenos contiene los siguientes elementos:

- **Infraestructura.** Se puede observar que los denominados “ranchos” en la actualidad están construidos en su mayoría con guadua y techo de paja, son estructuras abiertas, no cuentan con servicios básicos como energía eléctrica,

acueducto o alcantarillado. De igual forma, no tienen instalaciones adecuadas para el manejo del ganado bovino, lo que genera un riesgo para los ganaderos. Cabe resaltar que algunos predios no cuentan con ranchos.

- **Vías de acceso.** Las vías de acceso de la zona se consideran en un estado de conservación regular, sin mantenimiento a lo largo del año, sin pavimentar; transitables en época seca, pero imposible de tránsito automotor en época de lluvias debido a continuos encharcamientos. El medio de transporte más utilizado es el vehículo de tracción animal, motos y vehículos livianos en época seca. Las fincas se encuentran contiguas y la mayoría se conectan a través de senderos, que en la zona los denominan “mangas”.
- **Sanidad.** No se aplican prácticas sanitarias adecuadas; los alimentos se preparan en fogones de leña a nivel del suelo. En los sistemas productivos tampoco hay un control adecuado, ya que los insumos como alimentos balanceados y medicina veterinaria se almacenan en el único rancho que existe en los predios o alguno cercano, todo esto debido a que no se cuenta con instalaciones acondicionadas exclusivamente para estos fines. De igual manera, se carece de planes de manejo de residuos y basuras, lo que puede contribuir a la contaminación de la zona.
- **Seguridad.** En la zona no se presentan problemas de atracos, robo de ganado ni de ningún otro bien. Los propietarios califican la seguridad como muy buena.

El mapa de sueños elaborado por los ganaderos proyecta el ordenamiento predial a la reforestación para la protección de los jagüeyes, como también a la implementación y puesta en marcha de los sistemas silvopastoriles multiestrato por regeneración natural asistida y establecimiento de cercas vivas con especies arbóreas propias de la zona, lo cual beneficia la recuperación del bs-T.

Se destaca la organización de los predios teniendo en cuenta el establecimiento de cultivos como yuca, ñame, ají, entre otros, árboles frutales y también la producción de especies pecuarias menores. Todo esto para aportar a la rentabilidad de la actividad agropecuaria y la seguridad alimentaria de sus familias y sus animales.

Con esto incorporar especies arbóreas y/o arbustivas que se puedan asociar con sus cultivos de tal forma que mejoren los rendimientos productivos de éstos, al aportar nitrógeno atmosférico, y abono orgánico por medio de la hojarasca.

Se evidencia receptividad e interés por aprender técnicas que encaminen a sus actividades agrícolas hacia producciones más sostenibles y menos dependientes de insumos externos. Así mismo, quieren desarrollar actividades pecuarias como la crianza de aves, porcinos y cabras.

- **Capacidad de carga:** los resultados de capacidad de carga de los sistemas convencionales superaron los 2 animales por hectárea, datos muy superiores a los mencionados por Quevedo⁶⁵ con una capacidad de carga promedia de 0.9 animales por hectárea en sistemas de producción extensivos o convencional, analizando los datos obtenidos para sistemas silvopastoril proyectado a 5 años el más relevante es la capacidad de carga, ya que siempre se encuentra por encima de los demás, esto se debe principalmente a la incorporación de arbustos forrajeros los cuales representan un gran aporte tanto en forraje verde, proteína cruda y energía. Por lo anterior, el uso de sistemas silvopastoriles en la producción ganadera ha tenido un gran auge en los últimos años, sobre todo en los países que se encuentran en las regiones tropicales.

5.2.3. Árbol de problemas y de soluciones. Se realizó con la ayuda de la comunidad beneficiaria y los técnicos vinculados al trabajo, haciendo uso de un diagrama de causas y efectos con el fin de entender mejor la problemática existente en la zona y, de este modo, intentar solucionar y dar mayor calidad de vida tanto a la población humana como a los animales.

Árbol de Problemas

Efectos agotamiento de los recursos naturales, pérdida de biodiversidad, compactación del suelo, erosión, baja rentabilidad productiva, altos costos de producción, endeudamientos, baja productividad animal, deficiente disponibilidad y calidad de las pasturas, bajo crecimiento de los productores en conocimientos tecnológicos, como también en el ámbito socioeconómico.



Problemas: Falta de capacitación técnica en implementación de sistemas silvopastoriles por regeneración natural asistida, arraigo cultural a las tradiciones ancestrales y negativa a nuevas estrategias de producción, comunidades ven oportunidad de paternalismo en las capacitaciones, desconocimiento de los efectos negativos de los sistemas tradicional.



Causas: ganadería convencional, quemas, deforestación, baja producción, inadecuado manejo de recursos técnicos, económicos y naturales, inapropiado manejo del suelo, miedo al cambio.

Elaborado por el autor.

⁶⁵ QUEVEDO, M. Efecto de un sistema silvopastoril sobre la calidad de la leche, comparado con un sistema de producción convencional.2014.p.13.

Árbol de soluciones

Efectos: Recuperación del medio ambiente, rescate y conservación de la biodiversidad, mejoramiento de la fertilidad del suelo, menor inversión económica, mejor producción y calidad de las pasturas, mayor producción, desarrollo.



Soluciones: Capacitación técnica en implementación de sistemas silvopastoriles por regeneración natural asistida, incentivar el trabajo en equipo entre la comunidad con un fin común que mejore la calidad de vida, dar a conocer las múltiples bondades de los sistemas silvopastoriles generando motivación y acción al cambio, concientizar en la conservación de los recursos limitados agua y suelo sin sacrificar la producción mediante la adopción de estos sistemas sustentables a futuro.



Causas: Sistemas silvopastoriles, reforestación, baja inversión, aprovechamiento de capacidades técnicas y económicas, recuperación del suelo, creación de microclima.

Elaborado por el autor.

5.2.4. Análisis DOFA. Con ayuda de los productores vinculados al trabajo se hizo la construcción de una Tabla de análisis DOFA donde se exponen las diferentes dificultades que enfrentan los productores en su día a día para poder sacar sus producciones a flote.

Tabla 10: Análisis DOFA

DEBILIDADES	OPORTUNIDADES
<p>El mal estado de vías de acceso a las zonas es una limitante para la transferencia de tecnología y otras actividades de fomento a la producción.</p> <p>Predios sin división de potreros.</p> <p>Falta del recurso hídrico.</p> <p>Falta de servicios públicos como: electricidad, acueducto y alcantarillado.</p> <p>Bajo nivel educativo de los productores.</p> <p>Falta de información y capacitación al productor.</p> <p>Falta de incentivos que promuevan la producción y el cuidado del medio ambiente.</p>	<p>Alianzas que permiten relacionarse con otras entidades públicas y privadas para realizar trabajos de pasantías y de grado.</p> <p>Son tierras de propiedad en su mayoría adquiridas por herencia.</p> <p>Condiciones apropiadas para la conservación y almacenamiento de forrajes.</p> <p>Organización de pequeños y medianos productores.</p> <p>Mayor oportunidad en certificación de productos. Esto se da por el uso de prácticas amigables con el medio ambiente.</p>

Ausencia de análisis de suelos y bromatológicos de los pastos.	Posibilidad de realizar otras alternativas económicas en la finca con el mejoramiento del medio ambiente. Preservación y mayor vida útil de la tierra, ya que la conservación permite darle un mejor uso a esta desde todos los aspectos. Incremento en utilidades de la finca, ya que la producción va a estar focalizada a varios productos.
FORTALEZAS Disponibilidad de áreas de pastos naturales y mejorados en las fincas sin aplicación de productos químicos desde hace varios años. Rusticidad de los animales. Niveles de tolerancia de las plantas frente a las difíciles condiciones ambientales de la zona. Abundantes áreas de pastoreo. Implementación de los sistemas silvopastoriles dentro de los predios. Diversidad de especies de plantas en las fincas con propiedades curativas utilizadas para el manejo sanitario del ganado. La disponibilidad y bajo costo de mano de obra facilita las actividades de manejo. Menor inversión económica en la producción. Mayor aprovechamiento de los recursos ofrecidos por la naturaleza.	AMENAZAS Falta de técnicos y personal capacitado para el desarrollo y la implementación de sistemas silvopastoriles por regeneración natural asistida. Cambios climáticos drásticos o muy intensos. Falta de inversión al campo para afrontar el desarrollo del proyecto. Desinterés por la población joven en la vocación pecuaria Riesgo al invertir y no obtener resultados positivos. Falta de interés en capacitaciones, por algunos entes encargados de ello (UMATA, Alcaldía, Corporaciones regionales)

Elaborado por el autor.

- Debilidades:** Teniendo en cuenta, como aporte principal capacitar a los beneficiarios sobre las especies forrajeras, compartir conocimientos integrados a la conservación medio ambiental promoviendo la actividad agropecuaria sostenible. Implementar en el campo los diferentes estudios, en cuanto al manejo de praderas logrando adaptar los diversos sistemas para cada uno de los predios. Considerando los factores ambientales, promover la conservación de especies nativas que favorezcan la biodiversidad de los recursos existentes e introducir ideas prácticas de bajo costo que permitan el almacenamiento del recurso hídrico y el manejo eficiente de este en temporada de sequía.
- Oportunidades:** Fomentar la iniciativa de los ganaderos para emprender proyectos productivos que contribuyan a la seguridad alimentaria de las familias y de la comunidad.
- Fortaleza:** Compartir conocimientos eficientes en cuanto, al buen manejo de los animales y con ello elevar la productividad de estos, instruir en el correcto manejo de especies nativas, las cuales contribuyen a la sanidad animal preventiva de los hatos y aprovechar los recursos arbóreos existentes para implementar cercas vivas y la mano de obra de bajo costo.

- **Amenazas:** Incentivar en las nuevas generaciones el trabajo agropecuario con técnicas modernas y económicamente rentables e impulsar la implementación de los sistemas silvopastoriles como medio sustentable proporcionando a los animales un ambiente más confortable. Logrando así, expresar su potencial productivo.

5.3. CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.

5.3.1. Caracterización Florística de la Zona de Las Maravillas. Después de realizados los transectos, se encontraron 69 especies vegetales, de las cuales 29 son de hábito herbáceo, 32 arbóreas y 8 arbustivas (Figura 12).

Figura 12: Proporción de especies según el hábito



Elaborado por el autor.

Se logró determinar que la mayoría de las especies tienen múltiples propósitos (Tabla 11,12 y 13), y al incorporarlas al SSPna pueden potenciar los beneficios de la actividad ganadera.

Tabla 11: Inventario de especies herbáceas según su utilidad

Nombre común	Nombre científico	Habito	Uso
Ángleton	<i>Dichanthium aristatum</i>	Herbácea	Alimentación animal
Arrocillo	<i>Paratheria prostrata</i>	Herbácea	Alimentación animal
Arroz con coco	<i>Desmodium</i> sp	Herbácea	Alimentación animal, fijación de nitrógeno atmosférico
Batatilla	<i>Canavalia mexicana</i>	Herbácea	Alimentación animal, fijación de nitrógeno atmosférico, protección de reservorios de agua

Bejuco campanita	<i>Ipomoea squamosa</i>	Herbácea	Alimentación animal
Bejuco cruceta	<i>Anemopaegna chrysoleucum</i>	Herbácea	Alimentación animal
Bejuco sapo	<i>Cucumis anguria</i>	Herbácea	Alimentación animal
Bejuco lechoso	<i>Funistrum clausum</i>	Herbácea	Alimentación animal
Bejuco ñamesillo	<i>Stigmaphyllon dichotomum</i>	Herbácea	Alimentación animal
Bledo	<i>Amaranthus dubius</i>	Herbácea	Alimentación animal
Cadillo forrado	<i>Priva lappulaceae</i>	Herbácea	Alimentación animal, medicinal
Cagajón de burro	<i>Cynodon dactylon</i>	Herbácea	Alimentación animal
Coquito	<i>Cyperus laxus</i>	Herbácea	Alimentación animal
Escoba babosa	<i>Melochia parvifolia</i>	Herbácea	Sin uso
Escoba blanca	<i>Malvastrum americanum</i>	Herbácea	Alimentación animal
Granadilla	<i>Urochloa fusca</i>	Herbácea	Alimentación animal
Hierba e paja	<i>Oryza latifolia</i>	Herbácea	Alimentación animal
Mombasa	<i>Panicum maximum</i>	Herbácea	Alimentación animal
Pasto de corte	<i>Pennisetum purpureum</i>	Herbácea	Alimentación animal
Petacón	<i>Boerhavia diffusa</i>	Herbácea	Alimentación animal
Sol de oro	<i>Alternanthera albotomentosa</i>	Herbácea	Alimentación animal
Suelda consuelda	<i>Commelia erecta</i>	Herbácea	Alimentación animal
Tripa e pollo	<i>Chamaesyse hirta</i>	Herbácea	Alimentación animal
Verbena	<i>Heliotropium indicum</i>	Herbácea	Alimentación animal, medicinal
Verdolaga corta	<i>Portulaca sp</i>	Herbácea	Alimentación animal
Verdolaga larga	<i>Portulaca oleracea</i>	Herbácea	Alimentación animal
Zinia	<i>Solanum sp</i>	Herbácea	Alimentación animal, ornamental

Elaborado por el autor.

En este trabajo se inventario 29 especies de habito herbáceo priorizadas en la producción ganadera, debido a esto se demuestra la riqueza de la zona de trabajo, por esta razón Gálvez et al⁶⁶ sugieren que, es necesario incentivar el uso de especies nativas en la ganadería tropical, para lo cual se precisa conocer indicadores como composición bromatológica, presencia de metabolitos secundarios y comportamiento de las especies vegetales en el pastoreo, ya que sus cambios fenológicos no solo se asocian al clima, sino también a la defoliación por parte del ganado.

⁶⁶ GÁLVEZ, A.; LAGOS, Y. y ARMERO, C. caracterización de especies herbáceas y arbustivas de un sistema silvopastoril de bosque seco tropical.2014.p.2.

Tabla 12: Inventario de especies arbustivas según su utilidad

Nombre común	Nombre científico	Habito	Uso
Cerezo	<i>Malpighia emarginata</i>	Arbustiva	Alimentación familiar, alimentación animal, sombra, leña y carbón
Dividivi	<i>Libidibia coriaria</i>	Arbustiva	Alimentación animal, fija nitrógeno atmosférico, leña y carbón
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Arbustiva	Alimentación animal, medicinal, madera, carbón y sombra
Laurel de monte	<i>Capparidastrium frondusum</i>	Arbustiva	Sombra, madera y carbón
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Arbustiva	Alimentación animal, fija nitrógeno atmosférico, leña y carbón
Mano pilón	<i>Senna pendula</i>	Arbustiva	Alimentación animal, fijación de nitrógeno
Matarratón	<i>Gliricidia sepium</i>	Arbustiva	Alimentación animal, sombra, fija nitrógeno atmosférico
Totumo	<i>Crescentia cujete</i>	Arbustiva	alimentación animal, sombra

Elaborado por el autor.

Cabe destacar que “las leñosas perennes tienen mayor utilidad en comparación a las herbáceas. Los productores identificaron mayores beneficios en éstas, por lo cual se pueden considerar como potenciales por sus servicios multipropósito”⁶⁷, es decir, “son especies que suplen varias necesidades como: alimentación (tanto para la familia como para los animales), medicinales e incluso artísticas (artesanías)”⁶⁸.

Tabla 13: Inventario de especies arbóreas según su utilidad

Nombre común	Nombre científico	Habito	Uso
Acacio	<i>Delonix regia</i>	Arbórea	Sombra , fija nitrógeno atmosférico, alimentación animal, sombra, madera y carbón
Aromo	<i>Acacia farnesiana</i>	Arbórea	Alimentación animal, fija nitrógeno atmosférico, leña, carbón y sombra
Bonga	<i>Ceiba pentandra</i>	Arbórea	Sombra, obtención de madera y carbón
Caimancillo	<i>Agonandra brasiliensis</i>	Arbórea	Alimentación animal, sombra, madera y carbón
Cajón	<i>Cordia alliodora</i>	Arbórea	Alimentación animal, sombra, madera y carbón

⁶⁷ MAHECHA, L. Op. cit., P. 226

⁶⁸ BARBOSA, C. Estado actual de la información sobre árboles fuera del bosque. Estado de la información forestal en Colombia. Enero, 2002. vol. 5. p. 16.

Ceiba amarilla	<i>Hura crepitans</i>	Arbórea	Sombra, obtención de madera y carbón
Ceiba roja	<i>Pachira quinata</i>	Arbórea	Sombra, obtención de madera y carbón
Ciruelo	<i>Spondias purpurea</i>	Arbórea	Alimentación familiar, alimentación animal, sombra, madera y carbón
Cojón de fraile	<i>Tabernaemontana cymosa</i>	Arbórea	Alimentación animal, sombra, madera y carbón
Coralibe	<i>Handroanthus coralibe</i>	Arbórea	Alimentación animal, sombra, madera y carbón
Chivato	<i>Senna atomaria</i>	Arbórea	Leña y carbón , fija nitrógeno atmosférico
Guacamayo	<i>Albizia niopoides</i>	Arbórea	Sombra, madera y carbón , fija nitrógeno atmosférico
Guamacho	<i>Pereskia guamacho</i>	Arbórea	Alimentación Familiar, alimentación animal, sombra, carbón
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	Arbórea	Alimentación familiar, alimentación animal, sombra, madera y carbón
Lata arroyera	<i>Bactris major</i>	Arbórea	Alimentación animal.
Mamoncillo	<i>Melicoccus bijugatus</i>	Arbórea	Alimentación familiar, alimentación animal, sombra.
Mango	<i>Mangifera indica</i>	Arbórea	Alimentación familiar, alimentación animal, sombra
Membrillo	<i>Genipa americana</i>	Arbórea	Sombra, madera y carbón
Muñeco/Arato	<i>Cordia lucidula</i>	Arbórea	Alimentación animal, sombra, madera y carbón
Olivo	<i>Quadrella odoratissima</i>	Arbórea	Sombra, madera y carbón
Olla de mono	<i>Lecythis minor</i>	Arbórea	Sombra, madera y carbón
Palma de vino	<i>Attalea butyracea</i>	Arbórea	Avifauna
Polvillo	<i>Handroanthus billbergii</i>	Arbórea	Alimentación animal, madera y carbón
Quebracho	<i>Astronium graveolens</i>	Arbórea	Sombra, madera y carbón
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	Arbórea	Sombra, madera y carbón
Sangregado	<i>Pterocarpus acapulcensis</i>	Arbórea	Sombra, madera y carbón, fija nitrógeno atmosférico
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i>	Arbórea	Alimentación familiar, alimentación animal, sombra, fijación de nitrógeno atmosférico
Trébol (árbol)	<i>Platymiscium pinnatum</i>	Arbórea	Madera y carbón, fija nitrógeno atmosférico
Trupillo	<i>Prosopis juliflora</i>	Arbórea	Alimentación animal, sombra, fija nitrógeno atmosférico, leña y carbón
Uvito	<i>Cordia alba</i>	Arbórea	alimentación animal, sombra
Vara blanca	<i>Casearia aculeata</i>	Arbórea	Madera y carbón
Volador	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	Arbórea	Alimentación animal, sombra

Elaborado por el autor.

En el presente informe no se encuentran especies indeseables o mal llamadas malezas debido a que este se priorizaron las especies con potencial en la producción ganadera, estas plantas se descartaron por no tener uso en el sistema, dicha información fue suministrada por los conocimientos ancestrales de los beneficiarios.

Las especies mencionadas en la anterior Tabla corresponden a la diversidad de flora encontrada en la zona de estudio. De entre todas las mencionadas, la que se utiliza mayormente y se ha implementado como cerca viva es *Gliricidia sepium* (Figura 13). Alvear y Melo⁶⁹ mencionan que esta especie tiene propiedades medicinales y se puede usar también para establecer bancos de proteína, ya que su aporte en el nutriente es alto, además tiene una buena aceptabilidad en los animales.

Por otra parte, Gómez et al⁷⁰ señalan que dicha arbórea tiene follaje no es muy denso, el cual permite el paso de luz solar hacia especies ubicadas en estratos más bajos (herbáceas y arbustivas), su sombra no es permanente ya que el árbol pierde sus hojas antes de la floración aportando a la vez cantidades apreciables de hojarasca. Esta característica hace de esta planta una buena opción para utilizarse como sombra y disminuir el estrés calórico en los animales.

Figura 13: Cerca viva con *Gliricidia sepium*, en proceso de implementación



De igual forma, los productores reconocen la importancia de otras leguminosas como el aramo (*Acacia farnesiana*), que lo utilizan los ganaderos para aportar

⁶⁹ ALVEAR, C. y MELO, W. Op. Cit. p 79.

⁷⁰ GÓMEZ, M.; RODRÍGUEZ, L.; MURGUEITIO, E.; RÍOS, C.; MÉNDEZ, M.; MOLINA, C.; MOLINA, H.; MOLINA, E. y MOLINA, J. Matarratón (*Gliricidia sepium*). Árboles y arbustos forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como fuente proteica. Cali, Colombia, CIPAV, 2002. p. 17.

sombra a los potreros y sus semillas para alimento de vacunos. ConKlin⁷¹, citado por Pezo e Ibrahim, expone que *Acacia farnesiana*, *Mangifera indica*, *Guazuma ulmifolia*, son leñosas que crecen dispersas en potrero y sus frutos son consumidos por el ganado. Igualmente, los animales tienden a consumir el follaje de las ramas jóvenes de las mismas.

De la misma manera, el fruto de *Prosopis juliflora* tiene un uso similar que la arbórea anteriormente mencionada. Produce vainas con frutos ricos en proteína que hacen parte de la dieta de los animales especialmente en épocas secas.

Al respecto, Galera⁷², citado por Pezo e Ibrahim, afirma que el follaje del género *Prosopis* tiene buena palatabilidad, pero contribuye en menor cantidad en comparación con los frutos. Así mismo, menciona que este género es un buen mejorador del suelo ya que incorpora nitrógeno y, por medio de la hojarasca, aporta otros nutrientes.

Igualmente se identificaron especies no leguminosas con importancia dentro de la zona de Las Maravillas, entre éstas está *Guazuma ulmifolia*, cuyo follaje y frutos aprovechan los ganaderos para suministrar a sus animales, sobre todo en época seca. Según un estudio realizado por el CATIE⁷³, el guácimo, luego de realizarle proceso de poda, produce una buena cantidad de biomasa comestible para el ganado, dicha producción depende del tamaño del árbol, de tal forma que si el árbol es grande se puede obtener una producción de materia seca de 74 kg/árbol, si es mediano 49 kg/árbol y si es pequeño 1,7 kg/árbol de biomasa comestible en materia seca. Esto se explica por la alta concentración de materia seca en su follaje. Giraldo⁷⁴ manifiesta que también genera servicios como sombra y subproductos como madera y carbón debido a que seca rápido y resiste la pudrición.

Crescentia cujete es otra especie de gran importancia en la zona, ya que los productores mencionan que el ganado consume bastante su follaje, al igual que su fruto. Además, aporta sombra, lo que ayuda a controlar el estrés calórico en los animales.

Por su parte, Calle et al⁷⁵ manifiestan que el totumo es una especie fundamental en los sistemas silvopastoriles de la región Caribe y otras regiones del país, además

⁷¹ CONKLIN, N. citado por PEZO, D. e IBRAHIM, M. Colección módulos de enseñanza agroforestal módulo 2. Sistemas silvopastoriles. 2 ed. Turrialba, Costa Rica, 1999. p.171. Disponible en: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4025/Sistemas_silvopastoriles.pdf;jsessionid=7E8DB59CB3886C4ECAC3A60CE721511F?sequence=1

⁷² GALERA, F. citado por PEZO, D. e IBRAHIM, M.1999. Op. cit., p. 167.

⁷³ CATIE. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América central: resultados de cinco años de investigación. Informe Técnico E77B86. 1986. P.173.

⁷⁴ GIRALDO, A. Potencial del guácimo (*Guazuma ulmifolia*) en sistemas silvopastoriles. FAO. Agroforestería para la producción animal en América Latina. Roma, M. D Sánchez y M Rosales Méndez, 1999. p. 302

⁷⁵ CALLE, Z.; MURGUEITIO, E. y BOTERO, M. El totumo: Árbol de las Américas para la ganadería moderna. [2012], Revista Carta FEDEGÁN No 122. 2012. p 64.- ISSN 0123-2312; 2012. CIPAV.

de aportar sombra, el totumo se utiliza para la alimentación del ganado y otras especies domésticas como equinos. Su fruto maduro es de gran valor nutricional; su cáscara es igualmente importante para la elaboración de utensilios y artesanías. Además, el tronco y ramas pueden utilizarse para la obtención de leña y carbón, a pesar de que en la zona de Las Maravillas esta planta no se requiere para tal uso.

Entre las especies de estrato herbáceo sobresale *Ipomoea squamosa*. Según los ganaderos de la zona, es muy apetecida por el ganado y además tiene efectos positivos sobre la producción de leche. “Esta especie pertenece al género *Ipomoea*, a la cual se le atribuyen muchas propiedades tanto nutricionales como medicinales. Adicional a esto, es de gran resistencia a condiciones extremas, debido a sus mecanismos de defensa”⁷⁶.

Por otra parte, se identificaron especies que, a pesar de tener usos medicinales y ser fuentes alimenticias para los animales, los productores prefieren eliminarlas de sus predios, ya que éstas son invasivas y se propagan de tal forma que no permiten el crecimiento de otras plantas, incluyendo los cultivos.

Según los productores, hay especies que no tienen utilidad alguna dentro de la ganadería y, además, su presencia repercute negativamente en esta actividad productiva, debido a que no las consumen los animales, son invasivas de los cultivos, incluyendo los pastos y demás plantas de uso agrícola.

5.3.2. Identificación y Clasificación Taxonómica de las Especies Herbáceas, Arbustivas y Arbóreas. Después de expuestas y analizadas las ventajas y desventajas de cada una de las especies encontradas, se priorizaron 69 especies, de las cuales 32 son arbóreas, seguidas de herbáceas con 29 especies y 8 arbustivas, lo que representan el 46.37%, 42.02% y 11.59% respectivamente. En la Tabla 14,15 y 16 se encuentra la clasificación taxonómica de cada una de éstas.

Tabla 14: Clasificación taxonómica de especies herbáceas priorizadas para la implementación de SSPm por regeneración natural asistida

Nombre común	Familia	Genero	Especie
Ángleton	Poaceae	Dichanthium	Aristatum
Arrocillo	Poaceae	Paratheria	Protrata
Arroz con coco	Fabaceae	Desmodium	sp.
Batatilla	Fabaceae	Canavalia	Mexicana
Bejuco campanita	Convolvulaceae	Ipomoea	Squamosa
Bejuco cruceta	Bignoniaceae	Anemopaegna	Chrysoleucum

⁷⁶ DÍAZ, M. *Ipomoea*, un género con tradición. ORIGENE. ResearchGate. 2009. P. 38. [En línea]. [s.l.]. Disponible en internet: <https://www.researchgate.net/publication/267196216_Ipomoea_un_genero_con_tradicion>.

Bejuco sapo	<i>Cucurbitaceae</i>	<i>Cucumis</i>	<i>Anguria</i>
Bejuco lechoso	<i>Apocynaceae</i>	<i>Funastrum</i>	<i>Clausum</i>
Bejuco ñamesillo	<i>Malpighiaceae</i>	<i>Stigmaphyllon</i>	<i>Dichotomum</i>
Bejuco zanahoria	<i>Bignoniaceae</i>	sc	Sc
Bledo	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Amaranthus</i>	<i>Dubius</i>
Cadillo forrado	<i>Verbenaceae</i>	<i>Priva</i>	<i>Lappulaceae</i>
cagajón de burro	<i>Poaceae</i>	<i>Cynodon</i>	<i>Dactylon</i>
Coquito	<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus</i>	<i>Laxus</i>
Escoba babosa	<i>Malvaceae</i>	<i>Melochia</i>	<i>Parvifolia</i>
Escoba blanca	<i>Malvaceae</i>	<i>Malvastrum</i>	<i>Americanum</i>
Suelda consuelda	<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelia</i>	<i>Erecta</i>
Granadilla	<i>Poaceae</i>	<i>Urochloa</i>	<i>Fusca</i>
Hierba e paja	<i>Poaceae</i>	<i>Oryza</i>	<i>Latifolia</i>
Mombasa	<i>Poaceae</i>	<i>Panicum</i>	<i>Maximum</i>
Pasto de corte	<i>Poaceae</i>	<i>Pennisetum</i>	<i>Purpureum</i>
Petacón	<i>Nyctaginaceae</i>	<i>Boerhavia</i>	<i>Diffusa</i>
Sol de oro	<i>Amaranthaceae</i>	<i>Alternanthera</i>	<i>Albotomentosa</i>
Suelda consuelda	<i>Commelinaceae</i>	<i>Commelia</i>	<i>Erecta</i>
Tripa e pollo	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Chamaesyse</i>	<i>Hirta</i>
Verbena	<i>Boraginaceae</i>	<i>Helitropium</i>	<i>Indicum</i>
Verdolaga larga	<i>Portulacaceae</i>	<i>Portulaca</i>	<i>Oleracea</i>
Verdolaga corta	<i>Portulacaceae</i>	<i>Portulaca</i>	sp.
Zinia	<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i>	sp.

Elaborado por el autor.

Tabla 15: Clasificación taxonómica de especies arbustivas priorizadas para la implementación de SSPm por regeneración natural asistida

Nombre común	Familia	Genero	Especie
Cerezo	<i>Malpighiaceae</i>	<i>Malpighia</i>	<i>Emarginata</i>
Dividivi	<i>Fabaceae</i>	<i>Libidibia</i>	<i>Coriaria</i>
Laurel de monte	<i>Capparaceae</i>	<i>Capparidastrum</i>	<i>Frondusum</i>
Leucaena	<i>Fabaceae</i>	<i>Leucaena</i>	<i>Leucocephala</i>
Guácimo	<i>Malvaceae</i>	<i>Guazuma</i>	<i>Ulmifolia</i>
Mano pilón	<i>Fabaceae</i>	<i>Senna</i>	<i>Pendula</i>
Matarratón	<i>Fabaceae</i>	<i>Gliricidia</i>	<i>Sepium</i>
Totumo	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Crescentia</i>	<i>Cujete</i>

Elaborado por el autor.

Tabla 16: Clasificación taxonómica de especies arbóreas priorizadas para la implementación de SSPm por regeneración natural asistida

Nombre común	Familia	Genero	Especie
Acacio	<i>Fabaceae</i>	<i>Delonix</i>	<i>Regia</i>
Aromo	<i>Fabaceae</i>	<i>Acacia</i>	<i>Farnesiana</i>
Bonga	<i>Malvaceae</i>	<i>Ceiba</i>	<i>Pentandra</i>
Caimancillo	<i>Opiliaceae</i>	<i>Agonandra</i>	<i>Brasiliensis</i>
Cajón	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia</i>	<i>Alliodora</i>
Ceiba amarilla	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Hura</i>	<i>Crepitans</i>
Ceiba roja	<i>Malvaceae</i>	<i>Pachira</i>	<i>Quinata</i>
Ciruelo	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Spondias</i>	<i>Purpurea</i>
Cojón de fraile	<i>Apocynaceae</i>	<i>Tabernaemontana</i>	<i>Cymosa</i>
Coralibe	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Handroanthus</i>	<i>Coralibe</i>
Chivato	<i>Fabaceae</i>	<i>Senna</i>	<i>Atomaria</i>
Guacamayo	<i>Fabaceae</i>	<i>Albizia</i>	<i>niopoides</i>
Guamacho	<i>Cactaceae</i>	<i>Pereskia</i>	<i>guamacho</i>
Jobo	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Spondias</i>	<i>Mombin</i>
Lata arroyera	<i>Arecaceae</i>	<i>Bactris</i>	<i>Major</i>
Mamoncillo	<i>Sapindaceae</i>	<i>Melicoccus</i>	<i>bijugatus</i>
Mango	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Mangifera</i>	<i>Indica</i>
Membrillo	<i>Rubiaceae</i>	<i>Genipa</i>	<i>americana</i>
Muñeco/Arato	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia</i>	<i>Lucidula</i>
Olivo	<i>Capparaceae</i>	<i>Quadrella</i>	<i>odoratissima</i>
Olla de mono	<i>Lecythidaceae</i>	<i>Lecythis</i>	<i>minor</i>
Palma de vino	<i>Arecaceae</i>	<i>Attalea</i>	<i>Butyracea</i>
Polvillo	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Handroanthus</i>	<i>Billbergii</i>
Quebracho	<i>Burseraceae</i>	<i>Astronium</i>	<i>graveolens</i>
Roble	<i>Bignoniaceae</i>	<i>Tabebuia</i>	<i>Rosea</i>
Sangregado	<i>Fabaceae</i>	<i>Pterocarpus</i>	<i>acapulcensis</i>
Tamarindo	<i>Fabaceae</i>	<i>Tamarindus</i>	<i>indica</i>
Trébol (árbol)	<i>Fabaceae</i>	<i>Platymiscium</i>	<i>pinnatum</i>
Trupillo	<i>Fabaceae</i>	<i>Prosopis</i>	<i>Juliflora</i>
Uvito	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cordia</i>	<i>Alba</i>
Vara blanca	<i>Salicaceae</i>	<i>Casearia</i>	<i>Aculeata</i>
Volador	<i>Polygonaceae</i>	<i>Ruprechtia</i>	<i>Ramiflora</i>

Elaborado por el autor.

Entre las plantas que se priorizaron del bosque seco tropical en la zona de Las Maravillas, se lograron identificar 30 familias, 59 géneros y 61 especies. Este

número de plantas registradas es inferior al reportado por Rodríguez et al⁷⁷ quienes determinaron que, en bs-T de los departamentos de Bolívar y Atlántico hay 73 familias, 232 géneros y 314 especies.

Debido a que las condiciones ambientales han ido variando como consecuencia del cambio climático, es posible que las diferencias en inventario se hayan dado por las condiciones de malas prácticas agropecuarias que los productores de la zona acostumbran a realizar, dando un panorama más crítico a la realidad actual no solo de la región sino también del país y el mundo, lo que prolonga más las épocas de sequía y las malas prácticas de producción ayudan a la erosión del suelo causando que cada vez se encuentre menos diversidad de especies y por tanto también menos abundancia de las mismas. Además se debe destacar que en esta investigación solo se tuvieron en cuenta las especies priorizadas.

Lagos y Armero⁷⁸, en una investigación desarrollada en un sistema silvopastoril por regeneración natural asistida en una zona de vida de bosque seco tropical, encontraron que *Fabaceae* es la familia que mayor cantidad de especies posee. Del mismo modo, Rodríguez et al⁷⁹ señalan que dicha familia es la que predomina en estos biotopos, con una proporción del 19,4%, la cual es similar a la obtenida en la presente investigación. Por otra parte, Carrillo et al⁸⁰ demuestran que el bs-T ubicado en el Norte de Santander, tiene una proporción del 22,8% de especies pertenecientes a esta familia. En el Tabla 10 se muestran las familias con mayor riqueza en especies.

Por lo anterior, se puede destacar “la importancia de las leguminosas en los bs-T, incluso a nivel nacional, donde se registran como las de mayor riqueza en especies dentro de estos biomas”⁸¹, lo cual se ratifica en este estudio.

⁷⁷ RODRÍGUEZ, G.; BANDAR, K.; REYES, S. y ESTUPIÑAN, A. Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano). *Biota colombiana*. Julio - diciembre, 2012. vol. 13, no. 2. p.13.

⁷⁸ LAGOS, Y. y ARMERO, C. Caracterización del componente herbáceo y arbustivo de un sistema silvopastoril por regeneración natural en una zona de bosque seco tropical (bs-T) del departamento de Nariño. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Zootecnista. San Juan De Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de zootecnia. 2014. p.12.

⁷⁹ RODRÍGUEZ, G.; BANDAR, K.; REYES, S. y ESTUPIÑAN, A. Op. cit., p. 13.

⁸⁰ CARRILLO, M.; RIVERA, O. y SÁNCHEZ, R. Caracterización florística y estructural del bosque seco tropical del Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de Santander), Colombia. *Actualidades Biológicas*. Noviembre, 2007. vol. 29. no 86. p. 59.

⁸¹ PIZANO, C. y GARCÍA, H. El bosque seco tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) Bogotá D.C., Colombia. Autores, 2014. p. 60. ISBN: 978-958-8889-01-6

Tabla 17: Familias con mayor número de especies

Familias	Especies	
	Número de individuos	%
<i>Fabaceae</i>	13	19.4
<i>Bignoniaceae</i>	6	8.96
<i>Poaceae</i>	6	8.96
<i>Malvaceae</i>	5	7.46
<i>Boraginaceae</i>	4	5.97

Elaborado por el autor.

Como se puede observar, las *Fabaceae*, *Poaceae* y *Bignoniaceae* son las familias con mayor riqueza, y *Malvaceae* y *Boraginaceae* son las de menor riqueza, en su orden. Respecto a esto, Rodríguez et al⁸² reportan a la *Malvaceae* como la segunda familia más rica con 5.4% y la *Bignoniaceae* como la tercera con 5.1% del total de las especies inventariadas en bs-T en los departamentos de Atlántico y Bolívar, proporciones menores en comparación a las encontradas en el presente estudio.

Se debe mencionar que “la alta presencia de las especies de la familia *Poaceae* puede ser a causa de la actividad ganadera que se desarrolla en la zona donde se realizó el estudio, ya que las gramíneas se constituyen como el alimento base del ganado”⁸³, por lo cual la actividad antrópica puede contribuir a la proliferación de estas especies. De igual manera, Acosta et al citados por Franco et al⁸⁴ señalan que los animales actúan como agentes dispersores de semillas, al momento de depositar sus excretas al suelo.

Cabe destacar que Pizano⁸⁵ manifiesta que, a nivel nacional, en los bs-T, la familia *Poaceae* se presenta como el grupo con mayor número de especies naturalizadas y exóticas.

5.3.3. Diversidad y Abundancia.

5.3.3.1. Diversidad. Pielou⁸⁶, citado por Orellana afirma que, cuando el índice de dominancia de Simpson incrementa, la diversidad disminuye. En este sentido, se

⁸² RODRÍGUEZ, G.; BANDAR, K.; REYES, S. y ESTUPIÑAN, A. Op. cit., p. 13.

⁸³ CHASE, A. y FEBRES, Z. Primer libro de las gramíneas. La estructura de las gramíneas explicada a los principiantes. 2 ed. Lima, Perú. [s.n.]. 1972 p. 99.

⁸⁴ ACOSTA, A.; PARDO, B.; DURAN, C.; GUALDRÓN, A. y SOTO, G. Citado por FRANCO, L.; CALERO, D. y DURÁN, C. Manual de establecimiento de pasturas. Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca. Palmira, Valle del Cauca, Colombia. [s.n.], 2007. p. 23. ISBN: 978-958-44-1176-1.

⁸⁵ PIZANO, C. y GARCÍA, H. Op. cit., p. 60.

⁸⁶PIELOU, E. Citado por ORELLANA, J. Op. cit., p. 17.

puede inferir que la subzona 1, ubicada en el predio 4, es la menos diversa (0,53), mientras que la subzona 5 presenta la diversidad más alta (0,16).

En la Tabla 18 se resumen los resultados de los índices de diversidad de Simpson y Shannon, para todas las subzonas.

Tabla 18: Índices de diversidad de Simpson y Shannon en la zona de Las Maravillas

Subzona	Dominancia Simpson (D)	Diversidad Simpson (1 - D)	Diversidad Shannon	Equidad Shannon
1	0,53	0,47	1,24	0,34
2	0,29	0,71	1,63	0,47
3	0,40	0,60	1,14	0,37
4	0,44	0,56	1,19	0,42
5	0,16	0,84	2,21	0,61

Elaborado por el autor.

Cabe señalar que la Subzona 1 (predio 2), donde se destinan 2 hectáreas para conservación de bs-T, esta área no contribuye mucho a mejorar la diversidad debido a que dicha zona se encuentra en la zona norte del predio, bastante alejada del predio y no posee métodos de conectividad, además que el productor no le da un buen manejo a su finca por lo cual se puede explicar la baja diversidad encontrada en esta Subzona. De este modo, la zona de conservación existente le da mayor aporte en diversidad a la Subzona 5 (predio 1), por están conectas entre sí debido a que en este predio se destina un 9,09% del terreno a la protección de bosque seco tropical, “ya que el contar con reservas naturales dentro de las fincas, fortalece la biodiversidad”⁸⁷.

Por lo anterior, se puede mencionar que en la Subzona 1 se presenta una mayor presión sobre el ecosistema debido a las malas prácticas agropecuarias, afectando así la biodiversidad. También se puede inferir que la cercanía de áreas de conservación permite la conectividad entre los relictos de bosque seco, al igual que entre las fincas, por lo cual se pueden dar mayores interacciones entre vectores que permitan la colonización y dispersión de las distintas especies vegetales.

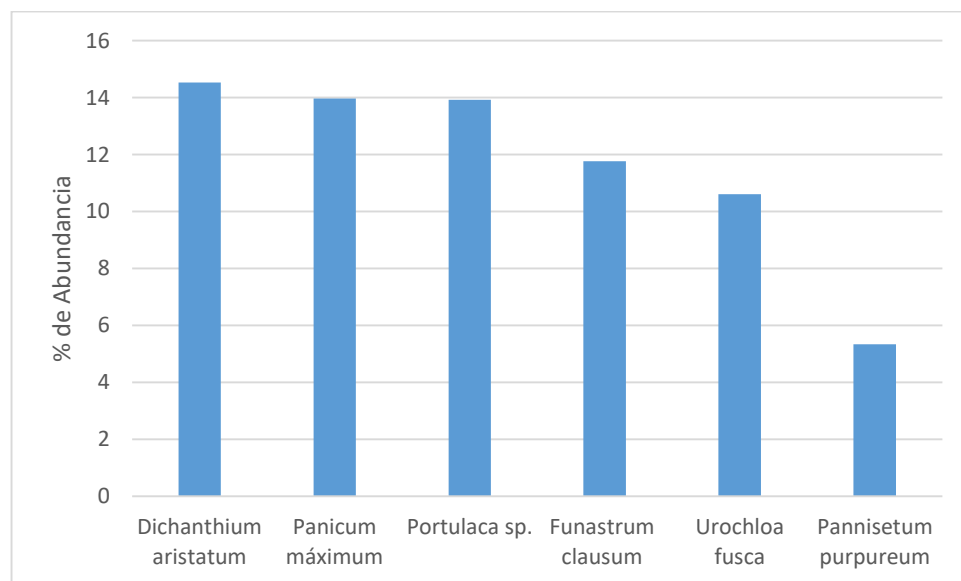
⁸⁷ PAREDES, S. Conservando la biodiversidad: La importancia de las reservas naturales privadas en Guatemala 2003.p.3. [En línea]. [s.n.].Guatemala. Asociación de reservas naturales de Guatemala. [s.f.]. Disponible en internet: < <http://photos.state.gov/libraries/guatemala/788/pdfs/Reservas%20Naturales-Biodiversidad.pdf>>

El índice de diversidad de Shannon para la Subzona 5 se aproxima a 3, y según Gómez y Vargas⁸⁸ cuando está cercano a este valor se puede considerar como diverso, ratificando el resultado obtenido con el índice de Simpson. Por otra parte, el índice de diversidad de Shannon para la Subzona 5 (2,21) es menor al reportado por Carrillo et al⁸⁹ para un bosque seco tropical ubicado en el cerro Tasajero en San José de Cúcuta en Norte de Santander, que toma un valor de 3,52, lo que sugiere una mayor presión antrópica en el bosque seco de la Subzona 5. De igual manera, el índice de Shannon para la Subzona en mención tiene un valor cercano a los resultados obtenidos por Lagos y Armero⁹⁰, para sistemas silvopastoriles por regeneración natural en bs-T en el departamento de Nariño, el cual es de 2,78.

5.3.1.2. Abundancia. Se estima que la especie con mayor abundancia dentro de la zona es *Dichanthium aristatum*, que representa el 14,53%, seguido de *Panicum maximum* y *Portulaca sp.* Con 13,97% y 13,92% respectivamente. De esta manera, se presentaron porcentajes significativos en especies como *Funastrum clausum* (11,77%), *Urochloa fusca* (10,61%) y *Pennisetum purpureum* (5,33%).

En la Figura 14 se observa las 6 especies con mayor abundancia dentro de la zona de Las Maravillas.

Figura 14: Especies con mayor abundancia



Elaborado por el autor.

⁸⁸ GÓMEZ, G. y VARGAS, R. Métodos de estudio de la biodiversidad. [diapositivas]. [s.d.]. 25 diapositivas, color.2011,p.221.

⁸⁹ CARRILLO, M.; RIVERA, O. y SÁNCHEZ, R. Op. cit., p. 60.

⁹⁰ LAGOS, Y. y ARMERO, C. Op. cit., p. 14.

Como se puede observar en la anterior gráfica, las gramíneas (*Poaceae*) están dentro de las especies que mayor abundancia presentan. La causa de esto puede ser la actividad ganadera de la zona, “ya que los productores en la Costa Atlántica usan en sus pasturas especies forrajeras de alto potencial productivo, entre las cuales se destaca *Dichanthium aristatum*, *Panicum maximun* y *Pennisetum purpureum*”⁹¹. “Dichos pastos son herbáceas perennes invasivas de otras especies”⁹², en lo referente a *Portulaca sp*, *Funastrum clausum* y *Urochloa fusca*. Sierra et al⁹³ menciona que, estas especies son de gran abundancia en la zona de trabajo debido a que son plantas típicas de bosque seco tropical, lo que explica la gran abundancia de éstas en la zona.

Por lo anterior, se puede mencionar que la ganadería es uno de los factores principales que contribuye a la colonización e incremento de especies que actualmente presentan un alto porcentaje de abundancia dentro del bs-T en la zona de Las Maravillas.

5.4. CAPACITACIÓN A LOS GANADEROS EN TÉCNICAS DE ALIMENTACIÓN ANIMAL ALTERNATIVA.

Durante el periodo de desarrollo del trabajo se reunió a los productores a distintas capacitaciones (Figura 15) cuyo fin principal fue el de enseñarles a cómo aprovechar los recursos disponibles en sus predios, al igual que el aprovechamiento eficiente de los residuos de los distintos subproductos de cosecha.

Figura 15: Capacitación a los Productores



⁹¹ SIERRA, O.; BEDOYA, J.; MONSALVE, D. y OROZCO J. Observaciones sobre colusuana (*Bothriochloa pertuosa* (L.) Camus). En la Costa atlántica de Colombia. Pasturas tropicales – boletín. [s.f.]. vol. 8. no. 1. 1986. p. 6. Disponible en: http://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Elements/DOCUMENTS/1986-vol8-rev1-2-3/Vol8_rev1_86_art3.pdf

⁹² PETERS, M.; FRANCO, L.; HINCAPIÉ, B. y SCHMIDT, A. Especies forrajeras multipropósito. Opciones para productores del trópico americano. 2 ed. Cali, CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 2010. P. 26.

⁹³SIERRA, D.; ANGARITA, y GÓMEZ, J. Estructura y composición florística del bosque seco tropical de Sanguaré-Sucre (Colombia), 2016.p.10.

Antes de la preparación de los diferentes productos que se obtienen tras el aprovechamiento de los residuos forrajeros y agrícolas, se realizó un taller teórico-práctico sobre el procesamiento de los recursos forrajeros para la elaboración de alimentos balanceados. Se secó el follaje arbóreo y arbustivo, se trituró y se mezcló con otros insumos fácilmente disponibles en la región (talleres liderados por el doctor Arturo Gálvez) y se prepararon concentrados ecológicos en cada una de las zonas del trabajo.

La amonificación es la estrategia que aprovecha el efecto hidrolizante del amoniaco sobre los enlaces existentes entre la lignina y los polisacáridos estructurales (celulosa, hemicelulosa y pectina), convirtiendo pastos de mala calidad y desechos fibrosos de las cosechas en forrajes blandos y enriquecidos (energía), aumentando la disponibilidad de material potencialmente utilizable por los microorganismos ruminales, también se enriquece el componente proteico crudo debido a la fijación de una parte importante del amoniaco empleado en el tratamiento. Ambos cambios en la composición del forraje interactúan promoviendo una mayor digestibilidad, con esto mejorando la producción animal⁹⁴.

Para la elaboración de la amonificación (Figura 16) se procedió a cortar y recolectar los rastrojos de cosecha de maíz (*Zea mays*) contiguo a esto se realizó el picado de este material en la picadora de pasto a una longitud de 1- 3 cm, se mezcló con 3 kg de frijoles negros molidos, contiguo se humedeció el material picado con los 3 kg de urea disuelta en 50 l de agua y al finalizar se prosiguió a empacar, apisonar en bolsas plásticas de color negro de 0.9 x 1.2m, de calibre 6 y tapar de forma hermética para que no se escape el gas amonio.

Tabla 19: Cantidades para elaboración de amonificados

MATERIAL	CANTIDAD (KG)	APORTE
Material fibroso seco	100	Fibra
Urea	3	Amoniaco
Frijol molido	3	Ureasa
Agua	50 litros	

Elaborado por el autor.

⁹⁴ MARTÍNEZ, E.; SLANAC, A. y KUCSEVA, C. Resultados de la amonificación con urea sobre la degradabilidad ruminal de *Hemarthria altissima* y *Cynodon nlemfuensis* en bovinos. Revista Veterinaria 27: 2, 93-97. ISSN (papel): 1668-4834. ISSN (on line) 1669-6840. 2016.

Figura 16: Preparación de Amonificados



El ensilaje es la fermentación anaerobia de carbohidratos solubles presentes en forrajes para producir ácido láctico. Este proceso permite almacenar alimento en tiempos de cosecha conservando calidad y palatabilidad, lo cual posibilita aumentar la carga animal por hectárea y sustituir o complementar la alimentación con una ración balanceada. Su calidad es afectada por la composición química de la materia a ensilar, el clima y los microorganismos. El ensilaje se almacena en silos que permiten mantener la condición anaerobia. Su conservación y calidad depende de un adecuado almacenamiento y control por parte del productor⁹⁵.

En este taller teórico práctico en la preparación de ensilaje se inició con el corte y acarreo del forraje de maíz (*Zea mays*), luego se prosiguió con el picado uniforme con una longitud de 1 a 3 cm, inmediatamente se le adiciono la mezcla de agua y melaza, además se le realizó el método práctico del puño para determinar la humedad deseada (60 – 70%) y finalmente el empacado y apisonado (Figura 17) en las bolsas plásticas de color negro de 0.9 x 1.2m, de calibre 6 con el fin de evitar la perforación del plástico e introducción de oxígeno y con esto prevenir el riesgo de pérdida por putrefacción.

En un tambo o tina se agregaron 100 kg de melaza mezclados en 200 litros de agua, usando para cada bolsa de 40 kg de forraje cuatro litros de la mezcla (melaza y agua), con esta proporción se elaborarán 50 bolsas conservándose un total de 2.000 kilos.

⁹⁵ FRANCO, L.; CALERO, D. y ÁVILA, P. Alternativas Para la Conservación de Forrajes. Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira, 2005.

Tabla 20: Cantidades para elaboración de ensilaje

Ensilaje en bolsa	
Materia prima	Cantidad
Forraje verde	2.000 (kg)
Agua	200 (L)
Melaza	100 (kg)

Elaborado por el autor.

Figura 17: Preparación de ensilaje



Cabe destacar que para lograr la elaboración de los diferentes productos, la entidad GIZ hizo la donación de una maquina picadora portátil con el fin de facilitar el picado de los diferentes forrajes.

5.5. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE BANCOS DE PROTEÍNA Y CERCAS VIVAS.

5.5.1. Cercas vivas. Para el establecimiento de cercas vivas se debe tener en cuenta que se utilizan especies arbustivas y arbóreas de uso múltiple, que proveen forraje, frutos, madera y sombra. Sánchez⁹⁶ menciona que para este tipo de arreglos en muy común el uso de *Gliricidia sepium*, alternada con *Guazuma ulmifolia*, el cual tiene gran adaptabilidad al ambiente del ecosistema, árboles frutales como *Spondias purpurea* y *Spondias mombin*.

Teniendo en cuenta lo recomendado por la literatura, en la zona denominada Las Maravillas se decidió hacer un esquema para cerca viva con especies como: *Pereskia guamacho*, *Acacia farnesiana* y *Prosopis juliflora*, especies arbustivas y arbóreas con abundantes espinas, de las que se poseía plántulas ya establecidas y listas para la siembra. Se sembraron 400 metros lineales por cada predio con un número de 200 unidades conformadas por 100 estacas de *Gliricidia sepium* y 100

⁹⁶ SÁNCHEZ, B. Sistemas silvopastoriles en Honduras. Una alternativa para mejorar la ganadería. Tegucigalpa, Honduras, FAO, 2014. p.26.

de *Spondias purpurea*, de una longitud de 2 metros, con un diámetro entre 6 a 9 centímetros sembradas a una distancia de 2 metros entre ellas. Procedentes de árboles presentes en la zona de trabajo, las estacas se plantaron a una profundidad de 0.3 metros directamente en campo.

Igualmente se calculó el porcentaje de germinación de las estacas, dividiendo el número de individuos sembrados sobre el total de estacas existentes al final del trabajo de pasantía y se prosiguió a multiplicar por 100 para pasarlo a porcentaje, resultando los siguientes datos.

Tabla 21: Germinación cercas vivas (%)

Germinación cercas vivas (%)		
	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Spondias purpurea</i>
Predio 1	71	80
Predio 2	67	72
Predio 3	65	85
Predio 4	78	85
Predio 5	69	88
Promedio	70	82

Elaborado por el autor.

El método de siembra para *Gliricidia sepium* que recomienda Cardozo⁹⁷ es el de siembra en bolsa dado que encontró mayor porcentaje de germinación aplicando este método reportando 100% a los 7 meses, que por pseudoestacas 76% en igual tiempo, estos resultados se asemejan al promedio de 70% reportados en este trabajo. En lo concerniente a *Spondias purpurea* en este informe se obtuvo un promedio de 82%, mientras Vergara et al⁹⁸ manifiesta 91% resultado dominante lo cual puede deberse a que Vergara adicionó en su base Radix 1500® para promover su enraizamiento.

Las cuales se pueden intercalar exitosamente con las especies espinosas, con el objetivo que a futuro se limite el uso del alambre de púas en los cercos y, de este modo, hacer la división de potreros una alternativa favorable y económica. Del mismo modo, este tipo de cercos impide el paso de personas y animales ajenos a la producción. En las (Figuras 18a y 18b) se muestra el esquema establecido en la zona y las plántulas de especies espinosas sembradas, actualmente en etapa de desarrollo.

⁹⁷ CARDOZO, V. El matarratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de rumiantes. Universidad Nacional Abierta y a Distancia escuela de ciencias Agrícolas Pecuarias Y Del Medio Ambiente Especialización Nutrición Animal Sostenible. Bogotá, Septiembre. 2013. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/1076/1/93117211.pdf>

⁹⁸ VERGARA, M.; RODRÍGUEZ, S.; RAMOS, J. y SAINZ, C. germinación y manejo de especies forestales tropicales.2002.p.161.

Figura 18a: Establecimiento de cercas vivas para la zona de Las Maravillas



Figura 18b: Plántulas de *Acacia farnesiana* y *Pereskia guamacho*



Acacia farnesiana

Pereskia guamacho

Se plantea que la distancia entre los árboles sea de 2 a 3 metros, según lo recomendado por Sánchez⁹⁹ a fin de evitar el exceso de sombra.

5.5.2. Bancos de proteína. Araque et al¹⁰⁰ mencionan que, para el establecimiento de los bancos de proteína se puede utilizar especies con alto valor proteico como *Gliricidia sepium*, con un promedio de 24,56% de proteína cruda a distintas edades.

⁹⁹ SÁNCHEZ, B. Op. cit., p. 27.

¹⁰⁰ ARAQUE, C.; QUIJADA, T.; DAUBETERRE, R.; PÁEZ, L.; SÁNCHEZ, A. y ESPINOZA, F. Bromatología del Matarratón (*Gliricidia sepium*) a diferentes edades de corte en Urachiche, estado Yaracuy, Venezuela. [en línea].

Para la implementación de este arreglo se dispuso de especies como *Tithonia diversifolia* y *Cnidoscolus chayamansa*, las cuales poseen un alto valor proteico. Se inició con el establecimiento de un banco de germoplasma (Figura 19) que abastezca de material vegetativo para su posterior multiplicación por parte de los productores de la zona debido a que éstas no son especies comúnmente establecidas en el Caribe, además porque, para lograr su establecimiento total se requiere un tiempo superior al de la duración de este trabajo. Por consiguiente, se dejaron establecidos los cultivos iniciales, para los cuales se ocuparon 50 estacas semileñosas de *Tithonia diversifolia* y *Cnidoscolus chayamansa*, sin hojas, de 40 cm de longitud y de 1 a 3 cm de diámetro, provenientes de las secciones apical y media de arbustos maduros. Las estacas se plantaron a una profundidad de 5 cm directamente en campo, en un área de 50 m² con un distanciamiento de 0.5 m entre plantas y 1 m entre líneas. Según lo recomendado por Marinidou y Jiménez¹⁰¹.

Además se determinó el porcentaje de germinación de estacas de *Cnidoscolus chayamansa*, el cual dio como resultado 94%, dato superior al reportado por Aguilar et al¹⁰² de 90 % en un estudio similar. Por su parte el porcentajes de germinación de *Tithonia diversifolia* fue de 80%, se puede sugerir que dicho resultado se encuentra dentro del mismo rango que el reportaron por Lugo et al¹⁰³, de 65 y 82,5%.

Figura 19: Banco de proteína establecido para la zona de Las Maravillas



vol. 24. No.4. Maracay, Aragua, Venezuela. 2006. P.19. Disponible en internet: < http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2404/arti/araque_c.htm >

¹⁰¹ MARINIDOU, E. y JIMÉNEZ G. Paquete tecnológico sistemas silvopastoriles. Uso de árboles en potreros de Chiapas. Chiapas, México, CONAFOR, 2010. p. 26. ISBN: 978-607-7637-25-7

¹⁰² AGUILAR, M.; MACARIO, P.; HUERTA, E.; HERNÁNDEZ.; DE ALBA, R. y GARCÍA, E. CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE CHAYA (*Cnidoscolus chayamansa* MCVAUGH, EUPHORBIACEAE) CON DENSIDAD DE PLANTACIÓN VARIABLE.2010.p.5.

¹⁰³ LUGO, M.; JIMÉNEZ, C.; MOLINA, F. y GONZALES, J. Efecto de *Trichoderma harzianum* y humus líquido en el establecimiento vegetativo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray.2013.p.10.

5.6. MANEJO DE PODAS DE FORMACIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES POR REGENERACIÓN NATURAL ASISTIDA.

Teniendo en cuenta que los sistemas forestales deben aportar a la conectividad de relictos de bosque seco tropical en la zona de Las Maravillas, se plantea un arreglo silvopastoril multiestrato (SSPrna) por regeneración natural asistida con árboles dispersos en potrero.

En los potreros con árboles dispersos (Figura 20) se procedió a la poda lateral para su formación como árboles del SSPrna, para la regulación de la sombra y la circulación de los bovinos presentes en el sistema (Figura 21).

Figura 20: Árboles antes de la poda de formación



Figura 21: Árboles después de la poda de formación



Debido a que en la zona de Las Maravillas ya se había adelantado un estudio similar que permitió la implementación de sistemas silvopastoriles, en la presente

investigación se trabajó sobre un sistema silvopastoril por regeneración asistida, aprovechando el estrato arbóreo y arbustivo que ya se encontraba establecido (p.e. *Acacia farnesiana* y *Prosopis juliflora*) en cada uno de los predios. Igualmente, se realizó la clasificación de las especies (Tabla 22) para cada uno de los estratos, para lo cual se tuvo en cuenta los aportes de cada una de éstas a la producción.

Las especies priorizadas para la implementación de los SSPrna tienen varios propósitos dentro de la producción, por tal razón pueden ubicarse en los distintos estratos, por ejemplo el matarratón (*Gliricidia sepium*) puede hacer parte del segundo estrato como arbusto para ramoneo, y también en el tercero para el aporte de sombra y hojarasca, y la fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico.

Tabla 22: Especies agrupadas según estrato dentro del sistema silvopastoril

Estrato	Especies	Productos
1	<i>Alternanthera albotomentosa, Amaranthus dubius, Anemopaegna chrysoleucum Boerhavia diffusa, Canavalia mexicana, Commelia erecta, Cucumis anguria, Cynodon dactylon, Cyperus laxus, Chamaesyse hirta, Desmodium sp, Dichantium aristatum, Funastrum clausum, Helitropium indicum, Ipomoea squamosa, Malvastrum americanum, Melochia parvifolia, Oryza latifolia, Panicum maximum, Pennisetum purpureum, Paratheria protrata, Portulaca oleracea, Portulaca sp., Priva lappulaceae, Solanum sp., Stigmaphyllon dichotomum, Urochloa fusca.</i>	Energía (gramíneas). Proteína (leguminosas). Minerales y vitaminas (arvenses).
2	<i>Capparidastrium frondusum, Cordia alba, Cordia lucidula, Crescentia cujete, Guazuma ulmifolia, Gliricidia sepium, Leucaena leucocephala, Libidibia coriaria, Malpighia emarginata, Senna pendula.</i>	Alimento para todo el año (energía, proteína, vitaminas y minerales).
3	<i>Acacia farnesiana, Albizia niopoides, Capparidastrium frondusum, Cordia alba, Crescentia cujete, Delonix regia, Guazuma ulmifolia, Gliricidia sepium, Leucaena leucocephala, Libidibia coriaria, Pereskia guamacho, Prosopis juliflora, Platymiscium pinnatum, Pterocarpus acapulcensis, Senna atomaria, Senna pendula, Tamarindus indica.</i>	Sombra. Frutos Nitrógeno atmosférico . Hojarasca. Subproductos (leña, postes, carbón ecológico, avifauna)
4	<i>Agonandra brasiliensis, Albizia niopoides, Astronium graveolens, Attalea butyracea, Bactris major, Casearia aculeata, Ceiba pentandra, Cordia alliodora, Cordia lucidula, Delonix regia, Genipa americana, Guazuma ulmifolia, Hura crepitans, Handroanthus coralibe, Handroanthus billbergii, Lecythis minor, Malpighia emarginata, Mangifera indica, Melicoccus bijugatus, Pachira quinata, Platymiscium pinnatum, Pterocarpus acapulcensis, Quadrella odoratissima, Ruprechtia ramiflora, Spondias mombin, Spondias purpurea, Tabebuia rosea, Tabernaemontana cymosa.</i>	Madera. Hojarasca. Frutos. Avifauna. Paisaje

Elaborado por el autor.

Además de las “relaciones positivas que se presentan entre leñosas y pastos en una pradera (como mayor aporte de nutrientes por la hojarasca y la fijación de nitrógeno atmosférico), también pueden presentarse relaciones negativas, como por ejemplo la competencia por luz solar, nutrientes y agua”¹⁰⁴ entre especies.

Por lo anterior, “se estableció una distancia de siembra de 1,6 metros”¹⁰⁵ entre arbustos del segundo estrato para asegurar una buena producción de biomasa comestible y a la vez se reduzca la competencia con el estrato herbáceo. Así mismo, para los árboles que van a conformar el estrato siguiente se plantea una distancia de 10 metros entre árbol y árbol, con el fin de aprovechar la sombra y facilitar el pastoreo de los animales, y para los árboles maderables y frutales se estableció una distancia de 40 metros entre árboles. Usando para todos los estratos el método de siembra denominada (marco real o el cuadrado), descrito por Gómez y Vidal¹⁰⁶, en el cual las plantas una vez colocadas en el terreno, ocupan cada una el vértice del ángulo de un cuadrado, por lo que la distancia entre plantas y entre las filas formadas siempre es la misma, o sea, la de las medidas definidas.

De igual manera, se estableció un programa de manejo de podas de formación para árboles y arbustos del segundo, tercero y cuarto estrato. “Esta práctica además de disminuir la sombra que podría perjudicar la producción de biomasa comestible en los estratos bajos, estimula el rebrote de las especies arbustivas y arbóreas”¹⁰⁷ (Tabla 23).

Tabla 23: Manejo de árboles en sistema silvopastoril

Estrato	Manejo	
	Distancia entre árboles	Podas
2	1,6 m.	Poda vertical, de manera que quede a una altura de 1,5 metros, con el fin de que el animal tenga acceso al follaje.
3	10 m.	Se realiza podas de las ramas laterales para que se presente un crecimiento vertical.
4	40 m.	Se realiza podas de las ramas laterales para estimular el crecimiento vertical y la alta densidad de hojas en la copa del árbol, para evitar el exceso de sombra.

Elaborado por el autor.

¹⁰⁴ NAVAS, A. Sistemas silvopastoriles para el diseño de fincas sostenibles. Revista COVEZ [en línea]. 2007 vol. 16. p. 1. Disponible en internet: <http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/85-sistemas.pdf>

¹⁰⁵ SÁNCHEZ, B. Op cit. p. 16.

¹⁰⁶ GÓMEZ, A. y VIDAL, M. Marqueo de plantaciones, ministerio de agricultura.1991.p.3.

¹⁰⁷ CATHOLIC RELIEF SERVICES. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Managua, Nicaragua, Pascal Chaput, 2015. p. 40.

Es recomendable realizar “las podas de formación mediante un corte limpio, sin dañar el tronco del árbol para facilitar la cicatrización. Además, cuando sea necesario, se debe repetir esta labor”¹⁰⁸.

5.6.1. Podas de Formación en los Predios Ganaderos Para la Implementación de Sistemas Silvopastoriles Multiestrato. Con el fin de iniciar la implementación de los sistemas silvopastoriles en la zona de Las Maravillas, se realizaron talleres de podas, entresacas y siembra en los 5 predios ganaderos pertenecientes al trabajo de pasantía. A continuación se describe el proceso para cada uno de los predios.

En el transcurso de la pasantía se hizo siembra en vivero de 200 plantas de *Leucaena leucocephala* en los 5 predios para un total de 1000 plántulas. Zárate¹⁰⁹ señala que la *Leucaena leucocephala* es una especie de rápida germinación y asevera que en el transcurso de un mes se puede lograr una germinación del 80 al 90 %. Cifras superiores a los encontrados en este informe de 60%, esto pudo deberse a la baja pureza y la alta longevidad de las semillas.

Tabla 24: Germinación en vivero (%) (*Leucaena leucocephala*)

Germinación en vivero (<i>Leucaena leucocephala</i>)			
	Plantas iniciales	Plantas finales	Germinación (%)
Predio 1	200	108	54
Predio 2	200	90	45
Predio 3	200	140	70
Predio 4	200	136	68
Predio 5	200	126	63
Promedio		120	60

Elaborado por el autor.

- **SSPm en el predio 1.** Se implementaron sistemas silvopastoriles por regeneración natural asistida incluyendo así cercas vivas, arboles dispersos en potrero y arbustos para el ramoneo de los animales. En el primer estrato se encuentran especies tales como pasto *Dichanthium aristatum*, *Panicum maximum*, *Portulaca oleracea*, *Portulaca sp.* e *Ipomoea squamosa*. El segundo estrato se compone de *Crescentia cujete*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala* y *Libidibia coriaria*. Para el tercer estrato se cuenta con *Acacia farnesiana*, *Prosopis juliflora* (Figura 22), *Libidibia coriaria*, *Albizia niopoides*, *Crescentia cujete*, *Guazuma ulmifolia*. En el cuarto estrato se tienen árboles de *Handroanthus coralibe* y *Ceiba pentandra*.

¹⁰⁸ ZULUAGA, A.; ZAPATA, A.; URIBE, F.; MURGUEITIO, E.; CUARTAS, C.; NARANJO, J.; MOLINA, C.; SOLARTE, L. y VALENCIA, L. Op cit p. 26.

¹⁰⁹ ZÁRATE, S. *Leucaena leucocephala*. Publicado en: Phytologia 63(4): 304-306. 2000. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/44-legum26m.pdf

Figura 22: *Prosopis juliflora* como parte del tercer estrato en un sistema silvopastoril



En el primer estrato se hace necesario incorporar especies leguminosas que aporten proteína a la dieta del animal y contribuyan a la fijación de nitrógeno en el suelo.

En los meses de mayo a agosto se trasplantó plántulas de *Leucaena leucocephala*, haciendo uso de las establecidas en el vivero destinado a la repoblamiento de sitios libres de árboles con distancias de 1.6 x 1.6 m; por otra parte, se efectuó siembra de las semillas directamente en el potrero, aparte de las especies que espontáneamente brotan en los pastizales, fruto de la regeneración natural. A manera de recomendación, se debe incrementar la población con 500 estacas de las especies *Gliricidia sepium* y *Spondias purpurea* las cuales son necesarias para terminar de implementar 8 hectáreas en cercas vivas a una densidad de siembra de 2 m entre ellas. En el tercer estrato se recomienda incrementar las especies arbóreas en 100 unidades por hectáreas manteniendo la densidad de 10 m entre especie x 10 m entre filas, a fin de suministrar semisombra a los animales y contrarrestar el estrés calórico.

Se hizo podas de formación usando el método de elevación de copa descrito por Bedker et al¹¹⁰, a los árboles de 3° estrato de una altura de 2.5 m. El cual consiste en cortar ramas de la parte inferior de un árbol con el fin de incentivar el crecimiento del árbol con troncos más limpios generando así una semisombra en el sistema. A los arbustos del 2° estrato se hizo corte a una altura de 1,5 m, con el método de reducción de copa descrito por el mismo autor el cual se realiza con el fin de incrementar el crecimiento de ramas laterales y que éstas sean de fácil ramoneo para los animales. Las podas realizadas se hicieron con ayuda de motosierra y

¹¹⁰ BEDKER, P.; O'BRIEN, J. y MIELKE, M. como podar árboles. Oficinas Forestales Estatales y Privadas de la Región Nororiental.p.8. En línea: https://www.fs.usda.gov/naspf/sites/default/files/como_podar_arboles.pdf

machete procurando hacer un corte limpio para no causar daños a las plantas, los cuales se usaron dependiendo del tamaño del árbol. En la Figura 23 se muestra la implementación del sistema SSPna.

Figura 23: Establecimiento del sistema silvopastoril en el predio 1



- **SSPm en el predio 2.** En el sistema silvopastoril por regeneración natural asistida que se implementó inicialmente en el predio 2 se puede observar que el primer estrato está conformado por *Dichantium aristatum* y *Portulaca* sp. En el segundo estrato se encuentra *Crescentia cujete* y *Guazuma ulmifolia* en baja cantidad ya que el incremento de especies en este estrato fue difícilmente ejecutado, esto debido a que las condiciones de manejo del suelo que se dieron a estos potreros hicieron que el suelo no diera las condiciones propicias para la repoblación y establecimiento de especies correspondientes a este estrato, por esta razón se determinó el restablecimiento prioritario de 3° y 4° estrato a distancias de siembra 10 x 10 m y 40 x 40 m respectivamente tomando como referencia los arboles ya existentes para que, a futuro, este sistema brinde las condiciones propicias para mejorar el primer y el segundo estrato.

Cabe destacar que, debido a la alta presencia de zonas calvas, se tomó la decisión de depositar en estos lugares los productos obtenidos de las podas del tercer y cuarto estrato, para así suministrar al suelo un aporte importante de materia orgánica mediante la hojarasca, e incentivar la recuperación del suelo que propicie el crecimiento de fauna y flora.

Se hizo podas con el método de elevación de copa en árboles de 3° y 4° estrato de alturas superiores a 2.5 m con el fin de incentivar el crecimiento vertical del árbol para generación de semisombra y obtener ramas para depositarlas en las zonas calvas. A los pocos arbustos de 2° estrato se hizo uso del método de reducción de

copa a una altura de 1.5 m con el fin de incrementar el crecimiento de ramas laterales y el reverdecimiento de las plantas. Las podas realizadas se hicieron con ayuda de motosierra y machete, los cuales se usaron dependiendo del tamaño del árbol.

A continuación se muestra las especies implementadas en el segundo estrato (Figura 24) y cuál es el modelo de sistema silvopastoril implementado en el predio 2 (Figura 25).

Figura 24: *Crescentia cujete* para segundo estrato en un sistema silvopastoril



Figura 25: Sistema silvopastoril implementado en el predio 2



- **SSPm en el predio 3.** En el sistema silvopastoril por regeneración natural asistida (Figura 26), en el primer estrato se puede observar especies como *Dichanthium aristatum*, *Panicum maximum*, *Portulaca oleracea*. En el segundo estrato: *Guazuma ulmifolia*, *Crescentia cujete*, *Leucaena leucocephala*. En el tercero se encuentra: *Acacia farnesiana*, *Prosopis juliflora*, *Guazuma ulmifolia*. El cuarto estrato lo componen: *Hura crepitans*, *Albizia niopoides*, *Handroanthus coralibe*.

Es necesario que en todos los estratos se incorporen más especies, en especial leguminosas y gramíneas para el primer estrato, al igual que para el segundo estrato.

En cuanto al manejo de podas, se hicieron aplicando el método de elevación de copa siendo este el más usado en plantaciones de árboles maderables, se hicieron al 3° y 4° estrato con el fin de incentivar el crecimiento del árbol para generación de semisombra a los arboles más adultos y obtener ramas para depositarlas en las zonas calvas, a los arbustos de 2° estrato se hizo corte mediante la metodología de reducción de copa con el fin de incrementar el crecimiento de ramas laterales y el reverdecimiento de las plantas a alturas de 1.5 m. Las podas realizadas se hicieron con ayuda de la herramienta adecuada dependiendo del tamaño del árbol.

Figura 26: Establecimiento del sistema silvopastoril en el predio 3



- **SSPm en el predio 4.** En el sistema silvopastoril por regeneración natural asistida de esta finca (Figura 27) se puede observar en el primer estrato *Dichanthium aristatum*, *Panicum maximum*, *Pennisetum purpureum*, y *Urochloa fusca*. El segundo estrato está constituido por *Guazuma ulmifolia*, *Crescentia cujete*, *Libidibia coriaria* y *Leucaena leucocephala*. En el tercer estrato se encuentran especies como *Acacia farnesiana*, *Prosopis juliflora*, *Libidibia coriaria*, *Albizia niopoides*, *Crescentia cujete* y *Guazuma ulmifolia*. El cuarto estrato está compuesto por *Hura crepitans* y *Tabebuia rosea*.

Se estableció un vivero para la siembra de la especie *Leucaena leucocephala* con el fin de enriquecer el agrosistema en dicho predio, lo que contribuye a mejorar las condiciones para los animales. Se hizo siembra directa de semillas sobre el potrero, como también podas de formación empleando el método de reducción y elevación de copa con ello logrando mejorar el impacto de los árboles sobre las pasturas. Dichas podas se realizaron sobre el 2° y 3° estrato con la ayuda de motosierra y machete.

Para el estrato herbáceo se recomienda aumentar las leguminosas utilizando las que hacen parte del inventario de especies priorizadas en la zona. De igual forma, se podría introducir árboles frutales como *Mangifera indica* o *Spondias mombin*, en una densidad de 5 árboles por hectárea a una distancia de 40 x 40 metros.

Figura 27: Establecimiento del sistema silvopastoril en el predio 4



- **SSPm en el predio 5.** El sistema silvopastoril por regeneración natural asistida en el predio 5 (Figura 28) se constituye en el primer estrato con *Pennisetum purpureum*, *Ipomoea squamosa* y *Panicum máximum*. En el segundo piso se encuentran *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala* y *Crescentia cujete*. Para el tercero: *Gliricidia sepium*, *Crescentia cujete* y *Acacia farnesiana*. En el cuarto estrato sólo se encuentra *Spondias mombin* y *Mangifera indica* (Figura 29).

Se hizo siembra directa de semillas de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia*, y *Crescentia cujete* sobre el potrero, a una densidad de 1.6 x 1.6 m efectuando la densidad establecida para el segundo estrato, como también podas de formación que logren mejorar el impacto de los árboles sobre las pasturas. Dichas podas se realizaron utilizando los métodos anteriormente descritos sobre el 2° y 3° estrato con la ayuda de motosierra y machete.

En el primer estrato se hace necesario incorporar leguminosas que aporten proteína a la dieta de los animales y contribuyan a la fijación de nitrógeno en el suelo. En el segundo estrato se debe incrementar la densidad de *Gliricidia sepium* e introducir otras especies a fin de diversificar la dieta del ganado y que, además, aseguren la disponibilidad de alimento para épocas críticas como los periodos secos, cuando la producción de pastos es baja. Para el tercer estrato se debe repoblar con árboles leguminosos que aporten frutos como *Prosopis juliflora*, con un número de 100 árboles por hectárea a una densidad de siembra de 10 x 10 m que capturen nitrógeno atmosférico para incorporarlo al suelo y también generen hojarasca.

Figura 28: Establecimiento del sistema silvopastoril en el predio 5



Figura 29: *Mangifera indica*, como árbol frutal en un sistema silvopastoril



5.6.2. Variables agronómicas.

5.6.2.1. Relación Hoja – Tallo.

Tabla 25: Relación Hoja – Tallo

Relación Hoja – Tallo (kg/FV/m ²)				
	<i>Panicum máximum</i>		<i>Dichanthium aristatum</i>	
	SSPrna	Convencional	SSPrna	Convencional
Predio 1	1.08 : 0.27	1.47 : 0.48	0.54 : 0.36	0.55 : 0.45
Predio 2	0.63 : 0.19	0.8 : 0.25	0.18 : 0.12	0.25 : 0.22
Predio 3	0.85 : 0.25	1 : 0.3	0.46 : 0.31	0.50 : 0.42
Predio 4	1.54 : 0.41	1.7 : 0.55	0.39 : 0.26	0.41 : 0.34
Predio 5	0.90 : 0.25	1.4 : 0.5	0.3 : 0.2	0.39 : 0.33
Promedio	1 : 0.27	1.28 : 0.41	0.37 : 0.25	0.42 : 0.35

Elaborado por el autor. SSPrna: sistema silvopastoril por regeneración natural asistida, FV: forraje verde, Kg: kilogramo.

La relación hoja-tallo se estimó teniendo en cuenta los aforos realizados en forraje verde (FV) en las zonas de pastoreo mediante sistemas convencionales y sistemas silvopastoriles, posterior a este procedimiento se hizo la separación de hojas y tallos, se pesaron por separado para luego después hacer la determinación de la relación, siendo para *Panicum máximum* en sistema convencional una relación de 1.28:0.41, mientras que la relación hoja-tallo obtenida en los sistemas silvopastoriles fue de 1:0.27. Alonso et al¹¹¹ reportan relaciones hoja-tallo de 1.5:0.4 en condiciones de pleno sol, 1.02:0.25 para condiciones de sombra parcial y de 1.45:0.32 para condiciones de sombra total para la especie *Panicum máximum*, valores muy cercanos a los obtenidos por la presente trabajo. Por otra parte, Vallejos et al¹¹² encontraron relaciones hoja/tallo en ecotipos del *Brachiaria* de 0.55:0.42 y en *Panicum máximum* de 0.65:0.25, valores más bajos a los obtenidos en la presente investigación.

En cuanto a la relación hoja-tallo para *Dichanthium aristatum*, se estimó una relación de 0.37:0.25 y de 0.42:0.35 para sistema silvopastoril y sistema convencional respectivamente, valores aproximados a los estimado por Rodríguez et al¹¹³ quienes obtuvieron una relación hoja-tallo de 0.4:0.2 para sistemas convencionales en esta especie.

¹¹¹ ALONSO, J.; FEBLES, G.; RUIZ, T.

y ACHANG, G. Efecto de la sombra en la gramínea asociada en un sistema silvopastoril de *Leucaena-guinea* durante sus diferentes etapas Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 40, núm. 4, 2006, p. 503-511 Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017672015>

¹¹² VALLEJOS, A.; PIZARRO, E.; CHAVES, C.; PEZO, D. y FERREIRA P. Evaluación agronómica de gramíneas en Guapiles, Costa Rica. 2. Ecotipos de *Panicum maximum*. Past Trop, 11(2).1989. p. 10-15.

¹¹³ RODRÍGUEZ, A.; PATIÑO, P.; ALTAHONA, B. y GIL, B.; Dinámica de Crecimiento de Pasturas con Manejo Rotacional en Diferente Topografía en un Sistema de Producción de Carne Vacuna en Córdoba, Colombia; Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sucre, Colombia. 2001. p.21.

Por otra parte, Reyes y Trinidad¹¹⁴ manifiestan que, debido a las altas temperaturas, hay una continua elongación del tallo, lo que provoca una disminución de la relación hoja/tallo, bajando el contenido de proteína y una maduración más rápida de la planta que aumenta el contenido de lignina y pared celular, provocando una menor digestibilidad.

5.6.2.2. Altura de plantas.

Tabla 26: Altura de plantas (m)

Altura de plantas (m)				
	<i>Panicum máximum</i>		<i>Dichanthium aristatum</i>	
	SSPrna	Convencional	SSPrna	Convencional
Predio 1	1.2	1.4	1.2	1.3
Predio 2	0.8	0.9	0.5	0.5
Predio 3	1.2	1.1	0.9	1
Predio 4	1.8	1.9	0.8	0.9
Predio 5	1.5	1.7	0.6	0.55
Promedio	1.3	1.4	0.8	0.85

Elaborado por el autor. SSPrna: sistema silvopastoril por regeneración natural asistida.

Teniendo en cuenta que la zona de Las Maravillas es una zona en donde ya se tienen establecidos sistemas silvopastoriles, se midió la altura de los pastos (Figura 30) más representativos por su abundancia dentro de los predios, obteniendo resultados de altura de plantas en sistema convencional y sistema silvopastoril, cabe destacar que se hizo un promedio con 50 datos obtenidos de los cinco predios estudiados.

Figura 30: Altura de plantas



¹¹⁴ REYES, B. y TRINIDAD, G. Agrostología; Universidad Católica del Trópico Seco Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera: Ingeniería Agropecuaria. 2015. p.10. Disponible en: <https://skynetservices.files.wordpress.com/2015/01/modulo-de-agrostologia.pdf>.

Para *Panicum máximum*, la altura de planta en sistema silvopastoril fue de 1,3 metros. Suárez¹¹⁵ manifiesta que, este pasto presenta una buena recuperación después de las quemadas y es tolerante a la sombra. Por otra parte, Carvalho et al¹¹⁶ y Wencomo¹¹⁷ señalan que *P. máximum* no se ve afectado por la sombra, lo cual refleja la habilidad asociativa de esta gramínea con los árboles leguminosos, específicamente con *L. leucocephala*.

Cabe mencionar que la sombra también puede generar efectos negativos. Con respecto a esto, Bacab et al¹¹⁸ establecen que la poca disponibilidad de luz influye de forma negativa en la actividad fotosintética de las especies forrajeras, disminuyendo su rendimiento y producción de forraje comestible. La magnitud del efecto varía según las especies o cultivares forrajeros y la densidad del arbolado.

P. máximum presentó una altura de planta de 1,4 metros en promedio, por encima de los valores reportados por Bernal¹¹⁹ quien manifiesta que en estado de prefloración este pasto puede llegar a medir de 0,8 a 1 metro de altura y una digestibilidad de 60%. Por otra parte, Giraldo¹²⁰ manifiesta que, el pasto *P. máximum*, es una planta de porte mediano a alto, es de crecimiento erecto y matoso, produce abundantes hojas lineares lanceoladas de 2.5 a 80cm de largo y de 3.5 a 8 cm de ancho, las cuales se vuelven ásperas con la madurez.

Para *Dichanthium aristatum* la altura reportada fue 0,8, lo cual según Mora¹²¹ puede verse reflejado debido a que el sombreado tiene un efecto más marcado sobre la tasa de crecimiento de las plantas forrajeras del tipo C4 (gramíneas tropicales) que el tipo C3 (gramíneas clima templado y leguminosas).

En cuanto a la altura reportada en el sistema convencional para esta especie fue de 0,85 en promedio estando estrechamente relacionado con el valor reportado por Peters et al¹²² que afirman que la altura de esta planta oscila entre 0,6 – 1 metro y que esta tiene un amplio rango de adaptación a clima y suelo, tolerando sequía,

¹¹⁵ SUÁREZ, M. Comportamiento Agronómico y Valor Nutritivo De Seis Gramíneas Forrajeras Con Fertilización Química En La Zona De Pichincha, Tesis para optar por el título de Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo - Ecuador, Unidad de Estudios a Distancia Modalidad Semipresencial.2013. p.20.

¹¹⁶ CARVALHO, M.; XAVIER, D. y ALVIM, M. Uso de leguminosas arbóreas na recuperacao sustentabilidade de pastagens cultivadas. Sistemas agroforestales pecuarios en América del Sur. Juiz de Fora. Brasil. 2000. p 25.

¹¹⁷ WENCOMO, H. Comportamiento agronómico de una asociación de *Leucaena* con otras especies vegetales. Pastos y forrajes. 28 (3). 2005. P. 221-232.

¹¹⁸ BACAB, H.; SOLORIO, F. y SOLORIO, S. Efecto de la altura de poda en *Leucaena leucocephala* y su influencia en el rebrote y rendimiento de *Panicum máximum*, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.2012.p. 14.

¹¹⁹ BERNAL, J. Op-cit p. 325.

¹²⁰ GIRALDO, J. "Comparación de la producción y calidad del pasto *bothriochloa saccharoides* frente a otras gramíneas resistentes a las altas temperaturas en el municipio de Flandes, Tolima", 2005.p. 29. Disponible en: <http://www.monografias.com>

¹²¹ MORA, V. Pastoreo Bajo Plantaciones, Fondo Nacional De Financiamiento Forestal, FONAFIFO

¹²² PETERS, M.; FRANCO, L.; HINCAPIÉ, B. y SCHMIDT, A. Op-cit p.35.

humedad y pisoteo, por su parte Bernal¹²³ manifiesta que esta especie puede alcanzar alturas de 0,4 a 0,5 metros de altura en época de pastoreo, estando por debajo del valor reportado por esta investigación.

5.6.2.3. Largo de raíz.

Tabla 27: Largo de la raíz (cm)

Largo de la raíz (cm)				
	<i>Panicum máximo</i>		<i>Dichanthium aristatum</i>	
	SSPrna	Convencional	SSPrna	Convencional
Predio 1	11.6	11.4	13.9	11.7
Predio 2	9.3	8.8	7.8	8
Predio 3	15	14.3	11.7	12.5
Predio 4	13	12.3	12.1	11
Predio 5	10.1	9.7	11.5	8.8
Promedio	11.8	11.3	11.4	10.4

Elaborado por el autor. SSPrna: sistema silvopastoril por regeneración natural asistida.

El largo de raíz (Figura 31) se estimó en los sistemas de producción convencional y silvopastoril, arrojando como resultado valores de 10,4 cm para *Dichanthium aristatum* y de 11,3 cm para *Panicum máximo*. Al respecto, Lara y Negrete¹²⁴ reportaron valores de 3,61 cm a los 21 días y de 6,73 el día 38, Asumiendo que *Dichanthium aristatum* en la zona donde se desarrolló la investigación se pastorea entre los 60 y 70 días, se puede sugerir que dichos resultados se encuentran dentro del mismo rango. Del mismo modo, Ruiz et al¹²⁵ reportaron para *Panicum máximo* una longitud de la raíz de 5,17 cm el día 30, de 7,40 cm el día 60, y de 11,5 cm el día 90, valores muy cercanos a los resultados obtenidos en esta investigación.

Figura 31: Largo de raíz



¹²³ BERNAL, J. Op-cit p.334.

¹²⁴ LARA, C. y NEGRETE, J. Efecto de un Bioinoculante a partir de Consorcios Microbianos Nativos Fosfato Solubilizadores, en el Desarrollo de Pastos Ángleton (*Dichanthium aristatum*) Revista Colombiana de Biotecnología, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 122-130, ene. 2015. ISSN 1909-8758. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/50741/52037>

¹²⁵ RUIZ, F.; RODRÍGUEZ, E.; PINZÓN, J.; ANZOLA, H. y CASTRO, L. Establecimiento y evaluación del guinea *Panicum máximo* cv. Massai en la hacienda Guachicono de El Bordo, Patía (Cauca). Revista de Ciencia Animal. | n. ° 9 | 2015. P.141.

En cuanto a la profundidad de raíz en los sistemas silvopastoriles, se obtuvo 11,4 cm para *Dichanthium aristatum* y de 11,8 cm para *Panicum máximum*, siendo un poco más profundas que el promedio de profundidad de las raíces en el sistema convencional, ya que, de acuerdo a lo manifestado por Peri¹²⁶ en sistemas silvopastoriles, una reducción de la radiación solar que llega al estrato herbáceo puede influir en la producción y calidad de la biomasa, la absorción de agua y una mejor distribución de las raíces, factores que también se relacionan con las condiciones edáficas. Cabe destacar la importancia que tienen los sistemas silvopastoriles, ya que los árboles de raíz profunda pueden extraer nutrientes del suelo de zonas no accesibles al pasto.

5.6.2.4. Índice de Área foliar (IAF).

Tabla 28: Índice de Área foliar (IAF)

Índice de Área foliar (IAF)				
	<i>Panicum máximum</i>		<i>Dichanthium aristatum</i>	
	SSPrna	Convencional	SSPrna	Convencional
Predio 1	10.2	12.6	8.7	8.9
Predio 2	6.3	8.1	7	7.6
Predio 3	9.1	11.5	6.8	9.9
Predio 4	8.8	11.3	9.5	9.4
Predio 5	7.1	8.5	5.5	9.7
Promedio	8.3	10.4	7.5	9.1

Elaborado por el autor. SSPrna: sistema silvopastoril por regeneración natural asistida.

Se estimó un promedio de 50 datos obtenidos de los 5 predios evaluados para las especies de forrajeras de mayor utilización en los dos sistemas de producción, convencional y silvopastoril, cuyos índices fueron 9,1 y 10,4 para *Dichanthium aristatum* y *Panicum máximum* respectivamente. Bernal¹²⁷ señala que para gramíneas el IAF está en un rango de 9-10, valores similares a los encontrados en esta investigación. Por su parte, Acosta y Moncayo¹²⁸ señalan que en *Pennisetum clandestinum* encontraron un IAF de 10,46 hasta 12,09, valores superiores a los reportados por Bernal.

Por otra parte, el IAF encontrado en el sistema silvopastoril fue de 7,5 y 8,3 para *Dichanthium aristatum* y *Panicum máximum* respectivamente. Estos resultados pueden explicarse por lo mencionado por Bernal¹²⁹ quien sostiene que, el

¹²⁶PERI, P. Modelling photosynthetic efficiency ([alpha]) for the light-response curve of cocksfoot leaves grown under temperate field conditions. European Journal of Agronomy 22. 2005. p.277.

¹²⁷BERNAL, J. Op-cit p.23.

¹²⁸ACOSTA, W. y MONCAYO, O. Valor Nutritivo del Pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Bajo Dos Sistemas de Labranza y Diferentes Niveles de Fertilización Orgánica y/o Mineral en Zona de Ladera; Trabajo de grado para Optar por el Título de Zootecnista; Programa de Zootecnia; Facultad de Ciencias Pecuarias; Universidad de Nariño. 2002. p. 39.

¹²⁹BERNAL, J. Op-cit p.23.

sombreado también puede determinar una reducción sustancial del crecimiento, ya que la luz incidente es la que determina el crecimiento óptimo de los forrajes.

5.6.2.5. Producción de forraje verde.

Tabla 29: Producción de forraje verde (Kg/FV/m²)

Producción de forraje verde (Kg/FV/m ²)				
	<i>Panicum máximum</i>		<i>Dichanthium aristatum</i>	
	SSPrna	Convencional	SSPrna	Convencional
Predio 1	1.35	1.95	0.9	1
Predio 2	0.82	1.05	0.3	0.47
Predio 3	1.1	1.3	0.77	0.92
Predio 4	1.95	2.25	0.65	0.75
Predio 5	1.15	1.9	0.5	0.72
Promedio	1.27	1.69	0.62	0.77

Elaborado por el autor. SSPrna: sistema silvopastoril por regeneración natural asistida.

La producción de forraje verde se estimó en sistemas de producción convencional y silvopastoril, haciendo promedio de 50 datos obtenidos de los 5 predios estudiados y arrojando como resultado un valor de 0.77 Kg/m² para *Dichanthium aristatum* y de 1.69 Kg/m² para *Panicum máximum*, valores muy alejados a los establecidos por Bernal¹³⁰ de 5 y 7,5 Kg/m² respectivamente. El mismo autor manifiesta que la producción de forraje puede verse disminuida debido a periodos largos de sequía, presentándose la misma razón de disminución de la producción de forrajes en la zona de Las Maravillas. Osorio¹³¹ señala que la producción de forraje bajo un sistema silvopastoril con poca sombra tiene una producción de 1,747 Kg/m² bajo sombra, y de 1,943 Kg/m² bajo sol, resultados que se encuentran cercanos a los encontrados en este trabajo, los cuales fueron de 1.27 kg/m² para *Panicum máximum* y 0.62 kg/m² para *Dichanthium aristatum*, en la (Figura 32) se muestra el método utilizado para el aforo de forraje verde.

Tabla 30: Aforo de forrajeras (kg/FV/ha)

Aforo de forrajeras (kg/FV/Ha)			
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Crescentia cujete</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>
Predio 1	307	956	184
Predio 2	190	318	120
Predio 3	260	771	230
Predio 4	348	815	205
Predio 5	298	590	161
Promedio	280.6	690	180

Elaborado por el autor. Kg: kilogramo, FV: forraje verde, Ha: hectárea.

¹³⁰ BERNAL, J. Op-cit p.326-334.

¹³¹ OSORIO, J. Distribución de la Cobertura Arbórea Sobre la Ganancia de Peso y el Desempeño Reproductivo de Vacas Brahmán en el Trópico Bajo; Trabajo de Grado para optar por el título de Magister en Ciencias Animales, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia; Medellín.2014.p.66.

Tabla 31: Número de árboles (N°)

Número de árboles (N°)			
	<i>Guazuma ulmifolia</i>	<i>Crescentia cujete</i>	<i>Leucaena leucocephala</i>
Predio 1	181	416	92
Predio 2	118	147	68
Predio 3	156	326	112
Predio 4	200	350	99
Predio 5	170	261	79
Promedio	165	300	90

Elaborado por el autor.

Figura 32: Aforo de forraje verde



En cuanto a la producción de forraje verde en especies arbóreas, se hizo aforo a plantas de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* y *Crescentia cujete*, con los siguientes resultados: 180, 280.6, 690 Kg/Ha respectivamente. Cabe destacar que, en promedio, se tuvieron 90, 165 y 300 árboles de las especies mencionadas anteriormente; por otra parte, *Leucaena leucocephala*, al momento del aforo, era una de las especies recientemente implementadas, razón por la cual se puede explicar su baja producción de forraje verde, mientras que las otras especies evaluadas ya se encontraban establecidas por regeneración natural.

Rodríguez y Roncallo¹³² reportan producciones de 3086.42, 1800.67 y 5005.11 Kg Fv/Ha en *Guazuma ulmifolia*, *Crescentia cujete* y *Leucaena leucocephala* respectivamente, los cuales están muy alejados de los valores obtenidos en la presente investigación. Estas diferencias significativas se dieron debido a que Rodríguez y Roncallo¹³³ evaluaron la producción de forraje verde en un período comprendido entre los 9 y 14 meses de edad de las plantas, es decir, árboles de edad más madura y con mayor producción a las evaluadas en esta investigación.

¹³² RODRÍGUEZ, G. y RONCALLO, B. Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala* y *Crescentia cujete*; Corpoica C.I. Motilonia, Agustín Codazzi, Cesar, Colombia.

¹³³ *Ibíd.*, P. 79.

6. CONCLUSIONES

En la zona de Las Maravillas se desarrollan actividades agrícolas y ganaderas, y se acostumbran prácticas agrícolas que ejercen un impacto negativo sobre el ecosistema, causando erosión del suelo.

La falta de capacitación de los productores sobre aprovechamiento de los recursos forrajeros y suelo del bosque seco tropical, puede ser la causante del mal manejo que se hacen los productores de la zona de Las Maravillas.

La producción ganadera en la zona de Las Maravillas se desarrolla bajo un sistema extensivo, donde la alimentación del ganado se basa principalmente en dos gramíneas; *Dichantium aristatum* y *Panicum maximum*.

De los 5 predios trabajados en la pasantía, se destacan 2 que, además de sus producciones agropecuarias, destinan áreas para conservación del bosque seco tropical propio de la región, característica que propicia un mayor potencial para desarrollar el manejo integral de los recursos naturales y los componentes de las actividades agropecuarias.

En la zona de Las Maravillas se pudo identificar 69 especies vegetales, de las cuales el 42,02% son herbáceas, 46,37% arbóreas y 11,59% arbustivas, algunas de las cuales fueron utilizadas para el establecimiento de SSPm. Entre ellas *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Crescentia cujete*, *Ipomoea squamosa*, *Acacia farnesiana* y *Prosopis juliflora*, mediante regeneración natural asistida, o se sembraron para enriquecimiento de los agroecosistemas.

La familia con mayor riqueza de especies en la zona de Las Maravillas fue la *Fabaceae*, con 19,4% de todas las especies priorizadas.

La diversidad de flora del bosque seco en la zona de Las Maravillas, según el índice de diversidad de Shannon (2,21) y de Simpson (0,53), fue buena, lo que la hace importante en términos de conservación.

Dichantium aristatum fue la especie más abundante en la zona (14,53%), así mismo *Panicum máximo* y *Portulaca* sp. con (13,97%) y (13,92%) respectivamente.

Los bancos de proteína establecidos con *Cnidoscolus chayamansa* y *Tithonia diversifolia* en la zona de Las Maravillas, serán un referente de alternativas de producción para los productores de la zona, además de permitir la introducción de especies con alto contenido de proteína que, en el momento, eran inexistentes en la zona.

7. RECOMENDACIONES

Continuar con las capacitaciones a los productores en cuanto a buenas prácticas agrícolas (BPA) y buenas prácticas ganaderas (BPG) con el fin de que los productores sean más conscientes con el manejo que le dan a sus producciones, al igual que éstos desarrollen producciones amigables con el medio ambiente.

Determinar la digestibilidad de las especies vegetales establecidas en los sistemas silvopastoriles; del mismo modo, se debe evaluar las variables de producción de forraje verde, aceptabilidad y fenología de las especies recientemente implementadas en los predios.

Aumentar el número de arbustos como *Crescentia cujete*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala* en los sistemas silvopastoriles, como segundo estrato y *Prosopis juliflora*, *acacia farnesiana* de tercer estrato a fin de diversificar la producción en los 5 predios.

Seguir apoyando la implementación de los sistemas silvopastoriles por regeneración natural asistida, cercas vivas, bancos de proteína, y árboles dispersos en potrero en las producciones ganaderas en las diferentes zonas de vida.

Evaluar la composición nutricional y metabolitos secundarios de las especies herbáceas y arbustivas que componen los sistemas silvopastoriles.

Determinar la composición mineral, estructura y textura de los suelos de la zona de las maravillas.

8. BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, A.; PARDO, B.; DURAN, C.; GUALDRÓN, A. y SOTO, G. Citado por FRANCO, L.; CALERO, D. y DURÁN, C. Manual de establecimiento de pasturas. Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca. Palmira, Valle del Cauca, Colombia. [s.n.], 2007. p. 23. ISBN: 978-958-44-1176-1.

ACOSTA, W. y MONCAYO, O. Valor Nutritivo del Pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Bajo Dos Sistemas de Labranza y Diferentes Niveles de Fertilización Orgánica y/o Mineral en Zona de Ladera; Trabajo de grado para Optar por el Título de Zootecnista; Programa de Zootecnia; Facultad de Ciencias Pecuarias; Universidad de Nariño. 2002. p. 39.

AGUILAR, M.; MACARIO, P.; HUERTA, E.; HERNÁNDEZ.; DE ALBA, R. y GARCÍA, E. CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE CHAYA (*Cnidocolus chayamansa* MCVAUGH, EUPHORBIACEAE) CON DENSIDAD DE PLANTACIÓN VARIABLE.2010.p.5.

Alcaldía de Santa Catalina de Alejandría. Nuestro Municipio: Geografía. [En línea]. [s.n]. [s.l.] [s.f.]. 2013. Disponible en: <http://www.santacatalina-bolivar.gov.co/informacion_general.shtml>

ALONSO, J.; FEBLES, G.; RUIZ, T. y ACHANG, G. Efecto de la sombra en la gramínea asociada en un sistema silvopastoril de *Leucaena-guinea* durante sus diferentes etapas Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 40, núm. 4, 2006, p. 503-511 Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193017672015>

ALVEAR, C. y MELO, W. Caracterización botánica, nutricional y fenológica de especies arbóreas y arbustivas de uso potencial para sistemas silvopastoriles (ssp) en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Zootecnista. San Juan De Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Departamento de producción y procesamiento animal. Programa de zootecnia. 2012. p.63.

Angiosperm Phylogeny Group Classification (APG III). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society. 2009. p. 105- 121.

ARAQUE, C.; QUIJADA, T.; DAUBETERRE, R.; PÁEZ, L.; SÁNCHEZ; A. y ESPINOZA, F. Bromatología del Matarratón (*Gliricidia sepium*) a diferentes edades de corte en Urachiche, estado Yaracuy, Venezuela. [En línea]. Vol. 24. No.4.

Maracay, Aragua, Venezuela. 2006. P.19. Disponible en internet: < http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2404/arti/araque_c.htm >

BACAB, H.; SOLORIO, F. y SOLORIO, S. Efecto de la altura de poda en *Leucaena leucocephala* y su influencia en el rebrote y rendimiento de *Panicum máximum*, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México.2012.p. 14.

BARBOSA, C. Estado actual de la información sobre árboles fuera del bosque. Estado de la información forestal en Colombia. Enero, 2002. Vol. 5. p. 16.

BEDKER, P.; O'BRIEN, J. y MIELKE, M. como podar árboles. Oficinas Forestales Estatales y Privadas de la Región Nororiental.p.8. En línea: https://www.fs.usda.gov/naspf/sites/default/files/como_podar_arboles.pdf

BERNAL, J. Pastos y forrajes. Producción y manejo. 3 ed. Santa Fe de Bogotá, Vicepresidencia de Fomento Agropecuario – Banco Ganadero, 1994. p. 314.

BOTERO, L. y DE LA OSSA, J. Estudio de caso: un sistema de producción silvopastoril con enfoque agroecológico, Departamento del Magdalena, Colombia. Universidad de Sucre. Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Grupo de Investigación en Biodiversidad Tropical. Rev. Colombiana cienc. Anim. 2(1). 2010. Disponible en: < http://www.recia.edu.co/documentos-recia/recia3nuevo/estudiodecaso/Agroecol_Botero.pdf>

BUDOWSKI, G. citado por PÉREZ, E. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Centro agronómico y tropical de investigación y enseñanza.2006.p.25.

CALLE, Z.; MURGUEITIO, E. y BOTERO, M. El totumo: Árbol de las Américas para la ganadería moderna. [2012], Revista Carta FEDEGÁN No 122. 2012. p 64.- ISSN 0123-2312; 2012. CIPAV.

CARDOZO, V. El matarratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de rumiantes. Universidad Nacional Abierta y a Distancia escuela de ciencias Agrícolas Pecuarias Y Del Medio Ambiente Especialización Nutrición Animal Sostenible. Bogotá, Septiembre. 2013. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/10596/1076/1/93117211.pdf>

CARMONA, J.; BOLÍVAR, D. y GIRALDO, L. El gas metano en la producción ganaderay alternativas para medir sus emisiones yaminorar su impacto a nivel ambiental y productivo.2015.p.4.

CARRILLO, M.; RIVERA, O. y SÁNCHEZ, R. Caracterización florística y estructural del bosque seco tropical del Cerro Tasajero, San José de Cúcuta (Norte de

Santander), Colombia. Actualidades Biológicas. Noviembre, 2007. Vol. 29. N° 86. p. 59.

CARVAJAL, J. Módulo 0: Territorio y cartografía social: Popayán, Asociación de Proyectos Comunitarios, 2005. P. 9.

CARVALHO, M.; XAVIER, D. y ALVIM, M. Uso de leguminosas arbóreas na recuperacao sustentabilidade de pastagens cultivadas. Sistemas agroforestales pecuarios en América del Sur. Juiz de Fora. Brasil. 2000. P 25

CATHOLIC RELIEF SERVICES. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Managua, Nicaragua, Pascal Chaput, 2015. p. 40.

CATIE. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América central: resultados de cinco años de investigación. Informe Técnico E77B86. 1986. P.173.

CHASE, A. y FEBRES, Z. Primer libro de las gramíneas. La estructura de las gramíneas explicada a los principiantes. 2 ed. Lima, Perú. [s.n.]. 1972 p. 99.

CONKLIN, N. citado por PEZO, D. e IBRAHIM, M. Colección módulos de enseñanza agroforestal módulo 2. Sistemas silvopastoriles. 2 ed. Turrialba, Costa Rica, 1999. p.171. Disponible en: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4025/Sistemas_silvopastoriles.pdf;jsessionid=7E8DB59CB3886C4ECAC3A60CE721511F?sequence=1

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, CORPOICA, LOZANO, M.; CORREDOR, G.; VANEGAS, M.; FIGUEROA, L. y RAMÍREZ, M. Sistemas silvopastoriles con uso de biofertilizantes opción tecnológica para el Valle Cálido del Alto Magdalena. 2006. p. 8. Disponible en: https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/sistemas_agroforestales/silvopastoriles.pdf

CURTIS, H. Fundamentos de Biología. Editorial: Médica Panamericana. Argentina. Buenos aires. 1998. p. 234.

DÍAZ, M. Ipomoea, un género con tradición. ORIGENE. ResearchGate. 2009. P. 38. [En línea]. [S.l.]. Disponible en internet: https://www.researchgate.net/publication/267196216_Ipomoea_un_genero_con_tradicion.

EL ESPECTADOR.CO, los suelos colombianos están enfermos. Disponible en: <http://www.elespectador.com/noticias/medio-ambiente/los-suelos-colombianos-estan-enfermos-articulo-578752>.

FEDEGÁN. Salud animal en ganadería bovina, ministerio de agricultura y desarrollo rural. P.39. En línea: <http://static.contextoganadero.com/Publicaciones/SaludAnimalenGanaderia.pdf>

Federación Colombiana de Ganaderos – FEDEGÁN. PLAN DE DESARROLLO GANADERO 2014 – 2019. Por una ganadería moderna, sostenible y solidaria. 2014. p.29. Colombia, Bogotá.

FRANCO, L.; CALERO, D. y ÁVILA P. Alternativas Para la Conservación de Forrajes. Proyecto: Evaluación de tecnologías por métodos participativos para la implementación de sistemas ganaderos sostenibles en el norte del departamento del Valle del Cauca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira, 2005.

GÁLVEZ, A.; LAGOS, Y. y ARMERO, C. caracterización de especies herbáceas y arbustivas de un sistema silvopastoril de bosque seco tropical.2014.p.2.

GAMARRA, J. Eficiencia Técnica Relativa de la ganadería doble propósito en la Costa Caribe.2014.p25.

GEILFUS, F. Planificación. 80 Herramientas para el desarrollo participativo. [En línea]. 8 ed. San José, Costa Rica: 200. 2009. p. 218. Disponible en internet: <http://www.iica.int>. ISBN13: 99923-7727-5.

GIRALDO, A. Potencial del guácimo (*Guazuma ulmifolia*) en sistemas silvopastoriles. FAO. Agroforestería para la producción animal en América Latina. Roma, M. D Sánchez y M Rosales Méndez, 1999. p. 302

GIRALDO, J. "Comparación de la producción y calidad del pasto vidal *bothriochloa saccaroides* frente a otras gramíneas resistentes a las altas temperaturas en el municipio de Flandes, Tolima", 2005.p. 29. Disponible en: <http://www.monografias.com>

GÓMEZ, A. y VIDAL, M. Marqueo de plantaciones, ministerio de agricultura.1991.p.3.

GÓMEZ, G. y VARGAS, R. Métodos de estudio de la biodiversidad. [Diapositivas]. [s.d.]. 25 diapositivas, color.2011.p.221.

GÓMEZ, M.; RODRÍGUEZ, L.; MURGUEITIO, E.; RÍOS, C.; MÉNDEZ, M.; MOLINA, C.; MOLINA, H.; MOLINA, E. y MOLINA, J. Matarratón (*Gliricidia sepium*). Árboles y arbustos forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como fuente proteica. Cali, Colombia, CIPAV, 2002. p. 17.

GRANADOS, D.; HERNÁNDEZ, M.; VÁZQUEZ, A. y RUÍZ, P. Los procesos de desertificación y las regiones áridas. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente abril, 2013. Vol. 19. no. 1. p. 46.

HUMPHREYS, L. Tropical Pastures: Their Role in Sustainable Agriculture. Longman Scientific and Technical/John Wiley and Sons. New York, EUA, 1994.p.32.

KOTHMANN, M. y HINNANT, T. Citados por ZAPATA, G. y BAUTISTA, F. Caracterización forrajera de la vegetación secundaria del Sur de Yucatán con base en la aptitud de suelo. En Cuarto simposio internacional de pastizales. Agosto, 2007. p. 75. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/CJ074_Anexo2.pdf.

KURIHARA, M.; MAGNER, T.; MCCRABB, H. y MCCRABB, G. Methaneproduction and energy partition of cattle in the tropics. British Journal of Nutrition, 1999.p.227-234.

LAGOS, Y. y ARMERO, C. Caracterización del componente herbáceo y arbustivo de un sistema silvopastoril por regeneración natural en una zona de bosque seco tropical (bs-T) del departamento de Nariño. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Zootecnista. San Juan De Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de zootecnia. 2014. p.12.

LARA, C. y NEGRETE, J. Efecto de un Bioinoculante a partir de Consorcios Microbianos Nativos Fosfato Solubilizadores, en el Desarrollo de Pastos Ángleton (*Dichantium aristatum*) Revista Colombiana de Biotecnología, [S.l.], v. 17, n. 1, p. 122-130, ene. 2015. ISSN 1909-8758. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/50741/52037>

LOZANO, M.; CORREDOR, G.; VANEGAS, M.; FIGUEROA, L.; RAMÍREZ, M.; CARRERO, H.; VÁSQUEZ, G.; NORMA, C. y AGUIRRE, M. Sistemas silvopastoriles con uso de biofertilizantes, opción tecnológica para el valle cálido del Alto Magdalena; 2006. Disponible en: https://biblioteca.ihatuey.cu/link/libros/sistemas_agroforestales/silvopastoriles.pdf.

LUGO, M.; JIMÉNEZ, C.; MOLINA, F. y GONZALES, J. Efecto de *Trichoderma harzianum* y humus líquido en el establecimiento vegetativo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray.2013.p.10.

MAHECHA, L. Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. Rev. Colombiana de Ciencias Pecuarias, 16(1).2003.p. 11-18.

MAHECHA, L.; GALLEGU, L. y PELÁEZ, F. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad.

Rev Col Cienc Pec Vol. 15: 2, 2002. p.219. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:kMMRI8crUZQJ:dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3242901.pdf+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=co>

MARINIDOU, E. y JIMÉNEZ G. Paquete tecnológico sistemas silvopastoriles. Uso de árboles en potreros de Chiapas. Chiapas, México, CONAFOR, 2010. p. 26. ISBN: 978-607-7637-25-7

MARTÍNEZ, E.; SLANAC, A. y KUCSEVA, C. Resultados de la amonificación con urea sobre la degradabilidad ruminal de *Hemarthria altissima* y *Cynodon nlemfuensis* en bovinos. Revista Veterinaria 27: 2, 93-97. ISSN (papel): 1668-4834. ISSN (en línea) 1669-6840. 2016.

MARTÍNEZ, M.; DI SAPIO, O.; CARGO, J.; SCANDIZZI, A.; D.TALEB, L. y CAMPAGNA, M. Principios de Botánica Sistemática. Cátedra de Botánica. Rosario, Universidad Nacional de Rosario Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, [s.f.]. p. 2-10

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Plan De Acción Nacional, Lucha contra la desertificación y la sequía en Colombia, Bogotá. 2005. p. 5.

MITRE, E. Efecto de la deforestación sobre la producción de metano, uno de los gases del efecto invernadero, Mérida, Venezuela, 1995. P 9-10.

MONTENEGRO, J. Fijación de carbono, emisión de metano y de óxido nitroso en sistemas de producción bovina en Costa Rica. En: Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales. CATIE– FAO – SIDE. Ed Nuestra Tierra. 2000. p.334.

MORA, V. Pastoreo Bajo Plantaciones, Fondo Nacional De Financiamiento Forestal, FONAFIFO

MOSTACEDO, B. y FREDERICKSEN, T. Tipos de muestreo de vegetación. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. 6 ed. Santa Cruz de la Sierra: Editora el País, 2000. p. 8.

MUÑOZ, J. Apoyo en la Implementación de Sistemas Silvopastoriles en el Departamento de Bolívar; Informe final de pasantía presentado como requisito para optar al título de Zootecnista; Programa De Zootecnia, Facultad De Ciencias Pecuarias, Universidad De Nariño. 2016. P 45.

MURGUEITIO, E. Los árboles en la agricultura. LEISA Revista de agroecología. Volumen 27 (2), 2011.p.26.

MURGUEITIO, E. Sistemas Silvopastoriles en el Trópico de América. 2011. p. 1 Disponible en: http://elti.fesprojects.net/2011Corridors1Colombia/sistemas_silvopastoriles_en_america_latina,_emr.pdf

NACIONES UNIDAS. Artículo 1 (a). (12, septiembre, 1994). Elaboración de una convención internacional de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África. P. 4

NAIR, R. An Introduction to Agroforestry. Kluwer. Dordrecht, Netherlands, 1993.p.16.

NAVAS, A. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical.2010.p.3.

NAVAS, A. Sistemas silvopastoriles para el diseño de fincas sostenibles. Revista COVEZ [en línea]. 2007 vol. 16. p. 1. Disponible en internet: <http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/85-sistemas.pdf>

ÑIQUE, M. Biodiversidad: Clasificación y Cuantificación. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Departamento de Ciencias Ambientales. Tingo María. Perú. 2010. p. 2 - 6.

OJEDA, P.; RESTREPO, J.; VILLADA, D. y CESÁREO, J. Manual de Capacitación: Sistemas Agrícolas. Sostenibles en la Región Andina. Sistemas silvopastoriles, Una opción para el manejo sustentable de la ganadería. Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia, FIDAR, 2003. p. 10-11. ISBN 33-5693-1.

ORELLANA, J. Determinación de Índices de diversidad florística arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Valle de Sacta. Tesis para optar al título de técnico superior forestal. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales. 2009. p. 17-18.

OSORIO, J. Distribución de la Cobertura Arbórea Sobre la Ganancia de Peso y el Desempeño Reproductivo de Vacas Brahmán en el Trópico Bajo; Trabajo de Grado para optar por el título de Magister en Ciencias Animales, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia; Medellín.2014.p.66.

PAREDES, S. Conservando la biodiversidad: La importancia de las reservas naturales privadas en Guatemala 2003.p.3. [En línea]. [s.n.].Guatemala. Asociación de reservas naturales de Guatemala. [s.f.]. Disponible en internet: <<http://photos.state.gov/libraries/guatemala/788/pdfs/Reservas%20Naturales-Biodiversidad.pdf>>

PÉREZ, E. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Centro agronómico y tropical de investigación y enseñanza, 2006. p.27.

PERI, P. Modelling photosynthetic efficiency (α) for the light-response curve of cocksfoot leaves grown under temperate field conditions. European Journal of Agronomy 22. 2005. p.277.

PETERS, M.; FRANCO, L.; HINCAPIÉ, B. y SCHMIDT, A. Especies forrajeras multipropósito. Opciones para productores del trópico americano. 2 ed. Cali, CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), 2010. P. 26.

PIZANO, C. y GARCÍA, H. El bosque seco tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH) Bogotá D.C., Colombia. Autores, 2014. p. 60. ISBN: 978-958-8889-01-6

QUEVEDO, M. Efecto de un sistema silvopastoril sobre la calidad de la leche, comparado con un sistema de producción convencional. 2014. p.13.

RAINTREE, J. y WARNER, K. Citados por PÉREZ, E. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Centro agronómico y tropical de investigación y enseñanza, 2006. p 27.

REYES, B. y TRINIDAD, G. Agrostología; Universidad Católica del Trópico Seco Pbro. Francisco Luis Espinoza Pineda Facultad de Ciencias Agropecuarias Carrera: Ingeniería Agropecuaria. 2015. p.10. Disponible en: <https://skynetservices.files.wordpress.com/2015/01/modulo-de-agrostologia.pdf>.

RIBASKI, J. citado por REYES, L. Ciclo biológico de la polilla del algarrobo, *Prosopis juliflora* (sw.) dc. En un sistema silvopastoril del Valle del Cauca. Proyecto de Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de Bióloga. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias. 2010. p. 22.

RODRÍGUEZ, A.; PATIÑO, P.; ALTAHONA, B. y GIL, B.; Dinámica de Crecimiento de Pasturas con Manejo Rotacional en Diferente Topografía en un Sistema de Producción de Carne Vacuna en Córdoba, Colombia; Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Sucre, Colombia. 2001. p.21.

RODRÍGUEZ, G. y RONCALLO, B. Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en Guazuma ulmifolia, Leucaena leucocephala y Crescentia cujete; Corpoica C.I. Motilonia, Agustín Codazzi, Cesar, Colombia.

RODRÍGUEZ, G.; BANDAR, K.; REYES, S. y ESTUPIÑAN, A. Lista comentada de las plantas vasculares de bosques secos prioritarios para la conservación en los departamentos de Atlántico y Bolívar (Caribe colombiano). *Biota colombiana*. Julio - diciembre, 2012. Vol. 13, no. 2. p.13.

RUIZ, F.; RODRÍGUEZ, E.; PINZÓN, J.; ANZOLA, H. y CASTRO, L. Establecimiento y evaluación del guinea *Panicum máximum* cv. Massai en la hacienda Guachicono de El Bordo, Patía (Cauca). *Revista de Ciencia Animal*. | n. ° 9 | 2015. P.141.

SADEGHIAN, S. Impacto de la ganadería sobre el suelo alternativas sostenible de manejo. p. 2. Disponible en: <http://www.desertificacion.gob.ar/mapas/modelos/impacto%20de%20la%20ganaderia%20sobre%20el%20suelo.pdf>

SÁNCHEZ, B. Sistemas silvopastoriles en Honduras. Una alternativa para mejorar la ganadería. Tegucigalpa, Honduras, FAO, 2014. p.26.

SÁNCHEZ, D.; TORRES, M.; VILLANUEVA, C.; TOBAR. y DECLERCK, F. Cercas vivas y su valor para la producción y conservación, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.2008.P.9.

SÁNCHEZ, P. citado por GIRALDO, A. Potencial de la arborea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles, revista facultad nacional de agronomía, 1995. p. 203. Disponible en: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/Girald13.PDF>.

SAYER, J. y WHITMORE, T. Tropical moist forest: Destruction and species extinction. *Biol. Conservation*, 55. 1991. p.199-213.

SIERRA, D.; ANGARITA. y GÓMEZ, J. Estructura y composición florística del bosque seco tropical de Sanguaré-Sucre (Colombia),2016.p.10.

SIERRA, O.; BEDOYA, J.; MONSALVE, D. y OROZCO J. Observaciones sobre colusuana (*Bothriochloa pertuosa* (L.) Camus). En la Costa atlántica de Colombia. *Pasturas tropicales – boletín*. [s.f.]. Vol. 8. no. 1. 1986. p. 6. Disponible en: http://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Elements/DOCUMENTS/1986-vol8-rev1-2-3/Vol8_rev1_86_art3.pdf

SOSA, E.; CABRERA, E. y PÉREZ, D. El uso de vegetación secundaria (Acahuales) para la alimentación de bovinos y ovinos en Quintana Roo. En folleto técnico, campo experimental Chetumal. Febrero, 2006. p 8. Disponible en internet: < http://www.cofupro.org.mx/cofupro/archivo/fondo_sectorial/Michoacan/64michoacan.pdf >

STEINFELD, H.; GERBER, P.; WASSENAAR, T.; CASTEL, V.; ROSALES, M. y CEES, H. La larga sombra del ganado. Roma.2009. p.87. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf>. ISBN 978-92-5-305571-5.

SUÁREZ, M. Comportamiento Agronómico y Valor Nutritivo De Seis Gramíneas Forrajeras Con Fertilización Química En La Zona De Pichincha, Tesis para optar por el título de Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo - Ecuador, Unidad de Estudios a Distancia Modalidad Semipresencial.2013. p.20.

TROPICOS. [En línea]. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Disponible en internet: <<http://www.tropicos.org/>>

VALLEJOS, A.; PIZARRO, E.; CHAVES, C.; PEZO, D. y FERREIRA P. Evaluación agronómica de gramíneas en Guapiles, Costa Rica. 2. Ecotipos de *Panicum maximum*. Past Trop, 11(2).1989. p. 10-15.

VARANO, L. Medición de la productividad primaria neta en Mallines del Noroeste de Patagonia, mediante métodos destructivos y no destructivos. [Tesis Licenciado en Ciencias Químicas]. Buenos Aires [Argentina]: Universidad de Belgrano, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; 2007.p.2.

VELÁSQUEZ, R. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de dos épocas, manejo y condición de paisajes en Muy Muy, Nicaragua. [Tesis Magister science]. Turrialba [Costa Rica]: CATIE; 2005. p.7.

VERGARA, M.; RODRÍGUEZ, S.; RAMOS, J. y SAINZ, C. germinación y manejo de especies forestales tropicales.2002.p.161.

VILLANUEVA, C.; IBRAHIM, M. y CASASOLA, F. Valor económico y ecológico de las cercas vivas, en fincas y paisajes ganaderos.2008.p.15.

WENCOMO, H. Comportamiento agronómico de una asociación de *Leucaena* con otras especies vegetales. Pastos y forrajes. 28 (3). 2005. P. 221-232.

ZÁRATE, S. *Leucaena leucocephala*. Publicado en: *Phytologia* 63(4): 304-306. 2000. Disponible en: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/44-legum26m.pdf

ZULUAGA, A.; ZAPATA, A.; URIBE, F.; MURGUEITIO, E.; CUARTAS, C.; NARANJO, J.; MOLINA, C.; SOLARTE, L. y VALENCIA, L. Capacitación en establecimiento de sistemas silvopastoriles. FEDEGÁN, 2011. p. 9-15. ISBN 978-958-8498-27-0.