

**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**

**CARLOS MANUEL ALVEAR CAICEDO
WILSON MELO MELO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO ANIMAL
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2012**

**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**

**CARLOS MANUEL ALVEAR CAICEDO
WILSON MELO MELO**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Zootecnista**

**Presidente:
JOSÉ EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO.
Zootecnista, M.Sc. Dr.Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN Y PROCESAMIENTO ANIMAL
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2012**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

“Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son responsabilidad exclusiva de los autores”

Artículo 1° del acuerdo N°324 de octubre de 1966, emanado por el Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

JOSÉ EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO. Zoot. M.Sc. Dr.Sc.
Presidente

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

JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA. IA., M.Sc., Dr.Sc.
Jurado

San Juan de Pasto, Noviembre de 2012

DEDICATORIA

Esta meta alcanzada es gracias al apoyo de mi padre y de mi madre, por sus esfuerzos los cuales me llevaron a conseguir mi formación profesional y personal, es por eso que les agradezco de todo corazón.

De igual manera hacen parte de este logro mis hermanos, ya que de una u otra me han acompañado, y apoyado durante estos años.

A Carolina del Mar, por acompañarme, enseñarme y lidiarme por casi ya dos años, le agradezco por brindarme su amor y apoyo a lo largo del tiempo.

De igual manera agradecerle al ingeniero Holger Grajales, por darme la oportunidad de hacer parte de su equipo de trabajo y conocer todo mi municipio.

Y con especial cariño a todas las personas que me han acompañado y han compartido valiosas experiencias en el campo laboral: Albert, Andrés, Félix, Edelmo, Beto, Fatigas, Churro, William, Nery y como muchas otras personas que han contribuido a mi formación.

Gracias.

CARLOS ALVEAR

DEDICATORIA

ESTE TRABAJO ES DEDICADO A:

DIOS, por darme la oportunidad de pertenecer en este maravilloso mundo, por ser el guía de cada uno de mis pasos, por ser el amigo constante en cada una de mis alegrías y tristezas. Gracias por la experiencia adquirida en esta meta alcanzada.

ROSARIO MELO, por darme la vida al ser mi madre, porque eres de mi vida la mejor parte, por darme lo mejor de tu existencia, por enseñarme a vivir, al enfrentar y sobrellevar los problemas por más difíciles que sean. Gracias por ser el ejemplo de una mujer luchadora, dedicada a su trabajo, además quiero agradecerte por la confianza depositada en mí, la paciencia y por hacer posible este gran sueño.

DANIEL MELO, por darme vida al ser mi padre, por ser mi amigo al guiarme con aquellas palabras de aliento en mis momentos más tristes, por amarme tanto y enseñarme a respetar a todo ser humano. Gracias papá por confiar y creer cada día en mí, has sido el mejor padre con errores y aciertos y porque contigo contar siempre puedo.

A mi hermano, HÉCTOR MELO, por todo su apoyo y comprensión en los buenos y malos momentos, además por el inmenso cariño que me ha demostrado. Gracias por confiar en mí, por aquellos momentos divertidos y agradables en las diferentes etapas de mi vida.

A mi novia, DIANA RODRÍGUEZ, por darme la fortaleza y el amor incondicional.

A mis demás familiares y amigos, por su apoyo, respeto y comprensión. Gracias por haber compartido gratos momentos.

A todos mis maestros que de una u otra manera aportaron un granito de arena para cumplir con este sueño.

WILSON MELO MELO

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

JOSÉ EDMUNDO APRÁEZ GUERRERO. Zoot.M.Sc., Dr.Sc.

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

JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA. IA., M.Sc., Dr.Sc.

ARTURO LEONEL GALVEZ CERON Zoot.M.Sc.,

LUÍS RAFAEL BOADA CAJIGAS. Zoot. MSc.

ÁLVARO NARVAEZ G. Y FLIA. Propietario de la finca, vereda El Vado (Cauca).

RAMON LÓPEZ N. Y FLIA. Mayordomo finca Gloria Inés, vereda Remolino (Nariño).

MARIA ALEJANDRA GONZALES, Propietaria Hacienda Versalles, vereda, Patía (Cauca)

GLORIA SANDRA ESPINOSA NARVAEZ. Tecnóloga Química, Ingeniera Acuícola, Laboratorista. Universidad de Nariño.

LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLLA, Zootecnista, secretario Facultad Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño.

CAROLINA DEL MAR ACHICANOY ARIZA, Estudiante noveno semestre Zootecnia

Liseth, secretaria programa de Zootecnia, Universidad de Nariño

Facultad de Ciencias Pecuarias

Laboratorio de Nutrición Animal Universidad de Nariño

Herbario Universidad de Nariño.

A todas aquellas personas que de una u otra manera nos brindaron su apoyo y colaboración en el proceso y culminación de este trabajo de investigación.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en los departamentos del Cauca y Nariño. En el municipio de Taminango, corregimiento El Remolino: Finca Gloria Inés, a una distancia de 89 kilómetros de San Juan de Pasto (vía Panamericana), a 1° 39" de Latitud Norte y 77° 07" de Longitud Oeste, con una extensión total de 180 has. Municipio Mercaderes, Vereda El Vado: Finca El Vado, a 93 kilómetros de San Juan de Pasto (vía Panamericana), a 1° 46" de Latitud Norte y 77° 17" de Longitud Oeste, con una extensión de 215 has. Municipio El Patía, Corregimiento, El Patía: Hacienda Versalles, a 114 kilómetros de San Juan de Pasto (vía Panamericana), ubicada a 02° 06' 56" de latitud norte y 76° 59' 21" de longitud oeste., con una extensión de 80 has.

El trabajo se desarrolló a partir del reconocimiento y recolección de información primaria con ayuda de los productores de la zona, en el período comprendido entre Agosto de 2010 a Julio del 2011, en total se realizaron 24 visitas, seguida de la sistematización y análisis para la identificación de aquellas especies con mayor presencia y uso determinadas por metodologías como transecto y matriz de evaluación de recursos naturales. Si bien se encontró un significativo número de especies, fue necesario profundizar el estudio en algunas de estas, dado que la información respecto a su desarrollo fenológico y su comportamiento en sistemas ganaderos aún es desconocido. Así los resultados encontrados se constituyen en una fuente de información para el diseño de sistemas de producción ganadera más eficientes para estas zonas, a la vez que en la base para la formulación de futuras propuestas de investigación relacionadas con el campo de la agroforestería en ecosistemas regionales.

En la Finca Gloria Inés, se encontraron especies como: *Cratylia argentea*, *Erythrina variegata*, *Acacia macracantha*, *Opuntia ficus indica*, *Delonix regia*, *Cnidoscolus chayamansa*, con promedio de proteína de 22.88% y adecuados porcentajes de materia seca, lo que indica que con arreglos SSP sus potencialidades productivas pueden ser mayores.

Capparis Flexuosa, *Guazuma ulmifolia* (forraje), *Guazuma ulmifolia* (fruto), *Pithecellobium dulce* (forraje), *Pithecellobium dulce* (fruto). Son las arbóreas encontradas en la Finca El Vado, las cuales presentan 32.2% en promedio de materia seca y 15.2% para proteína, factores que son determinantes en el consumo de alimento, biomasa y capacidad de carga.

La Hacienda Versailles, presentó el mayor número de especies susceptibles de utilizarse en sistemas silvopastoriles: *Crescentia cujete*, *Cassia fistula* (Fruto y Forraje), *Samanea saman* (Fruto y Forraje), *Pseudosamanea guachapale* (Fruto y Forraje), *Senna spectabilis* (Fruto y Forraje). El de mayor valor de materia seca correspondió al Igua (*Pseudosamanea guachapale*) con 83%, en contraste con 10.6% que presenta el Totumo (*Crescentia cujete*).

Los resultados de metabolitos secundarios mostraron niveles bajos, que al no tener consumos importantes por parte de los animales no representan alteraciones antinutricionales que puedan afectar la palatabilidad o la digestibilidad de las especies estudiadas.

El comportamiento fenológico de las distintas especies encontradas, fue adecuado, teniendo en cuenta que las condiciones climáticas como temperatura y pluviosidad no fueron las mejores. Sin embargo mostraron resistencia, permaneciendo en su gran mayoría con ciclos vegetativos normales en cuanto a hojas, frutos y flores.

ABSTRACT

The research was conducted in the departments of Cauca and Nariño. Taminango municipality, locality The Remolino: Gloria Inés ranch, a distance of 89 kilometers from San Juan de Pasto (northbound), geographically located at 1 ° 39 "North Latitude and 77 ° 07 'west longitude, municipality Merchants, town El Vado: El Vado Ranch, located at 1 ° 46 "North Latitude and 77 ° 17 'west longitude,. Municipality The Patia locality The Patia: Versailles ranch, located at 02 ° 06 '56 "north latitude and 76 ° 59' 21" west longitude.

The development work is based on the recognition and primary information provided by the producers in the area, in total there were 21 visits, which allowed the identification of those species with greater presence and use. Although there were a significant number of species, further study is needed in some of these, since information regarding their phenological development and behavior in livestock systems is unknown. The results are a source of information for the design of livestock production systems more efficient for these areas, as well as the basis for the formulation of future research proposals related to the field of agroforestry in regional ecosystems.

At the ranch Gloria Ines found species such as *Creatilia. argentea*, *Erythrina variegata*, *Acacia macracantha*, *Opuntia ficus indica*, *Delonix regia*, *Cnidocolus chayamansa*, averaging 22.88% protein and dry matter percentages appropriate, indicating that arrangements SSP its productive potential may be higher.

Capparis flexuosa, *Guazuma ulmifolia* (fodder), *Guazuma ulmifolia* (fruit), *Pithecellobium dulce* (fodder), *Pithecellobium dulce* (fruit). Trees were found in the El Vado, which have averaged 32.2% dry matter and 15.2% for protein factors that determine food consumption, biomass and carrying capacity.

The ranch Versailles, had the highest number of species suitable for use in silvopastoral systems: *Crescentia cujete*, *Cassia fistula* (Fruit and Forage) *Samanea saman* (Fruit and Fodder), *Pseudosamanea guachapale* (Fruit and Forage), *Senna spectabilis* (Fruit and Fodder). The higher value of dry matter corresponded to Igua (*Pseudosamanea guachapale*) with 83%, compared with 10.6% having the Totumo (*Crescentia cujete*)...

The results of secondary metabolites showed low levels, having no significant consumption by animals represent antinutritional alterations that may affect

palatability or digestibility of the species studied.

The phenology of different species found, was adequate, given that weather conditions such as temperature and rainfall were not the best. However showed resistance and remained mostly with leaves, fruits and flowers intact.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	27
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	29
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	31
3. OBJETIVOS	32
3.1 OBJETIVO GENERAL	32
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
4. MARCO TEÓRICO	33
4.1 SISTEMAS AGROFORESTALES	33
4.1.1 Sistemas agrosilvopastoriles	36
4.1.2 Principales Sistemas Silvopastoriles	36
4.1.3 Interacción entre los componentes del sistema.	37
4.2 ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON USO POTENCIAL EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA ZONA DE BOSQUE MUY SECO TROPICAL (bms-T) DEL NORTE DE NARIÑO Y SUR DEL CAUCA	40
4.2.1 Gliricidia sepium(Jacq.) Walp	41
4.2.1.1 Nombre común	41
4.2.1.2 Origen y extensión	41
4.2.1.3 Descripción.	41
4.2.1.4 Fenología:	42
4.2.2 Leucaena leucocephala	43
4.2.2.1 Nombre común	43
4.2.2.2 Origen y extensión.	43

4.2.2.3	Descripción	43
4.2.2.4	Fenología:	44
4.2.3	Guazuma ulmifolia	45
4.2.3.1	Nombre común.....	45
4.2.3.2	Origen y extensión.	45
4.2.3.3	Descripción	45
4.2.3.4	Fenología:	46
4.2.4	Acacia macracantha.....	47
4.2.4.1	Nombre común.....	47
4.2.4.2	Origen y extensión	47
4.2.4.3	Descripción:	47
4.2.4.4	Fenología:	48
4.2.5	Acacia farnesiana:.....	48
4.2.5.1	Nombre común.....	48
4.2.5.2	Origen y extensión.	48
4.2.5.3	Descripción:	48
4.2.5.4	Fenología:	49
4.2.6	Erythrina variegata:	50
4.2.6.1	Nombre común.....	50
4.2.6.2	Origen y extensión.	50
4.2.6.3	Descripción.	50
4.2.7	Cnidoscolus aconitifolius	50
4.2.7.1	Nombre común.....	50
4.2.7.2	Origen y extensión.	50

4.2.7.3	Descripción	50
4.2.8	Cassia fistula:	51
4.2.8.1	Nombre común.....	51
4.2.8.2	Origen y extensión.	51
4.2.8.3	Descripción:	51
4.2.9	Samanea Saman:	52
4.2.9.1	Nombre común.....	52
4.2.9.2	Origen y extensión	52
4.2.9.3	Descripción:	52
4.2.10	Pseudosamanea guachapale:.....	53
4.2.10.1	Nombre común.....	53
4.2.10.2	Origen y extensión.	53
4.2.10.3	Descripción:	53
4.2.11	Pithecellobium dulce.....	54
4.2.11.1	Nombre común.....	54
4.2.11.2	Origen y extensión	54
4.2.11.3	Descripción:	54
4.2.11.4	Fenología:	55
4.2.12	Opuntia ficus indica:.....	55
4.2.12.1	Nombre común.....	55
4.2.12.2	Origen y extensión	55
4.2.12.3	Descripción.	56
4.2.13	Crescentia cujete	56
4.2.13.1	Nombre común.....	56

4.2.13.2	Origen y extensión.	56
4.2.13.3	Descripción:	56
4.2.13.4	Fenología:	57
4.2.14	<i>Erythrina fusca</i>	57
4.2.14.1	Nombre común.	57
4.2.14.2	Origen y extensión	57
4.2.14.3	Descripción:	57
4.2.15	<i>Delonix regia</i> :	58
4.2.15.1	Nombre común.	58
4.2.15.2	Origen y extensión.	58
4.2.15.3	Descripción	58
4.2.16	<i>Capparis Flexuosa</i>	59
4.2.16.1	Nombre común.	59
4.2.16.2	Origen y extensión	59
4.2.16.3	Descripción.	59
4.2.17	<i>Cratylia argentea</i> .	59
4.2.17.1	Nombre común.	59
4.2.17.2	Origen y extensión	59
4.2.17.3	Descripción	60
4.2.18	<i>Senna spectabilis</i>	60
4.2.18.1	Nombre común.	60
4.2.18.2	Origen y extensión.	60
4.2.18.3	Descripción	60
4.2.19.	<i>Ficus cuatrecasana</i> Dugand.	61

4.2.19.1.	Nombre común	61
4.2.19.2.	Origen y extensión.	61
4.2.19.3.	Descripción	61
4.2.20.	Cnidoscolus chayamansa	61
4.2.20.1.	Nombre común	61
4.2.20.2.	Descripción.	61
4.3	IMPORTANCIA DE LA VEGETACIÓN ARBUSTIVA EN LA NUTRICIÓN ANIMAL.....	62
4.3.1	Calidad Nutricional de las Especies Arbóreas de Uso Forrajero.....	63
4.3.2	Metabolitos secundarios de las Especies Arbóreas y Arbustivas de Uso Forrajero.....	67
4.4	SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA ZONA DE BOSQUE MUY SECO TROPICAL (bms - T).....	69
5.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	71
5.1	LOCALIZACIÓN	71
5.2.	METODOLOGÍA	72
5.2.1	Tipo de investigación.	72
5.2.2	Recolección de información	72
5.2.3	Variables Evaluadas:	73
5.2.3.1	Clasificación taxonómica.....	73
5.2.3.2	Análisis Proximal y Metabolitos secundarios	74
5.2.3.3	Fenología	76
5.2.3.4	Condiciones Climáticas y Precipitación.....	76
5.2.4	Materiales y equipos.	77
6.	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	78

6.1	IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS	78
6.2	COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS ESPECIES CON POTENCIAL SILVOPASTORIL	84
6.3	ANÁLISIS DE METABOLITOS SECUNDARIOS	96
6.4	CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL ENSAYO	101
6.4.1.	Temperatura.....	101
6.4.2	Precipitación.....	102
6.5	FENOLOGÍA	103
7.	CONCLUSIONES	111
8.	RECOMENDACIONES	112
	BIBLIOGRAFÍA.....	113
	ANEXOS	120

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1.	Especies con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca.....	78
Tabla 2.	Clasificación taxonómica de especies con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca.....	81
Tabla 3.	Análisis Proximal de las especies con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca.....	84
Tabla 4.	Análisis de Metabolitos de especies con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca.....	97

LISTA FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Clasificación de los sistemas agroforestales basados en la composición de la naturaleza.....	35
Figura 2. Diagrama de flujo simplificado de un sistema silvopastoril	38
Figura 3. Localización del estudio	71
Figura 4. <i>Gliricidia sepium</i>	79
Figura 5. <i>Leucaena leucocephala</i>	80
Figura 6. <i>Acacia farnesiana</i>	82
Figura 7. <i>Delonix regia</i>	83
Figura 8. <i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	83
Figura 9. <i>Senna spectabilis</i>	85
Figura 10. <i>Cnidoscolus chayamansa</i>	86
Figura 11. <i>Guazuma ulmifolia</i>	87
Figura 12. <i>Cassia fistula</i>	88
Figura 13. <i>Crescentia cujete</i>	90
Figura 14. <i>Capparis Flexuosa</i>	91
Figura 15. <i>Opuntia ficus indica</i>	92
Figura 16. <i>Acacia macracantha</i>	93
Figura 17. <i>Pithecellobium dulce</i>	94
Figura 18. <i>Erythrina variagata</i>	95
Figura 19. <i>Samanea saman</i>	99
Figura 20. Estructura básica del colesterol animal y esterol vegetal.....	100
Figura 21. Temperatura promedio mensual	102

Figura 22. Precipitación promedio mensual	103
Figura 23. Comportamiento Fenológico Especies con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca	105

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Familia de las leguminosas.....	40
Cuadro 2. Composición química proximal (%de materia seca) de árboles y arbustos forrajeros consumidos por rumiantes.	64

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA	121
Anexo B. PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA	122

GLOSARIO

ACODILLADO: planta que forma codo debido a que el tallo cambia de dirección en dos entrenudos inmediatos.

ACUMINADO: terminado en punta, generalmente en los órganos foliáceos.

AGROFORESTERÍA: es un nombre colectivo para todos los sistemas de uso de la tierra, donde plantas leñosas, perennes se siembran deliberadamente en la misma unidad de tierra con cultivos agrícolas y/o animales, en combinaciones espaciales o en secuencia temporal.

ALCALOIDES: son compuestos que contienen nitrógeno; generalmente son sustancias básicas, amargas e insolubles en agua. La mayoría de ellos son tóxicos.

ANÁLISIS PROXIMAL: combinación de procedimientos analíticos que se utilizan para cuantificar el contenido de proteínas, materia seca, cenizas y glúcidos de los alimentos, tejidos animales o excretas.

ÁPICE: extremo o punto terminal de cualquier órgano.

AQUENIO: fruto indehisciente, seco y monospermo, con el pericarpio independiente de la semilla, es decir, no soldado con ella.

BAYA: fruto globoso, carnoso, con epicarpio delgado y mesocarpio muy jugoso y carnoso. Generalmente, posee colores vistosos.

BIOMASA: masa seca total, incluye follaje, ramas, troncos y raíces, pero excluye la hojarasca caída y la materia orgánica en descomposición.

BRÁCTEA: órgano foliáceo situado cerca de las flores.

BROMATOLOGÍA: es el análisis de las propiedades químicas de un alimento llevadas a cabo en un laboratorio.

CARBONO FIJADO: se expresa en ton/C/Ha/año. Se refiere a la cantidad de carbono que una unidad de área cubierta por vegetación tiene la capacidad de fijar en un período de tiempo dado, el carbono fijado en una forma temporal de almacenamiento.

CARIÓPSIDE: fruto seco, indehiscente, con el pericarpio delgado y unido a la semilla. Fruto de las gramíneas. Es semejante a la nuez o al aquenio.

CORDIFORME: se aplica al órgano que tiene la forma de corazón.

CULMO: tallo fistuloso y articulado, como el de las gramíneas.

DELTOIDE: aplicase a los órganos laminares, generalmente a las hojas, cuyo contorno recuerda el de un triángulo isósceles.

DEHISCENTE: que se abre para dar salida a su contenido cuando llega a la madurez.

DENDROLOGIA: es la rama de la botánica que se ocupa del estudio de las plantas leñosas, principalmente árboles y arbustos. Utiliza principalmente la descripción de las hojas, tallos, flores y frutos para identificar las distintas especies de árboles a través de claves dicotómicas que las van agrupando por sus características.

DRUPA: fruto carnoso con hueso.

FASCICULADA: se refiere a los órganos agrupados que forman como haces o macollas como sucede en las gramíneas.

FOLIOLO: cada una de las hojuelas que constituyen una hoja compuesta.

FITOTOXINAS: sustancias que son producidas por la planta, que pueden provocar estado de alergia en el animal.

HERBARIO: es una colección de plantas o partes de plantas, preservadas, casi siempre a través de la desecación, procesadas para su conservación, e identificadas, y acompañadas de información importante, como: nombre científico y común, utilidad, características de la planta en vivo y del sitio de muestreo, así como la ubicación del punto donde se colectó. Se llama herbario no sólo a la colección, sino al local o edificio donde se conserva y a la institución específica que lo mantiene, casi siempre dependiente de otra mayor, como un jardín botánico o una facultad universitaria.

IMBRINCADO: se aplica a los sépalos que se cubren por los bordes, como las escamas de los peces.

LANCEOLADA: hoja alargada, aguda en el ápice y con bordes más o menos convexos.

LENTICULAR: que tiene forma de lenteja.

MATERIA SECA: resultado de restar la humedad del material analizado (alimento) y que generalmente se da en términos de porcentaje.

METABOLITOS SECUNDARIOS DE LAS PLANTAS: sustancias tóxicas, producidas por las plantas para protegerse de depredadores.

MÉTODO DE TRANSECTOS: es una banda de muestreo sobre la que se toman los datos definidos previamente. Este método de inventario ha sido utilizado para la estimación de la cobertura de especies de flora o fauna.

OBOVADA: se forma ovada, pero con la parte ancha en el ápice.

PANÍCULA: inflorescencia compuesta, con ramificaciones que decrecen en tamaño de la base al vértice de la misma.

PEDÚNCULO: órgano que soporta una flor de una inflorescencia simple.

PUBESCENTE: cubierto de pelos cortos y suaves.

RAQUIS: prolongación del pecíolo de una hoja compuesta, sobre el cual se insertan los folíolos, y que corresponde al nervio de la hoja.

SAPONINAS: son compuestos amargos producidos por las plantas, que afectan la gustosidad y el consumo del alimento.

SERVICIOS AMBIENTALES: los servicios ambientales son aquellos derivados directamente de elementos de la naturaleza, y cuyos valores y beneficios pueden ser económicos, ecológicos o socioculturales, y que inciden directamente en la protección y el mejoramiento del medio ambiente, propiciando una mejor calidad de vida.

SILVICULTURA: la ciencia que trata de las técnicas que se aplican a las masas forestales para obtener de ellas una producción continua de bienes y servicios demandados por la sociedad.

UMBELA: inflorescencia en que pedicelos parten de un mismo punto en el extremo del pedúnculo, tienen la misma longitud y por lo tanto llegan a una misma altura.

VAINA: base de la hoja más o menos ensanchada que abraza la ramita.

VARIEGADAS: que tienen colores diversos.

VALOR NUTRITIVO: balance de nutrientes de un forraje o alimento para garantizar a los animales la asimilación y el aprovechamiento para el crecimiento y producción.

INTRODUCCIÓN

La ganadería basada en pastoreo ha realizado el mayor cambio en los paisajes rurales en el continente americano y es reconocida como un proceso de enormes repercusiones ambientales y sociales. En América tropical el mayor uso de la tierra de los agroecosistemas se encuentra en pasturas, llegando a ocupar entre el 60-80% del área territorial de muchos países. El incremento de esta actividad se ha hecho sobre la reducción de ecosistemas naturales de bosques tropicales.¹

En Colombia durante los últimos 50 años los bosques se redujeron en un 25%, mientras la ganadería incrementó su ocupación en un 60% más del territorio nacional. Sin embargo, Murgueitio² afirma que: la productividad no se ha incrementado en la misma proporción debida principalmente a la degradación de los suelos y su manejo inadecuado, y por las implantaciones bióticas inapropiadas que interactúan con el paisaje.

En la actualidad, muchas investigaciones se han dedicado a validar sistemas de producción agropecuarios que utilicen como base una modalidad de la agroforestería denominado silvopastoreo (Benavides³; Borel⁴; Radulovich⁵; Amézquita⁶, Murgueitio⁷; Murgueitio e Ibrahim⁸), sistema que combina en el mismo espacio gramíneas, leguminosas, arbóreas y bejucos que permiten la alimentación de herbívoros a través de su follaje y frutos, y les brinda confort con el sombrero.

Se ha postulado que los sistemas silvopastoriles, en donde se combinan diversas formas de producción animal con árboles para diferentes propósitos, responden en parte a los problemas de la deforestación y degradación de los ecosistemas y a la sostenibilidad de la ganadería.

¹ MURGUEITIO, E. y IBRAHIM, M. 2008. Ganadería y medio ambiente en América Latina. Ganadería del futuro, Investigación para el desarrollo. Bogotá. Colombia: FEDEGAN- CIPAV – CATIE – FAO- COLCIENCIAS.

² MURGUEITIO, E. 2004. Sistemas silvopastoriles. Establecimiento y Manejo. CIPA-CATIE. Cali – Colombia: Global Environment Facility – Banco Mundial.

³ BENAVIDES, J. 1983. Investigación de árboles forrajeros: curso corto intensivo sobre técnicas agroforestales con énfasis en la medición de parámetros biológicos y socio-económicos. Costa Rica: CATIE.

⁴ BOREL, R. 1987. Sistemas silvopastoriles para la producción animal en el trópico y uso de árboles forrajeros en la alimentación animal. Cali, Colombia: Memorias VI Encuentro Nacional de Zootecnia.

⁵ RADULOVICH, R. 1994. Tecnologías productivas para sistemas agrosilvopecuarios de ladera con sequía estacional. Serie técnica, informe técnico 222. Costa Rica: CATIE.

⁶ AMÉZQUITA, M.C. 2002. Investigación en árboles forrajeros: curso corto intensivo sobre técnicas agroforestales con énfasis en la medición de parámetros biológicos y socioeconómicos. Costa Rica: CATIE.

⁷ MURGUEITIO, Ganadería y medio ambiente en América Latina. Op. Cit.

⁸ Ibíd.

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, en donde la cantidad de biomasa disponible para el consumo es escasa.

El propósito de la presente investigación fue identificar especies arbóreas y arbustivas, que sirvan como fundamento en el diseño e implementación de sistemas sostenibles de producción en el bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y Sur del Cauca, además de establecer los patrones fenológicos de las especies encontradas, su potencial nutricional en conjunto con la presencia o ausencia de metabolitos secundarios, que permitan una adecuada disponibilidad forrajera acompañada de una mejor planificación en la alimentación animal.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

“Si bien en los últimos años se ha tenido una mayor acogida por parte de los productores, de los componentes arbóreos dentro de sus sistemas productivos, tradicionalmente los tipos de utilización de la tierra establecidos en Colombia y en muchos países de América Latina han menospreciado estos recursos aislandolos dentro de las funciones productivas y generadoras de servicios en los sistemas productivos agropecuarios”⁹, siendo la investigación desarrollada en torno a los componentes arbóreos y arbustivos en el ámbito ganadero muy escaso en las regiones de bms-T, lo anterior dado el poco interés de instituciones e investigadores por la búsqueda de alternativas de producción más eficientes que involucren los componentes arbóreos.

“En este sentido, la ganadería bovina en Colombia amerita una mayor atención, para encontrar verdaderos niveles de productividad y competitividad”¹⁰, “además de vislumbrar alternativas que permitan mitigar y dar solución a los efectos medioambientales relacionados con el actual sistema de producción; donde el silvopastoreo es una alternativa dentro del marco de la agroforestería”¹¹, que debería tener más acogida para hacer uso racional y eficiente del agua, el suelo y la biodiversidad, analizando el sistema desde un punto de vista holístico.

Además, dadas las características propias de los pastos tropicales, con proteína digestible y alta fibra, el follaje de especies arbóreas y arbustivas, pueden constituir en muchos casos una estrategia nutricional en la suplementación animal, principalmente durante los períodos de escasez de forraje, ya que muchas de estas especies tienen valores alimenticios superiores a los de los pastos y pueden producir elevadas cantidades de biomasa comestible que son más sostenidas en el tiempo bajo condiciones de cero fertilización. Es importante resaltar, que las especies arbustivas y arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las hojas, como sí lo hacen la gran mayoría de las gramíneas, por esta razón su mayor estabilidad en la calidad nutricional del follaje¹².

⁹ BOTERO, A., DE LA OSSA, L. y JAIME, V. 2010. Estudio de caso: un sistema de producción silvopastoril con enfoque agroecológico, departamento del Magdalena, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Animales*. 2(1): 225-242.

¹⁰ MEHECHA, L. 2003. Importancia de los sistemas silvopastoriles y sus principales limitantes para su implementación en la ganadería Colombiana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 16(1):11-18

¹¹ OSPINA, A. 2003. Agroforestería, Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Asociación del Colectivo de Agroforestería del Sur Occidente Colombiano. Primera Ed. Cali. 209 p.

¹² HERNÁNDEZ, I., MILERA, M., SIMÓN, L., HERNÁNDEZ, D., IGLESIAS, J., LAMELA, L., TORAL, O., MATÍAS, C. y GERALDINE, F. 1998. Avances en las investigaciones en sistemas silvopastoriles en Cuba. Conferencia electrónica de la FAO_CIPAV sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Artículo No. 4. En línea: <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/agrofor1/HERNAND4.HTM>

Por ende, y teniendo como base que no existe una investigación sistemática, que permita identificar con certeza los árboles y arbustos más apropiados, desde el punto de vista de su producción de forraje, de la calidad nutritiva de su follaje y de su comportamiento fenológico en el bms-T del norte de Nariño y el sur de Cauca, la presente investigación pretende ser una fuente de información para el diseño de sistemas de producción ganadera más eficientes para esta zona, basados en los sistemas silvopastoriles, identificando las potenciales especies arbustivas y arbóreas con aptitud forrajera para esta zona de Colombia.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Dadas las condiciones actuales de cambio climático global, reducción de la cobertura vegetal, desertificación local, y pauperización de sus comunidades, con la consecuente necesidad alimenticia para producción ganadera, ¿es posible identificar especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero para sistemas silvopastoriles en la zona de bms-T del norte de Nariño y sur del Cauca?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar botánica, nutricional y fenológicamente, las especies arbóreas y arbustivas con uso potencial para sistemas silvopastoriles en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar y seleccionar especies arbóreas y arbustivas con uso potencial para sistemas silvopastoriles en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca.
- Realizar la clasificación taxonómica de las diferentes especies arbóreas y arbustivas con uso potencial para sistemas silvopastoriles en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca.
- Identificar el potencial nutricional de cada una de las especies encontradas en el estudio, con uso potencial para sistemas silvopastoriles en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca.
- Establecer los patrones fenológicos de las principales especies forrajeras, con uso potencial para sistemas silvopastoriles en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 SISTEMAS AGROFORESTALES

La agroforestería es el cultivo deliberado de árboles en la misma unidad de tierra que los cultivos agrícolas y/o la cría de animales, ya sea en forma de mezcla espacial o en secuencia temporal. “Debe existir una interacción significativa entre los elementos arbóreos y no arbóreos del sistema, ya sea en términos ecológicos y/o económicos”¹³.

“Los sistemas agroforestales son una forma de uso de la tierra en donde leñosas perennes interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales; el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando el principio de sostenibilidad”¹⁴.

“La agroforestería se puede considerar como la combinación multidisciplinaria de diversas técnicas ecológicamente viables, que implican el manejo de árboles o arbustos, cultivos alimenticios y/o animales en forma simultánea o secuencial, garantizando a largo plazo una productividad aceptable y aplicando prácticas de manejo compatibles con las habituales de la población”¹⁵.

Se trata del uso de una serie de técnicas que combinan la agronomía, la silvicultura y la zootecnia para lograr un adecuado manejo del conjunto y las interdependencias entre cada uno de sus elementos, se fundamenta en principios y formas de cultivar la tierra basado en mecanismos variables y flexibles en concordancia con objetivos y planificaciones propuestos, permitiendo al agricultor diversificar la producción en sus fincas o terrenos, obteniendo en forma asociativa madera, leña, frutos, plantas medicinales, forrajes y otros productos agrícolas¹⁶.

Un sistema agroforestal puede ser definido como la unidad diseñada por el hombre que reúne componentes bióticos (cultivos, árboles, animales) y abióticos

¹³ PALOMEQUE, E. 2009. Sistemas Agroforestales. Revisado noviembre 2010. En: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/sistemas-agroforestales/sistemas-agroforestales.pdf>

¹⁴ LÓPEZ, T. 2007. Sistemas agroforestales 8. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados. Puebla. 8 p.

¹⁵ MUSÁLEM, M. 2001. Sistemas agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma de Chipingo. División de Ciencias Forestales. 120.p

¹⁶ RAMÍREZ, P. 2005. Diseño de un sistema Agroforestal basado en café robusta que incrementa la sustentabilidad, rentabilidad y equidad, en la Amazonía ecuatoriana. Universidad Católica de Temuco. Tesis de Maestría. 192 p.

(agua, suelo, minerales, aire) integrados y complementarios entre sí y que tienden a reproducir el equilibrio del bosque. Los sistemas agroforestales se orientan a permitir actividades productivas en condiciones de alta fragilidad, con recursos naturales degradados, mediante una gestión económica eficiente, alterando al mínimo la estabilidad ecológica, lo que contribuye a alcanzar la sostenibilidad de los sistemas de producción y como consecuencia, mejorar el nivel de vida de la población rural (Torres¹⁷). Por lo tanto, los sistemas agroforestales persiguen objetivos tanto ecológicos como económicos y sociales.

La agroforestería también puede desempeñar una función importante en la conservación de la diversidad biológica dentro de los paisajes deforestados y fragmentados, suministrando hábitats y recursos para las especies de animales y plantas; manteniendo la conexión del paisaje, facilitando el movimiento de animales, semillas y polen, haciendo las condiciones de vida del paisaje menos duras para los habitantes del bosque; reduciendo la frecuencia e intensidad de los incendios; potencialmente disminuyendo los efectos colindantes sobre los fragmentos restantes; y aportando zonas de amortiguación a las zonas protegidas.

Bajo el nombre de sistemas agroforestales se agrupa un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la combinación o asociación deliberada del componente leñoso (forestal o frutal) con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno.

Los tres principales componentes agroforestales, plantas leñosas perennes (árboles), cultivos agrícolas y animales (pastizales), definen las siguientes categorías, las cuales se basan en la naturaleza y la presencia de estos componentes (Figura 1):

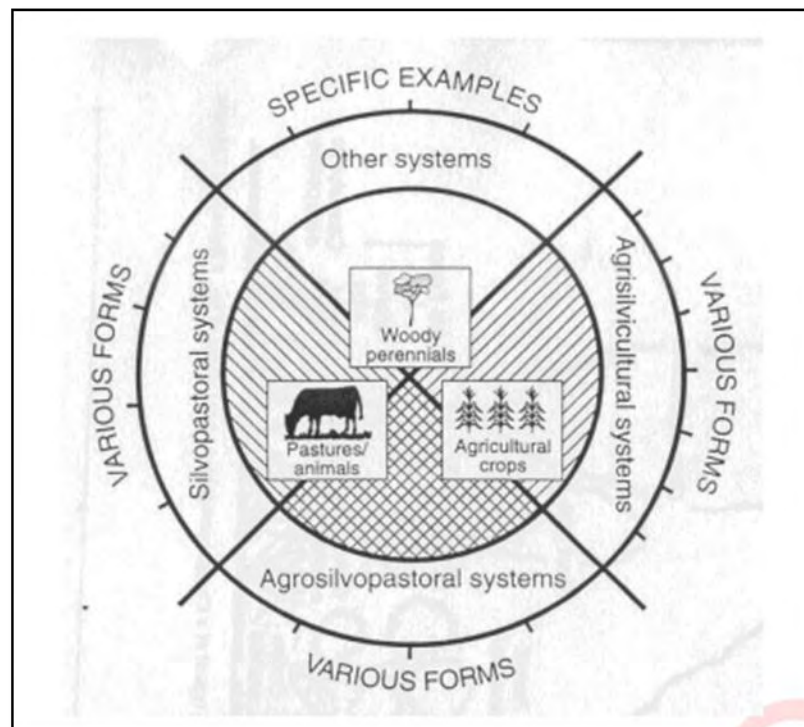
- ✓ **Sistemas silvoagrícola:** consisten en alternar árboles y cultivos de temporadas (anuales o perennes).
- ✓ **Sistemas silvopastoriles:** consisten en alternar árboles y pastizales para sostener la producción animal.
- ✓ **Sistemas agrosilvopastoriles:** consisten en alternar árboles, cultivos de temporada y pastizales para sostener la producción animal.

¹⁷ TORRES *et al.* 2008. Agroforestería: una estrategia de adaptación al cambio climático. Lima: Soluciones Prácticas-ITDG.

Sánchez. 1995.¹⁸ Afirma que:

“El enfoque de Sistemas Agroforestales debe incluir una visión holística donde se contemple la rehabilitación de ecosistemas, la investigación en la interacción entre fuentes inorgánicas y orgánicas de nutrientes para diversas estrategias de reposición de la fertilidad del suelo; las interacciones biofísicas entre árboles y cultivos a diferentes escalas espaciales y temporales y sus interacciones con el medio ambiente, en función de agua y nutrientes; los efectos de las prácticas agroforestales sobre la biodiversidad, incluyendo la biodiversidad del suelo, la retención de carbono y emisiones de gases de invernadero; y en el largo plazo, la resistencia del recurso natural de base, a nivel de campo y de paisaje.”

Figura 1. Clasificación de los sistemas agroforestales basados en la composición de la naturaleza



Fuente: Torres, 2008

De acuerdo al tiempo y al espacio, los sistemas agroforestales se clasifican en:

- Sistema Agroforestales secuenciales
- Sistemas agroforestales simultáneos

¹⁸ SÁNCHEZ, M.D. 1995. Integration of livestock with perennial crops. World Animal Review. 82(1):50-57

- Cercas vivas y cortinas rompe vientos

4.1.1 Sistemas agrosilvopastoriles. Bajo el nombre de sistemas agrosilvopastoriles (SASP) se agrupa un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implica la combinación o asociación deliberada de un componente leñoso (forestal o frutal) con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno, con interacciones significativas ecológicas y/o económicas o solo necesariamente biológicas entre los componentes. Estas combinaciones pueden ser simultáneas ó secuenciales en el tiempo y en el espacio, y su objetivo es optimizar la producción del sistema y procurar un rendimiento sostenido.

Donde los Sistemas agrosilvopastoriles simultáneos, consisten en la asociación simultánea y continúa de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple, y/o ganadería. Estos sistemas incluyen asociaciones de árboles con cultivos anuales o perennes, huertos caseros mixtos y sistemas silvopastoriles.

Los componentes del sistema silvopastoril secuencial, presentan una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos, es decir que los cultivos anuales y las plantaciones de árboles cumplen un ciclo en el tiempo. En esta clasificación se incluyen los sistemas taungya y la agricultura migratoria.

4.1.2 Principales Sistemas Silvopastoriles. “Las combinaciones posibles de leñosas perennes con pasturas y animales son muy diversas. Las principales son”¹⁹:

- **Bosque de proteínas:** sistema multiestrato caracterizado por la diversidad de especies y la complementariedad entre ellas.
- **Cercas vivas:** siembra de leñosas perennes para la delimitación de potreros o propiedades.
- **Leñosas perennes en callejones:** bandas o hileras de leñosas perennes (preferentemente leguminosas) de rápido crecimiento, con cultivos anuales o pasturas sembrados en el espacio intermedio.

¹⁹ GÁLVEZ, ARTURO. 1998. El cuy (*Cavia porcellus*) y el bosque de proteínas. Tesis Maestría Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Convenio Universidad Javeriana, CIPAV, IMCA. 171 p.

- **Pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales:** pastoreo en plantaciones de maderables (pino, eucalipto) y frutas (coco, palma de aceite, mango, cítricos, achiote, chontaduro).
- **Barreras vivas:** cultivo de leñosas en callejones en terrenos con pendientes muy pronunciadas.
- **Cortinas rompe vientos:** leñosas sembradas alrededor de áreas de pastoreo o de corte, protegen al ganado de la lluvia y el viento.
- **Árboles y arbustos dispersos en el potrero:** leñosas dispersas en los potreros, ya sea por regeneración natural, selección de leñosas después de haber transformado el bosque en potrero o por la introducción de árboles en un potrero ya existente.
- **Sistema silvopastoril de alta densidad:** sistema diseñado intencionalmente para conseguir la integración de leguminosas arbóreas con gramíneas herbáceas, donde el ganado cosecha su propio alimento y se maximizan las ventajas de la incorporación de árboles en los potreros.

Cada sistema tiene sus propias funciones, y su implementación depende de los objetivos del productor, tamaño de la finca, localización, topografía, mercado, disponibilidad de mano de obra y de capital, entre otros.

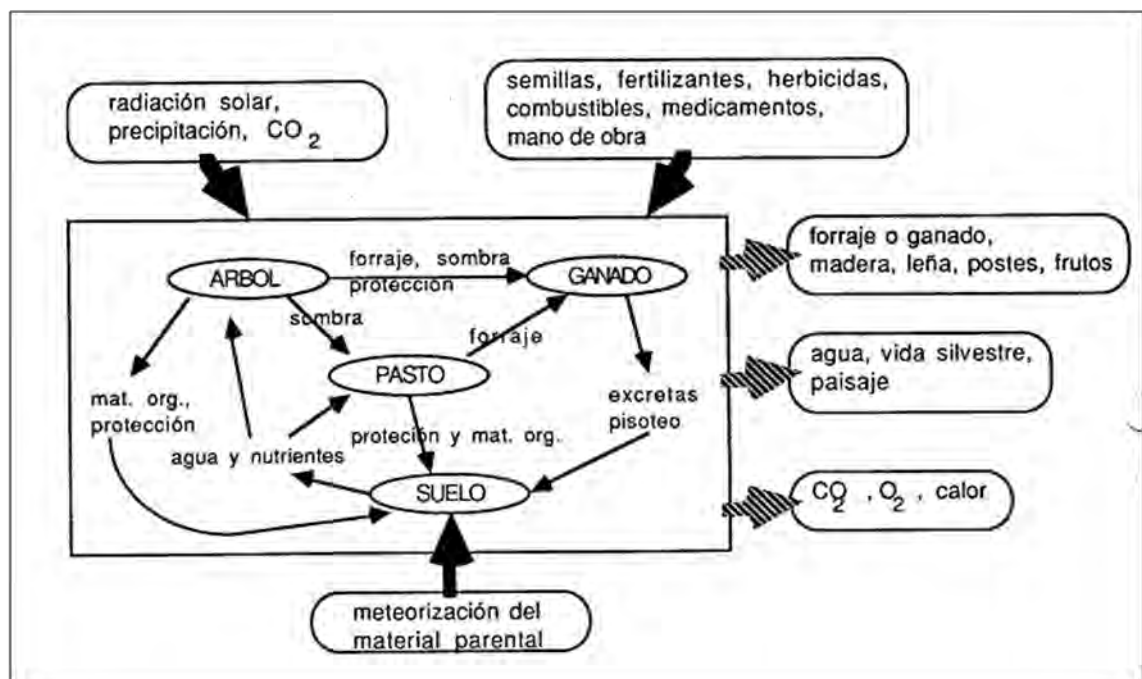
4.1.3 Interacción entre los componentes del sistema. El efecto ocasionado por la presencia de árboles en los potreros sobre la producción animal y de pasto es uno de los aspectos más controversiales para la adopción de tecnologías silvopastoriles. Esto se debe principalmente a la complejidad de las interacciones biológicas entre las especies y de éstas con el suelo y el ambiente. En un sistema de pasturas con árboles el entendimiento y control sobre sus interacciones es determinante en el balance de complementariedad y competencia entre las poblaciones.

Los sistemas agroforestales cumplen numerosas interacciones, de doble vía, entre sus componentes. Algunas de las posibles interacciones son las siguientes: el efecto de los árboles sobre los pastos y sobre los cultivos y estos a su vez sobre los árboles, el efecto de los árboles sobre los animales y los animales sobre los árboles y el efecto del árbol sobre el hombre y el hombre sobre el árbol, los

cultivos y los animales. Estas interacciones pueden ser positivas o negativas. Sin embargo, el propósito de implementar sistemas agroforestales es satisfacer las necesidades básicas del hombre mediante el aprovechamiento y optimización de todas las interacciones positivas.

Los árboles son componentes básicos de los sistemas agroforestales; cumplen numerosas funciones, pero es el hombre quien finalmente decide, selecciona y maneja las especies que quiere mantener en la finca.

Figura 2. Diagrama de flujo simplificado de un sistema silvopastoril



Fuente: Russo, 1994

Algunas de estas interacciones, resumidas por diversos autores, son las siguientes (Borel²⁰; Bronstein²¹; Montagnini²²; Torres²³):

²⁰ BOREL, R. 1987. Interacciones en los sistemas agroforestales: hombre-árbol-cultivo-animal. Avances en Investigación Agroforestal, Actas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p.p. 105-138

²¹ BRONSTEIN, G. 1983. Los árboles en la producción de pastos. Curso corto Intensivo de práctica agroforestales con énfasis en la Medición y Evaluación de parámetros biológicos y socio-económicos. Turrialba. Costa Rica, CATIE.

²² MONTAGNINI, F. 1992. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. 2 Ed. San José, Costa Rica. Organización para estudios tropicales. 622 p.

²³ TORRES, F. 1985. El papel de las leñosas perennes en los sistemas agrosilvopastoriles. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 46 p.

- Los árboles aportan materia orgánica al suelo en forma de hojas, flores, frutos, ramas y raíces muertas que se desprenden periódicamente. Además, absorben elementos en horizontes más profundos y los depositan en la superficie, haciéndolos disponibles para los pastos. En el caso de los árboles fijadores de nitrógeno (AFN) es lógico suponer un beneficio adicional.
- Los árboles proporcionan un microclima favorable para los animales (sombra y disminución de la temperatura). La magnitud del sombreado depende de la cantidad de árboles por unidad de superficie, el diámetro de las copas y su frondosidad. La sombra protege al animal del excesivo calentamiento por insolación directa y reduce la temperatura ambiental, la cual se relaciona con el balance térmico del animal; temperatura menor que la corporal se traduce en mayor consumo; aunque es discutido si también es mayor productividad animal.
- Los árboles pueden competir con la pastura por agua, nutrientes, luz y espacio y el efecto será mayor en la medida que los requerimientos sean similares. La caída natural de las hojas y la poda, modifican los requerimientos y la disponibilidad de agua, luz y nutrimentos en los componentes del sistema. La adecuada selección de especies, épocas y frecuencias de podas, puede ayudar a atenuar la competencia o dirigirla convenientemente.
- Si la carga animal es alta o los árboles están en grupos, debajo de los cuales los animales se concentren en busca de sombra, la compactación de los suelos puede afectar el crecimiento de los árboles y el pisoteo puede afectar la cobertura herbácea y dar origen a focos de erosión.
- Las preferencias alimenticias de los animales pueden afectar la composición del bosque (con el tiempo predominan las especies no apetecidas por el ganado)
- La presencia del componente animal cambia y puede acelerar algunos aspectos del ciclaje de nutrimentos al retornar al suelo, heces y orina.
- Los animales pueden diseminar las semillas, o escarificarlas, lo cual favorece la germinación.

4.2 ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON USO POTENCIAL EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA ZONA DE BOSQUE MUY SECO TROPICAL (bms-T) DEL NORTE DE NARIÑO Y SUR DEL CAUCA

El uso de especies arbóreas y arbustivas en la alimentación animal comprende un gran número de especies, las cuales son utilizadas como fuentes de alimentación, y se constituyen como una alternativa viable en los sistemas de producción pecuaria (Clavero, 1996).

Se puede afirmar que, después de las gramíneas, las leguminosas son las plantas que aportan la mayor cantidad de forraje tanto para el ganado doméstico como para la fauna silvestre. Las leguminosas tropicales constituyen una fuente valiosa de energía y proteína para rumiantes en pastoreo, se distinguen por su simbiosis con *Rhizobium* y con otros organismos intercambiantes de nitrógeno y su aporte al sistema (Chongo y Galindo, 1995; Febles *et al*, 1995; Whiteman, 1976; Mendoza, 1996; Becerra, 1986; Brewbaker, 1976).

Los árboles y arbustos de la familia *Leguminosae* (cuadro 1), están representados en gran variedad de tipos de vegetación, los cuales son utilizados desde la antigüedad por su versatilidad y naturaleza de ser multipropósito (Clavero, 1996).

Cuadro 1. Familia de las leguminosas

MIMOSÁCEAS	CESALPINÁCEAS	PAPILIONÁCEAS
Hojas compuestas	Hojas compuestas	Hojas compuestas muchas veces trifoliadas
Flores radiadas con frecuencia, pequeñas y en capítulos, inflorescencia espiciforme, estambres libres muy numerosos y vistosos.	Flores con 5 pétalos libres (corola no amariposada)	Flores amariposadas de 5 pétalos modificados (2 alas, 1 estandarte, 1 quilla)
<i>Géneros: Acacia, calliandra, enterolobium, inga, prosopis, leucaena, pithecellobium</i>	<i>Bauhinia, brownea, cesalpinia</i>	<i>Phaseolus, crotalaria, erythrinas, gliricidia</i>

Fuente: Gómez *et al*, 1997. CIPAV - Colombia

4.2.1 *Gliricidia sepium*(Jacq.) Walp. Para Hughes²⁴, es conocido comúnmente como gliricidia, madre de cacao, mata-ratón, madero negro y mother of cocoa (en inglés), es un árbol caducifolio de tamaño pequeño o mediano y sin espinas, con un tronco corto y una copa esparcida e irregular. Nativo de México y de América Central, ha sido cultivado extensamente en regiones tropicales y subtropicales.

4.2.1.1 Nombre común. mata-ratón, madre cacao, madero negro.

4.2.1.2 Origen y extensión. Se extiende naturalmente desde el sur de México, por toda América Central hasta Colombia, Venezuela y las Guyanas. Su amplitud ecológica va de los 7°30' de latitud sur en Panamá, hasta los 15°30' latitud norte en el noroeste de México.

4.2.1.3 Descripción²⁵.

- **Forma.** Árbol, arbusto caducifolio, de 2 a 15 metros (m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho entre 25 y 60 centímetros (cm).
- **Copa/hojas.** Copa irregular. Amplia cobertura del follaje. Hojas compuestas, alternas, e imparipinnadas. Miden de 12 a 30 cm de largo. Compuestas por 7 a 25 folíolos opuestos de 3 a 8 cm de largo por 2 a 4 cm de ancho, ovados a elípticos, con el margen entero.
- **Tronco/ramas.** Tronco un poco torcido. Ramas ascendentes y luego horizontales. La forma del árbol es variable, desde erecta y reta en algunas procedencias, hasta retorcida y muy ramificada, con tallos múltiples originados cerca de la base.
- **Corteza.** La parte externa es escamosa a ligeramente fisurada, color pardo amarillenta a pardo grisácea y la interna es de color crema amarillenta, fibrosa, con olor y sabor a rábano. Grosor total es de 8 a 10 mm.

²⁴ HUGHES, C.E. 1987. Biological considerations in designing a seed collection strategy for *Gliricidia sepium* (Jacq.)Walp.(Leguminosae).Commonwealth Forestry.Review. 66(1): 31-48.

²⁵ FRANCIS. J.K. AND C.R., ELEVITCH. 2006. *Gliricidia sepium* Species (ed.). Elevitch C.R. In: 2.1. ver. (gliricidia), Hawaii. Hōlualoa, (PAR), Resources Agriculture Permanent Agroforestry. Island Pacific for Profiles<<http://www.traditionaltree.org>

- **Flor(es).** Las flores son rosadas y se agrupan en racimos densos de 10 a 20 cm de largo, situados en las axilas de las hojas caídas. Cada racimo tiene 15 a 50 flores zigomorfas, de 2 a 3 cm de largo, dulcemente perfumadas. Corola en forma de mariposa.
- **Fruto.** Vainas lineares y dehiscentes, aplanadas, de 10 a 20 cm de largo y 1 a 3 cm de ancho, agudas, péndulas, con nervadura fina, verde limón o pardo claras cuando nuevas y oscuras al madurar. Cada vaina con 3 a 10 semillas.
- **Semillas.** Las semillas son pardo-amarillentas, de 7.9 a 18 mm de largo por 12 a 15 mm de ancho, casi redondas, aplanadas, de superficie lisa. El hilo es blancuzco, ligeramente protuberante y contiguo al micrópilo. La testa es dura y ósea.
- **Raíz.** En plantas provenientes de semillas el sistema radical es fuerte y profundo, con una raíz pivotante y raíces laterales en ángulos agudos respecto de la raíz principal. En las plantas provenientes de estacas, las raíces son superficiales.
- **Usos.** Cerca viva; para la producción de maderos pequeños, leña y forraje, y como un árbol de sombra y poste viviente para hortalizas en sistemas agroforestales.
- **Sexualidad.** Hermafrodita.
- **Número cromosómico.** $2n = 22, 28$.

4.2.1.4 Fenología:

- **Follaje.** Caducifolio. Los árboles pierden las hojas en la época de floración.
- **Floración.** En su ámbito natural la floración es relativamente uniforme.
- **Fructificación.** los frutos maduran de febrero a julio

- **Polinización.** Entomófila. La polinización primaria es llevada a cabo por abejorros (*Xylocopa fimbriata* y *Centris*)

4.2.2 Leucaena leucocephala. Es una leguminosa arbórea que puede alcanzar alturas comprendidas entre los 2,0 y los 20,0 metros (Franzolin y Velloso²⁶; Espinoza²⁷). Es una especie tropical que requiere temperaturas diurnas entre 25 a 30°C para un crecimiento óptimo (FAO²⁸). Es muy resistente a la sequía, ya que posee un sistema radical profundo, el cual se puede extender hasta 5 m para obtener el agua subterránea. Tiene la capacidad de desarrollarse en zonas con precipitaciones entre los 300 y 3000 mm/año. No tolera suelos con mal drenaje interno, puede crecer en suelos de baja fertilidad natural, pero con buen drenaje y sin problemas de aluminio intercambiable (Espinoza²⁹). Resultados obtenidos en el Estado Cojedes y en invernaderos, reflejan que existen ciertos ecotipos o accesiones de leucaena que se adaptan a condiciones de suelos ácidos y su permanencia y capacidad de adaptación dependerá del manejo a que sea sometida la planta (Espinoza y Gil³⁰).

4.2.2.1 Nombre común. Leucaena

4.2.2.2 Origen y extensión. Originaria de América tropical, aparentemente del sur de México. Se extiende por todo centro y sur América.

4.2.2.3 Descripción:³¹

- **Forma.** Árbol o arbusto caducifolio o perennifolio, de 3 a 6 m (hasta 12 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 25 cm.

²⁶ FRANZOLIN, R. Y L. VELLOSO. 1987. Aspectos tóxicos da *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Rev.Fac.Med. Vet. Zootec.Univ. S. Paulo 11(1): 37-47.

²⁷ ESPINOZA, F., R. TEJOS, E. CHACÓN, L. ARRIOJAS Y P. ARGENTI. 1998. Producción, valor nutritivo y consumo por ovinos de *Leucaena leucocephala*. II. Valor nutritivo. Zoot. Trop., 16(2):163-182.

²⁸ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO) 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. In: Skermam, P., Cameron, D. y Riveros, F. (Eds). Colección FAO: Producción y protección vegetal, Roma. p. 603 - 612.

²⁹ ESPINOZA *et al.* 1998. *Ibid*

³⁰ ESPINOZA, F. Y P. ARGENTI. 1999. Usos comunes y alternativos de la especie forrajera *Leucaena leucocephala*. Carabobo Pecuario, Nº 144:12-13

³¹ ZÁRATE, S. 1987. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit subsp. *Glabrata*. *Phytologia* 63(4): 304-306.

- **Copa/hojas.** copa redondeada, ligeramente abierta y rala. Hojas alternas, bipinnadas, de 9 a 25 cm de largo, verde grisáceas y glabras; folíolos de 11 a 24 pares, de 8 a 15 mm de largo, elípticos y algo oblicuos.
- **Tronco/ramas.** Tronco usualmente torcido y se bifurca a diferentes alturas. Ramas cilíndricas ascendentes. Desarrolla muchas ramas finas cuando crece aislado.
- **Corteza.** Externa, lisa a ligeramente fisurada, gris-negruzca, con abundantes lenticelas longitudinales protuberantes. La corteza interna de color crema-amarillento, fibrosa, amarga, con olor a ajo. Grosor total de 3 a 4 mm.
- **Flor(es).** Cabezuelas, con 100 a 180 flores blancas, de 1,2 a 2,3 cm de diámetro; flor de 4,1 a 5,3 mm de largo; pétalos libres; cáliz de 2,3 a 3,1 mm.
- **Fruto.** Vainas oblongas, estipiadas, en capítulos florales de 30 o más vainas, de 11 a 25 cm de largo por 1,2 a 2,3 cm de ancho, verdes cuando tiernas y cafés cuando maduras; conteniendo de 15 a 30 semillas.
- **Semillas.** Semillas ligeramente elípticas de 0,5 a 1 cm de largo por 3 a 6 mm de ancho, aplanadas, color café brillante, dispuestas transversalmente en la vaina. La semilla está cubierta por una cera que retarda la absorción de agua durante la germinación.
- **Raíz.** Raíz profunda y extendida. La raíz primaria penetra en las capas profundas del suelo y aprovecha el agua y los minerales por debajo de la zona a la que llegan las raíces de muchas plantas agrícolas.
- **Usos.** Cercos vivos y arboles dispersos en potreros para sombrío y no se presentan sistemas silvopastoriles intensivos de esta especie.

4.2.2.4 Fenología:

- **Follaje.** Caducifolio/ perennifolio

- **Floración.** Florece a lo largo del año dependiendo de la precipitación o disponibilidad del agua.
- **Fructificación.** fructifica a lo largo del año. Los frutos maduran de marzo a abril.
- **Polinización.** Entomófila.

4.2.3 Guazuma ulmifolia:³²

4.2.3.1 Nombre común. Guácimo.

4.2.3.2 Origen y extensión. Originario de América tropical. Se extiende desde México hasta América del sur (noreste de Argentina, Ecuador, Colombia, Perú, Paraguay, Bolivia, Brasil) y en el Caribe. En Centroamérica prospera en altitudes de hasta 1200 m, siendo más frecuente por debajo de los 500 m, en regiones con estación seca.

4.2.3.3 Descripción:³³

- **Forma.** Árbol mediano o arbusto, caducifolio, de 2 a 15 m de altura, con un diámetro a la altura del pecho entre 30 a 40 cm. En algunos casos se desarrolla como arbusto muy ramificado y en otros como un árbol monopódico.
- **Copa/hojas.** Copa abierta, redondeada y extendida. Hojas alternas, simples; láminas de 3 a 13 cm de largo por 1,5 a 6,5 cm de ancho; ovadas o lanceoladas, con el margen aserrado; de color verde oscuras y rasposas en el haz y verde grisáceas amarillentas y sedosas en el envés.

³² _____. 1789. *Guazuma ulmifolia* Lam. Encyclopédie Méthodique, Botanique 3:52. Revisado en Diciembre de 2011. En: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/66-sterc1m.pdf

³³ FRANCIS. J.K. AND C.R., ELEVITCH. 2006. *Gliricidia sepium* Species (ed.). Elevitch C.R. In: 2.1. ver. (gliricidia), Hawaii. Hōluāloa, (PAR), Resources Agriculture Permanent Agroforestry. Island Pacific for Profiles <<http://www.traditionaltree.org>

- **Tronco/ramas.** Tronco más o menos recto, produciendo a veces chupones, frecuentemente ramificado a baja altura (desde la base). Ramas largas muy extendidas, horizontales o ligeramente colgantes.
- **Corteza.** La parte externa es ligeramente fisurada, desprendiéndose en pequeños pedazos, pardo grisácea. La parte interna es de color amarillento cambiando a pardo rojizo o rosado, fibrosa, dulce a ligeramente astringente. Grosor total: 5 a 12 mm.
- **Flor(es).** En panículas de 2 a 5 cm de largo, flores actinomorfas pequeñas, blancas y amarillas con tintes castaños, con olor dulce, de 5 mm de diámetro; cáliz vellosa de 2 a 3 lóbulos, sépalos verdosos y pétalos de color crema.
- **Fruto.** Cápsula de 3 a 4 cm de largo, en infrutescencias de 10 cm, ovoide, con numerosas protuberancias cónicas en la superficie, moreno oscura a negra cuando está madura, olor y sabor dulce. Permanecen largo tiempo en el árbol.
- **Semillas.** Semillas numerosas (entre 40 a 80) de menos de 1mm, duras, redondeadas, pardas. Los frutos se abren en el ápice o irregularmente por poros
- **Sexualidad.** Hermafrodita.
- **Usos.** silvopastoriles, se lo observe en cercas vivas, disperso en potreros, en pequeños bosques donde la cantidad de semilla producida es una excelente fuente de proteína y fibra cruda

4.2.3.4 Fenología:

- **Follaje.** Caducifolio. En la época seca pierde sus hojas durante un corto período.
- **Floración.** Florece casi todo el año especialmente de abril a octubre.

- **Fructificación.** los frutos maduran casi todo el año, especialmente de septiembre a abril.

4.2.4 *Acacia macracantha*:³⁴

4.2.4.1 Nombre común. Trapiche, romerillo, orejero,

4.2.4.2 Origen y extensión. Áreas secas de países sur americanos.

4.2.4.3 Descripción:

- **Forma.** Leñoso, de hasta 12 metros de altura.
- **Copa/hojas.** compuestas, con hojitas muy pequeñas de color verde oscuro en gran número
- **Tronco/ramas.** marrón oscuro, con ramas marrones-verdosas, espinas alargadas.
- **Flor(es).** en motitas de color amarillo-mostaza, muy perfumadas.
- **Fruto.** tipo vaina mediana y curvada de color marrón oscuro, con semillas marrones-verdosas.
- **Usos.** Fines curativos: los extractos de las flores se usan para los dolores de cabeza y en el tratamiento de la indigestión. La fruta verde en emplastos como astringente y una decocción de la fruta se usa para tratar la disentería y las inflamaciones de la piel por golpes o traumas

³⁴ MARTOS, J., SCARPATI, M., ROJAS, C. y DELGADO, G. 2009. Fenología de algunas especies que son alimento para la pava aliblanca *Penélope albipennis*. Revista peruana de Biología. 15(2):51-54 En: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332008000200009&script=sci_arttext

4.2.4.4 Fenología:

- **Follaje.** Durante todo el año alcanza un frondoso desarrollo vegetativo con un máximo de 84,2% en marzo, en tanto que la mayor aparición de brotes ocurre entre enero a abril con un máximo de 40% en enero
- **Floración.** inflorescencia en glomérulos de color amarillo-anaranjado, la floración se inicia en setiembre extendiéndose hasta junio sin superar el 6%.
- **Fructificación.** la fructificación sigue un ritmo fluctuante con la aparición de frutos verdes y maduros, entre abril a diciembre, con un máximo de 16,7% de frutos maduros en abril.

4.2.5 Acacia farnesiana:³⁵

4.2.5.1 Nombre común. Romerillo.

4.2.5.2 Origen y extensión. Originario de América tropical. Naturalizada en todo el mundo tropical y en el Mediterráneo. Se cultiva en Argelia y sur de Francia, principalmente en la región de Grasse. Se extiende del sur de Estados Unidos, pasando por México y Centroamérica hasta Argentina y Chile.

4.2.5.3 Descripción:

- **Forma.** Arbusto espinoso o árbol pequeño, perennifolio o subcaducifolio, de 1 a 2 m de altura la forma arbustiva y de 3 a 10 m la forma arbórea, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 40 cm.
- **Copa/hojas.** Copa redondeada. Hojas plumosas, alternas, frecuentemente aglomeradas en las axilas de cada par de espinas, bipinnadas, de 2 a 8 cm de largo incluyendo el pecíolo, con 2 a 7 pares de folíolos primarios opuestos y 10 a 25 pares de folíolos secundarios.

³⁵ Ibíd.

- **Tronco/ramas.** Tronco corto y delgado, bien definido o ramificado desde la base con numerosos tallos. Ramas ascendentes y a veces horizontales, provistas de espinas de 6 a 25 mm de longitud.
- **Corteza.** Externa lisa cuando joven y fisurada cuando vieja, gris plomiza a gris parda oscura, con abundantes lenticelas dispuestas en líneas transversales. La interna de color amarillenta, fibrosa, con marcado olor y sabor a ajo. Grosor total: 5 a 6 mm.
- **Flor(es).** Flores en cabezuelas de color amarillo, originadas en las axilas de las espinas, solitarias o en grupos de 2 a 3. Muy perfumadas, de 5 mm de largo; cáliz verde, campanulado, papiráceo de 1,8 mm de largo; corola amarillenta o verdosa, de 2,3 mm de largo. Sus brillantes flores están apiñadas en bolas densas y mullidas y con frecuencia cubren el árbol en forma tal que éste de la sensación de una masa amarilla.
- **Fruto.** Vainas morenos rojizas, semiduras, subclínicas, solitarias o agrupadas en las axilas de las espinas, de 2 a 10 cm de largo, terminadas en una punta aguda, valvas coriáceas, fuertes y lisas, tardíamente dehiscentes. Permanecen en el árbol después de madurar.
- **Semillas.** Semillas reniformes, de 6 a 8 mm de largo, pardo-amarillentas, de olor dulzón y con una marca linear en forma de “c”. La testa de la semilla es impermeable al agua.
- **Raíz.** Las raíces crecen de manera vertical y toman el agua del subsuelo.
- **Sexualidad.** Hermafrodita.
- **Usos.** Cerco vivo, banco de proteína para alimentación de cabras, flores, frutas y hojas con fines medicinales.

4.2.5.4 Fenología:

- **Follaje.** Perennifolio

- **Floración.** Florece casi todo el año especialmente de noviembre a mayo.
- **Fructificación.** fructifica de enero a abril.

4.2.6 Erythrina variegata:

4.2.6.1 Nombre común. Caraqueño.

4.2.6.2 Origen y extensión. Pantropical, ampliamente cultivada. En Colombia crece desde el nivel del mar hasta elevaciones medias de 900 a 1100 m, en los departamentos de Santander y Valle del Cauca en Colombia.

4.2.6.3 Descripción. Se reconoce fácilmente, incluso en ejemplare estériles, por presentar las hojas. Según Krukoff & Barneby³⁶, las legumbres pueden alcanzar entre 15 y 30 cm de longitud x 2 cm de ancho, son casi rectas y presentan venación prominente y reticulada; las semillas son de color café³⁷.

- **Usos.** Árbol ornamental y fuente de proteína.

4.2.7 Cnidoscolus aconitifolius

4.2.7.1 Nombre común. Papayuelo, lechero.

4.2.7.2 Origen y extensión. Pan tropical, ampliamente cultivada. En Colombia crece desde el nivel del mar hasta elevaciones medias de 900 a 1100 m, en los departamentos de Santander y Valle del Cauca en Colombia.

4.2.7.3 Descripción. Árbol que alcanza hasta 5 metros, de hojas perennes. Las hojas son largas, pecioladas, con 5 picos y látex abundante. Algunas de sus variedades presentan en las hojas pelos urticantes. Las flores son blancas pequeñas agrupadas en inflorescencia.

³⁶ KRUKOFF y BARNEBY. 1974. *Erythrina variegata* L., Herb. Amboin. 37(3): 431

³⁷ LEWIS, G. P. & B. D. SCHRIRE 2003. Leguminosae or Fabaceae? En Klitgaard, B. B. & A. Bruneau (eds.), *Advances in legume systematics, Part 10: 1-3*. Royal Botanic Gardens, Kew.

4.2.8 Cassia fistula:

4.2.8.1 Nombre común. Caña fístula.

4.2.8.2 Origen y extensión. Nativo de Centro América, Caribe y norte de Suramérica en terrenos abiertos, bordes de caminos y pastizales hasta 900 msnm.

4.2.8.3 Descripción:

- **Forma.** Árbol grande, hasta 30 m de alto.
- **Copa/hojas.** Hojas pinadas, peciolo corto; foliados oblongos, 8-20 pares, redondos en los extremos, 3-5 cm de largo, brillantes, puberulentos o glabros.
- **Tronco/ramas.** ramas extensas, pilosas, corona redondeada esparcida, tronco de un metro de diámetro.
- **Corteza.** corteza escamosa, fibrosa, café, estipulas muy pequeñas, lineares, deciduas.
- **Flor(es).** Flores amarillas hasta blancas
- **Fruto.** En vaina cilíndrica negruzco, leñoso, indehiscente, 30-80 cm de largo, septado, pulpa azucarada.
- **Semillas.** Son numerosas, transversas, aplanadas, comprimidas, negras o cafés.
- **Usos.** Cercas vivas, arboles dispersos en potrero para sombra.

4.2.9 Samanea Saman:

4.2.9.1 Nombre común. Samán, carrito, árbol de la lluvia

4.2.9.2 Origen y extensión. Forma parte de los bosques perennifolios y estacionalmente secos, pero en particular de aquellos abiertos de sabana. Muchos de los árboles que se encuentran en pastos pueden ser remanentes de bosques pasados. Es una especie pionera, que coloniza claros y campos abandonados. Se distribuye por América central, desde Guatemala a Panamá y se extiende a América del Sur (Colombia y Venezuela).

4.2.9.3 Descripción:

- **Forma.** Árbol muy grande, a menudo 25 a 30 m de altura y hasta 45 a 50 m, con un tronco corto de hasta 2 a 3 m de diámetro aproximado al pecho.
- **Copa/hojas.** Grandes de 2 a 25 cm de largo y bipinnadas, con 3 a 6 pares de pinnas por hoja y de 6 a 9 pares de hojuelas. Estas son grandes (24-62 mm de largo). Las hojas son ligeramente sensibles a la luz y se cierran por la noche
- **Corteza.** Rugosa y pardo grisácea, con líneas verticales.
- **Flor(es).** De color rosa pálido dispuestas en umbelas. La flor central de cada cabeza es más grande que las de los lados, y produce néctar que atrae a grandes polillas polinizadoras. Los filamentos de los estambres son muy visibles, brillantes o rosa pálido.
- **Fruto.** Vainas alargadas, indehiscentes, de 10-22 cm de largo, verdes y carnosas antes de madurar, volviéndose marrones al madurar. Contienen una pulpa seca, oscura, dulce y nutritiva rodeando 5-10 semillas.
- **Semillas.** Son numerosas, transversas, aplanadas, comprimidas, negras o cafés.

- **Usos.** Cercas vivas, sombra para ganado, ornamental por su gran tamaño.

4.2.10 Psudosamanea guachapale:

4.2.10.1 Nombre común. Igua, carreto.

4.2.10.2 Origen y extensión. En su rango de distribución se encuentra en elevaciones bajas en áreas húmedas, subhúmedas y secas, a menudo en bosque de galería y en particular a lo largo del curso del agua. Es una especie pionera, de rápido crecimiento y muy abundante en bosque seco secundario. Se distribuye desde el sureste de México a través de toda América del Sur. También se puede encontrar en las islas del Caribe.

4.2.10.3 Descripción:

- **Forma.** Árbol medio a grande, de rápido crecimiento que alcanza los 20 m y ocasionalmente los 25 m de altura, con diámetro aproximado al pecho de hasta de 50 cm. Su forma es variable, pero típicamente produce un fuste corto que se bifurca desde poca altura en ramificado profusamente.
- **Copa/hojas.** Bipinadas, de 15-40 cm de largo, con 6 pares de pinnas y de 3 a 7 pares de hojuelas son grandes, asimétricas, peludas y ligeramente brillantes.
- **Corteza.** De color pardo grisáceo pálido, áspera, fisurada y que se desprende en parches, con placas relativamente anchas entre las fisuras.
- **Flor(es).** Blanco cremosas o rosadas, en umbelas pediculares con estambres que se extienden de 2 a 5 cm más allá del resto de la flor, la cual mide de 2 a 5 cm.
- **Fruto.** Delgados, brillantes, con textura como el papel, de 15 a 20 cm de largo y color castaño bronceado, cubierto de pelos marrón anaranjados. Se abren de modo natural.
- **Semillas.** Cada vaina contiene de 6 a 8 semillas blancas, planas y de 8 cm de largo similares a las del melón.

- **Usos.** Se diferencia del saman. Por el color de la corteza, follaje, flor, fruto y semilla son de diferente conformación, suelen utilizarse como ornamentales, cerco vivo y para sombra.

4.2.11 Pithecellobium dulce:

4.2.11.1 Nombre común. Chiminango

4.2.11.2 Origen y extensión. Se extiende desde las laderas del pacífico en México y el sur de California, hasta Colombia y Venezuela. Nativa de México, extensamente protegida y propagada por el hombre.

4.2.11.3 Descripción:

- **Forma.** Árbol o arbusto, espinoso, perennifolio, de 15 a 20 m de altura y con un diámetro a la altura del pecho de 80 cm, con ramas provistas de espinas.
- **Copa/hojas.** Copa piramidal o alargada, ancha y extendida (diámetro de 30 m), muy frondosa. Hojas en espiral, aglomeradas, bipinnadas, de 2 a 7 cm de largo, con un par de folios primarios, cada uno con un par de folíolos secundarios sésiles; haz verde pálido mate.
- **Tronco/ramas.** Tronco derecho. Ramas delgadas y ascendentes provistas de espinas.
- **Corteza.** La externa es lisa o ligeramente fisurada, gris plumiza a gris morena con bandas horizontales protuberantes y lenticelas pálidas en líneas longitudinales. Interna de color crema claro, se torna pardo rosado con el tiempo, fibrosa, con ligero olor a ajo.
- **Flor(es).** Inflorescencias axilares de 5 a 30 cm de largo, panículas péndulas de cabezuelas tormentosas, cada cabezuela sobre una rama de 2 a 5 mm; cabezuelas de 1 a 1.5 cm de diámetro; flores pequeñas ligeramente perfumadas, actinomorfas, blanco cremosas o verdes.

- **Fruto.** Vainas delgadas de hasta 20 cm de largo por 1 cm de ancho, enroscados, tormentosos, péndulos, rojizos o rosadas, constreñidas entre las semillas y dehiscentes. Se abren por ambos lados para liberar numerosas semillas.
- **Semillas.** Semillas de 7 a 12 mm de largo, ovoides aplanadas, morenas, rodeadas de un arilo dulce, blancuzco o rosado. Testa delgada y permeable al agua.
- **Raíz.** Sistema radical extenso sobre todo en aquellas áreas donde la precipitación es baja.
- **Usos.** Bosques de repoblación natural, cerca viva y establecerlo en potrero para sombra.

4.2.11.4 Fenología:

- **Follaje.** Perennifolio. Muda las hojas viejas al salir las nuevas. Los renuevos son de color rojizo.
- **Floración.** Florece de noviembre a mayo.
- **Fructificación.** los frutos maduran de marzo a julio.

4.2.12 Opuntia ficus indica:

4.2.12.1 Nombre común. Nopal

4.2.12.2 Origen y extensión. Es nativa de México (Benson y Wellington³⁸; Bravo³⁹), donde fue domesticada.

³⁸ BENSON, L y WALKINGTON. 1965. The southern Californian prickly pear invasion, adulteration and trial by fire. Ann. Miss. Bot. Gard. 52:262-273

³⁹ BRAVO, H. 1978. Las cactáceas de México. 2nd. Ed. Vol 1. Carnegie Institution of Washington. Washington 743 p.

4.2.12.3 Descripción. Planta arbustiva a arborescente, de 1,7 m de altura, con un tallo primario lignificado, bien definido. Tallo castaño oscuro, verde o gris, cilíndrico, de 45 cm de largo, a 20 cm de diámetro. Gladiolos usualmente elípticos, pero también obovados, ovados, circulares, oblongos o rómbicos.

- **Usos.** Sistemas silvopastoriles específicos, variedades con espina para cercos vivos y variedades sin espina en bancos energéticos.

4.2.13 Crescentia cujete

4.2.13.1 Nombre común. Totumo

4.2.13.2 Origen y extensión. Especie originaria de las sabanas del sur de México y América central, donde es cultivado o aparece por regeneración natural. Su distribución latitudinal varía de 0 a 1000 msnm, con precipitaciones anuales de 1000 a 2500 mm y temperaturas de 16 a 33°C.

4.2.13.3 Descripción:

- **Forma.** Árbol con alturas de 6 a 12 m y diámetro de 30 cm.
- **Copa/hojas.** copa amplia y extendida con ramas largas y gruesas. Las hojas están dispuestas en fascículos de tres a cinco a lo largo de las ramitas gruesas; lamina espatulada a o lanceolada, de 5,1 a 17,8 cm de largo y de 1,9 a 5,1 cm de ancho, ápice agudo a obtuso, base atenuada, borde liso, de pecíolo corto, de color verde y lustrosas en el haz y verde claro y mate en el envés.
- **Corteza.** A corteza es de color castaño claro, lisa o ligeramente escamosa, agrietada. El grosor de la corteza es de 1,3 cm.
- **Flor(es).** Campanuladas de color verde pálido de 5,1 a 6,4 cm de largo, nacen solitarias en el tronco y las ramas; cáliz coriáceo de color verde, de 1,5 a 2,5 cm de largo, dividido en dos lóbulos anchos; corola de color verde claro.

- **Fruto.** Son globosos, indehiscentes, de 15 a 40 cm de diámetro, con pericarpio duro y abundante pulpa de color amarillo-café en el interior que rodea numerosas semillas.
- **Semillas.** Tiene forma cordada o vagamente circular, comprimida, de 7 a 7,5 mm de largo y de 6,4 a 6,8 mm de ancho. La testa es de color café oscuro a negro, ligeramente áspera opaca coriácea de 1 a 1,2 mm de grosor.
- **Usos.** La corteza del fruto se usa como recipiente para almacenar alimentos, su fruto es recolectado para obtener la totuma y es en este proceso de cosecha donde la pulpa obtenida se ofrece a los animales.

4.2.13.4 Fenología:

- **Floración.** La especie comienza a florecer a partir de los diez a doce años de edad. La floración se produce durante todo el año.
- **Fructificación.** los frutos se producen durante todo el año.

4.2.14 Erythrina fusca

4.2.14.1 Nombre común. Pizamo

4.2.14.2 Origen y extensión. Nativa y distribuida en el trópico húmedo de América central y sur. Es la especie más extendida del género y la única que se da en tres continentes, posiblemente dispersa por corrientes marinas.

4.2.14.3 Descripción:

- **Forma.** Árbol deciduo, de 10 a 20 m de altura y un metro de diámetro a la altura del pecho.
- **Copa/hojas.** hojas compuestas por tres hojuelas, con pecíolos de 8-18 cm.

- **Corteza.** La corteza es de color castaño claro, lisa o ligeramente escamosa, agrietada. El grosor de la corteza es de 1,3 cm.
- **Flor(es).** 3 flores por nodo en largos racimos terminales. Son de un vistoso naranja pálido con estambres verdes.
- **Fruto.** Las vainas son de 15 a 20 cm y 2 cm de ancho, terminadas en punta, con el borde ligeramente ribeteado.
- **Semillas.** Varias semillas marrón oscuro en cada vaina, de unos 12 mm de largo.

Usos. Suplemento proteico en dietas de tallo de caña prensado para terneras de levante.

4.2.15 Delonix regia:

4.2.15.1 Nombre común. Flamboyán

4.2.15.2 Origen y extensión. Es un árbol caducifolio oriundo de Madagascar, aunque se ha cultivado en otras regiones tropicales y subtropicales del planeta.

4.2.15.3 Descripción. Árbol caducifolio de 6-8 m de altura, con la copa notablemente aparasolada y el tronco algo torcido con la corteza gris, algo áspera. Hojas bipinnadas de 20-40 cm de longitud, con 10-15 pares de pinnas, cada una de las cuales tiene 12-20 pares de folíolos oblongos, de ápice y base redondeada, sésiles, ligeramente tomentosos, de color verde, con el envés más claro. Las flores, que son de color rojo, aparecen cuando el árbol carece de hojas, y se disponen en racimos laterales. Cada flor mide 10-12 cm de diámetro y tienen el cáliz con 5 sépalos hirsutos, la corola con 5 pétalos desiguales y el androceo con 10 estambres largos, delgados, de color rojo. Legumbre muy coriácea, de 40-50 cm de longitud, plana, de color castaño en la madurez. Los frutos permanecen colgando en el árbol durante todo un año.

- **Usos.** Ornamental y para sombra en plantaciones de café.

4.2.16 Capparis Flexuosa:⁴⁰

4.2.16.1 Nombre común. Verde

4.2.16.2 Origen y extensión. De México a Panamá, las Antillas y América del Sur.

4.2.16.3 Descripción. Árbol o arbusto de 2 a 4 m de altura, algunas veces subes candente. Ramitas glabras. Hojas simples, alternas, dísticas, de oblongas a obovadas, de 3 a 6,5 por 1,5 a 4,5 cm, ápice de emarginado a obtuso o sobajado.

Flores pocas y terminales, blancas, vistosas y fragantes, pétalos de 1,5 cm de largo; estambres numerosos, tres veces más largos que los pétalos. Frutos alargados, de 7-15 por 1-1,5 cm, más o menos cilíndricos, con algunas constricciones entre las semillas, verde amarillento con los bordes rojizos, se abren en dos valvas cuando maduros, rojo escarlata en el interior; ganforro de 4 a 9 cm de largo, rojizo; semillas numerosas, en dos series, negras, envueltas por un arilo blanco⁴¹.

- **Usos.** Fundamentalmente para sombra en épocas calurosas en arboles dispersos en potreros, en franjas de árboles o cercas vivas. Muy resistente a la sequia prolongada

4.2.17 Cratylia argéntea⁴²

4.2.17.1 Nombre común. Cratylia

4.2.17.2 Origen y extensión. Es un arbusto nativo de la Amazonia, de la parte central de Brasil y de áreas de Perú, Bolivia y nordeste de Argentina.

⁴⁰ ZAMORA, N.; JIMÉNEZ, Q. y POVEDA, L. J. 2000. Árboles de Costa Rica Vol II. Centro Científico Tropical, Conservación Internacional & Instituto Nacional de Biodiversidad. Ed. INBio. 374 p. Consultado noviembre 2011. En: <http://darnis.inbio.ac.cr/ubis/FMPro?-DB=UBIPUB.fp3&-lay=WebAll&-error=norec.html&-Format=detail.html&-Op=eq&id=6734&-Find>

⁴¹ CUMANA, L. 2003. la familia capparaceae depositada en el herbario IRBR de los estados Anzoátegui y Sucre, Venezuela. Saber, Universidad de Oriente, Venezuela. Vol. 15. N° 1 - 2: 15-22.

⁴² ARGEL, P. y LASCANO, C. *Cratylia argéntea*: una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas sub-húmedas tropicales. En: Memorias Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. p. 181-194

4.2.17.3 Descripción. Crece en forma de arbusto de 1.5 a 3.0 m de altura o en forma de lianas volubles. Las hojas son trifoliadas y estipuladas, los folíolos son membranosos o coriáceos con los dos laterales ligeramente asimétricos; la inflorescencia es un pseudoracimo nodoso con 6 a 9 flores por nodosidad; las flores varían en tamaños de 1.5 a 3.0 cm con pétalos de color lila y el fruto es una legumbre dehiscente que contiene de 4 a 8 semillas en forma lenticular, circular o elíptica⁴³.

- **Usos.** Banco de proteína, alimentación de ganado.

4.2.18 *Senna spectabilis*

4.2.18.1 Nombre común. Vainillo, árbol del matrimonio, caña fistulo, pecueco

4.2.18.2 Origen y extensión. Se distribuye naturalmente desde México a través de América Central y las Antillas hasta Colombia y Venezuela en América del sur.

4.2.18.3 Descripción. Árbol con altura entre 4 a 18 m y diámetro de 30 a 35 cm; fuste recto, corto con tendencia a bifurcarse muy cerca de la base, muy ramificado, con copa amplia y extendida. La corteza es color blanquecino, acanalada, con numerosas lenticelas y protuberancias.

Las hojas son compuestas, alternas, paripinnadas, de 20 cm de largo, con cuatro a 15 pares de folíolos opuestos, ovados a lanceolados, de 3 a 8 cm de largo y de 1 a 2 cm de ancho, ápice agudo, base redondeada, margen entero, envés pubescente. Pecíolo de 3 mm de largo.

Inflorescencias en racimos axilares o terminales de 15 a 30 cm de largo; flores amarillas fragantes; corola con cinco pétalos obovados, de 2,5 cm de largo por 1,5 cm de ancho; con siete estambres grandes y tres pequeños infértiles. Los frutos son legumbres péndulas, leñosas, de 20 a 22 cm de largo y un centímetro de ancho, linear cilíndricas o comprimidas, de color negro cuando madura, divididas por tabiques en compartimientos con una semilla cada uno.

⁴³ QUEIROZ, L. P. DE y CORADIN, L. (s.f.). O Gênero *Cratylia*. Informações Taxonômicas e Distribuição Geográfica. Mimeografiado. 4 p.

- **Usos.** Alimentación de bovinos y equinos, cercas vivas.

4.2.19. Ficus cuatrecasana Dugand

4.2.19.1. Nombre común. Higuerón.

4.2.19.2. Origen y extensión. Desde México hasta Paraguay.

4.2.19.3. Descripción. Árbol corpulento con los años que requiere climas cálidos para vegetar, así como una exposición soleada. Su madera tiene aplicaciones para postes. Se multiplica por esquejes. Conocidos con los nombres de cauchos, abrazapalos, matapalos e higuerones, son propias de las regiones bajas y cálidas de los trópicos. Varias especies ascienden por las faldas de las montañas y son comunes en los bosques subandinos hasta unos 2400 metros de elevación. Sin embargo, son pocas las que se aventuran más arriba, hasta los fríos bosques andinos. Una de las especies que llega a mayor elevación es ésta, el *Ficus gigantocyce*, que se desarrolla en forma plena hasta los 2900 metros sobre el nivel del mar.

- **Usos.** Ornamental, nidos, sombra, ideal para bancos de protección.

4.2.20. Cnidoscolus chayamansa

4.2.20.1. Nombre común. Chaya, árbol espinaca, chayacol

4.2.20.2. Descripción. Árbol pequeño y de muy hermosa apariencia, originario de México y Guatemala en donde se le conoce y cultiva desde tiempos precolombinos, de copa esférica y de follaje muy denso que brilla intensamente bajo la luz del sol. Sus hojas son grandes, del tamaño de una mano adulta extendida, y presentan 5 lóbulos muy prominentes. Todas las partes de la planta poseen una sabia blanca, espesa y muy pegajosa.

Usos. Manejado para alimentación de bovinos, caprinos, ovinos, aves, cerdos, cuyes y conejos. Entre sus beneficios están la regulación de la presión arterial, el

mejoramiento de la circulación sanguínea y la desinflamación de las venas y hemorroides.

4.3 IMPORTANCIA DE LA VEGETACIÓN ARBUSTIVA EN LA NUTRICIÓN ANIMAL

Las leguminosas contienen usualmente altas concentraciones de proteína y otros nutrientes que por lo general son bajas en los pastos o en las dietas de baja calidad para los rumiantes, y consecuentemente tienen un mejor papel como suplementos de estos alimentos (Norton y Poppi⁴⁴). Los mismos autores, mencionan que las leguminosas tropicales han recibido mucho menos atención que los pastos y las leguminosas de climas templados. Además concluyen que las leguminosas arbóreas tropicales pueden proveer ricas fuentes de nutrientes, particularmente macro y micro elementos. El alto contenido proteico y la digestibilidad son características que por lo regular se buscan en la selección de leguminosas para complementar las dietas de pastos tropicales como fuentes de alta calidad forrajera para animales de pastoreo. Las leguminosas proveen de proteína cruda a las dietas de pastos tropicales, pero se necesita promover estudios en aquellos vegetales que contengan alto valor nutritivo y que sean de alta digestibilidad. Algunos de estos estudios pueden incluir el contenido de taninos en tales especies su relación con la digestibilidad.

El consumo de leguminosas por herbívoros se localiza en todas las áreas geográficas, pero es más común en áreas abiertas, extensas y de ecosistemas áridos. El pastoreo en zonas áridas y semiáridas se ha incrementado ya que la disponibilidad de alimentos en estas zonas es la principal limitante para la sobrevivencia y producción de los animales.

En regiones áridas y semiáridas las plantas ramoneables son especialmente importantes dentro de los recursos naturales; dichas plantas están adaptadas a ambientes críticos debido a que presentan características tales como raíces profundas, baja transpiración y una armonía vegetal que favorece la absorción y el almacenamiento de agua. Para los animales estas mismas plantas proveen la principal fuente de alimentos. Entre éstas leguminosas arbóreas son importantes y valiosas debido a su habilidad para enriquecer el suelo mediante la fijación de nitrógeno y porque proveen alimentos para los animales (Devendra⁴⁵)

⁴⁴ NORTON, B. y POPPI, D. 1995. Composition and nutritional attributes of pastures legumes. Tropical Legumes in Animal Nutrition. CAB international, Australia. P.p. 40-41

⁴⁵ DEVENDRA, C. 1995. Composition and nutritive value of browse legumes. CAB International, Malaysia. 49p

4.3.1 Calidad Nutricional de las Especies Arbóreas de Uso Forrajero. El valor nutricional de las especies arbóreas y arbustivas ha sido reportado en varios trabajos realizados en diversas regiones del mundo (Benavides⁴⁶; Roothaert⁴⁷). En el cuadro 2, se presenta la composición química de algunas especies arbustivas en donde se aprecia el valor elevado de nutrimentos.

El análisis por sí solo no es suficiente, por lo que es fundamental conocer el valor de la energía, consumo y digestibilidad de los componentes que son en conjunto, donde se ha desarrollado el aporte de conocimientos mayores de estas plantas.

La alta variabilidad observada en las leñosas perennes reportadas puede ser atribuida a factores como edad, parte de la planta, régimen de cosecha, época y localización de la misma.

⁴⁶ BENAVIDES, J.E. 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central. Un enfoque agroforestal. El Chasqui 25:6-35.

⁴⁷ROOTHAERT, R.L. 2000.The potential of indigenous and naturalized fodder trees and shrubs for intensive use in central Kenya.Tesis Ph. D. Department of Animal Nutrition.Wageningen Agricultural University. Wageningen, The Netherlands. p. 170.

Cuadro 2. Composición química proximal (%de materia seca) de árboles y arbustos forrajeros consumidos por rumiantes.

Árboles y Arbustos	Parte Vegetal	PC	Ce	FC	EE	ELN
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Hoja	12,3	10,0	23,6	3,3	52,1
	Fruto	7,9	-	-	-	48,0
<i>Gliricidia sepium</i>	Hoja	21,6	6,8	17,3	2,3	-
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Planta completa	19,1	7,8	-	3,5	-
<i>Acacia cymbispina</i>	Hoja	18,2	-	-	-	-
<i>Acacia nilotica</i>	Fruto	14,4	5,8	23,2	0,9	-
<i>Albicia lebbeck</i>	Semilla	25,3	3,5	1,7	1,4	-
	Vaina	10,5	60,0	-	0,6	-
<i>Leucaena leucocephala</i>	Hoja	19,9	6,5	7,6	3,8	65,4
	Semilla	18,6	5,6	10,1	4,4	61,2
<i>Pithecellobium dulce</i>	Hoja	28,9	6,1	26,8	-	-
	Vaina	22,7	-	-	-	-
<i>Brosimum allicastrum</i>	Hoja	23,1	9,8	16,2	6,5	49,5
	Planta completa	19,4	-	19,6	4,2	52,3
	Semilla	26,2	-	-	-	-
	Planta 45 días	28,5	-	-	-	-
	Planta 98 días	13,1	-	-	-	-
	Planta 143 días	12,7	-	-	-	-
<i>Eritrina poeppigiana</i>	Hoja	13,9	14,8	11,7	3,5	50,4
	Pulpa	20,1	6,6	11,6	5,3	56,4
	Semilla	13,7	2,5	9,4	2,4	71,4
<i>Tamarindus indicus</i>	Hoja	28,5	-	-	-	-
	Semilla	15,4	3,1	1,5	1,5	75,6
	Vaina + Semilla	7,3	-	3,4	1,3	-
<i>Atriplex canescens</i>	Planta completa	7,5	34,3	22,3	1,4	34,4
<i>Hibiscus esculentus</i>	Fruto	8,6	5,1	-	2,7	50,5
<i>Gymnospora spinoza</i>	Hoja	9,4	12,6	15,3	3,5	59,1

Fuente: Pinto *et al* , 1994

PC: Proteína cruda, Ce: Cenizas, FC: Fibra Cruda, EE: Extracto etéreo; ELN: Extracto Libre de Nitrógeno.

En Colombia y en otros países tropicales, se ha comprobado las bondades de los árboles forrajeros, relacionada con la flexibilidad en el manejo, si se tiene en cuenta que con el paso del tiempo la pérdida en el valor nutricional no es drástica

como sucede con la mayoría de los recursos alimenticios fibrosos presentes en el trópico, en especial las gramíneas.

Los estudios de especies leñosas realizados en diversas regiones del trópico, indican que el porcentaje de proteína cruda (PC) del follaje de árboles y arbustos, generalmente duplica el de las gramíneas, siendo este atributo el más predominante para estas especies y en numerosos casos el contenido energético es también superior. Así, el contenido promedio de PC de diversas especies mencionadas anteriormente (16%) es mayor que el nivel crítico de 6.8% debajo del cual el consumo de forraje es deprimido (Minson⁴⁸), lo que confirma su gran potencial como alimento para el ganado en pastoreo o alimento a base de forrajes.

El contenido de PC varía en las partes de la planta. En general el follaje arbóreo ha mostrado valores altos de degradación de la materia seca *in situ* al compararse con el método *in vitro*. Esto sugiere que algunos factores, tales como los taninos en forma de complejos de proteína, están presentes en especial a las hojas más maduras, lo que reduce la tasa de degradación del follaje provocando disminución de la concentración de amonio en el rumen y aumentando la cantidad de proteína vegetal sobrepasante al abomaso, donde una parte será disociada, y posteriormente absorbida (Norton⁴⁹).

Otra característica importante del follaje arbóreo es su alto contenido de nitrógeno soluble (40%) y de nitrógeno no soluble (15%). Por consiguiente, los estudios sobre la diversidad nutricional de algunos géneros (*e.g. Erythrina*) han mostrado variaciones entre y dentro de las especies en cuanto al contenido de PC, solubilidad de la proteína, contenido de nitrógeno no soluble y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (Casado *et al*⁵⁰).

Los valores de la fracción fibrosa definen la proporción y extensión de la digestión; por ende, los follajes de las especies arbóreas con valores bajos de fibra detergente neutra que fluctúa entre 20 - 35%, presentará valores altos de digestibilidad.

⁴⁸ MINSON, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, Inc. USA.. p. 483

⁴⁹ NORTON, B.W. 1994. Anti-nutritive and toxic effects in forage tree legumes. En, RC Gutteridge, HM Shelton (Ed). Forage tree legumes in tropical agriculture. Australia: CAB International. pp. 202-215

⁵⁰ CASADO, C., BENEZRA, O., COLMENARES, O. y MARTÍNEZ, N. 2001. Evaluación del bosque deciduo como resultado alimenticio para bovinos en los llanos orientales de Venezuela. Zootecnia Trópic. 19(2):139-150.

Así también se ha reportado una asociación negativa entre la baja digestibilidad de la materia seca, de numerosos árboles leguminosos, y la concentración de taninos (Kaitho *et al*⁵¹).

El follaje arbóreo contienen generalmente altas cantidades de fósforo, así a su vez el calcio no es limitado en el follaje arbóreo, ya que posee concentraciones elevadas (0,90%), bastante importante debido a la relación que este mineral tiene con el metabolismo del fósforo. EL magnesio y potasio son también encontrados en concentraciones suficientes. Considerando los requerimientos promedio del ganado para leche y carne; las hojas de *G. sepium* podrían ser adecuadas en Ca, Mg, K, Na, y Fe pero deficientes en P, Cu, Zn y Mn, lo que indica la necesidad de utilizar un suplemento mineral cuando la especie es consumida por rumiantes.

Un ejemplo de la calidad nutricional de las leguminosa es el Guácimo, que es considerado un árbol multipropósito por la gran variedad de productos y servicios que brinda a la agricultura, ganadería, industria cosmética y medicina; en la forestería sirve de cerco vivo, sombra y descanso para el ganado (Torres *et al*⁵²); el follaje como fuente de proteína en sistemas pecuarios (López *et al*⁵³); como paisaje proporciona la estructura de protección para la flora, fauna y las fuentes de agua enriqueciendo los suelos (Beetz⁵⁴; Jiménez y Hernández⁵⁵) ayudando a conservar los recursos naturales. Por lo anterior, la *G. ulmifolia* se considera una especie forrajera importante en las regiones tropicales con baja precipitación y productividad (Giraldo *et al*⁵⁶; López *et al*⁵⁷)

Varios investigadores (CATIE⁵⁸; Lizárraga *et al*⁵⁹; Zamora *et al*⁶⁰; Palma y Román⁶¹) han evaluado la calidad nutricional del follaje y los frutos del guácimo,

⁵¹KAITHO, R.J., TAMMINGS, S. and VAN BRUCHEM J. 1993. Chemical composition and nylon bag degradation characteristics of dried Calliandra calothyrsus leave. *Animal Feed Sci Techn* .43:23-45.

⁵²TORRES, R., CASTELLANOS, R., LUNA, L., NAVA, A., QUINTANILLA, R., ROSALES, A., TORRES, V., y VARGAS, V. 2006. Los sistemas agrosilvopastoriles con ovinos en el Centro de Veracruz. In: Memoria de la III Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. Universidad Autónoma Metropolitana. 10-12 Julio. México, D.F. p.p. 15-22.

⁵³LÓPEZ, D., SOTO, G., JIMÉNEZ, F. y HERNÁNDEZ, D. 2003. Relaciones alométricas para la predicción de biomasa forrajera y leña de *Acacia pennatula* y *GUazuma ulmifolia* en dos comunidades del Norte de Chiapas. México. *Interciencia*. 28:334-339.

⁵⁴BEETZ, A. 2001. Sustainable Pasture Management. ATTRA (Appropriate Technology transfer for Rural Areas). P.p. 1-12.

⁵⁵JIMÉNEZ, G. y HERNÁNDEZ, J. 2001. Estrategia conjunta para la conservación de la biodiversidad, selva lacandona. Siglo XXI. In: Taller sustentabilidad de Actividades Agropecuarias, Forestales y Pesqueras. 87 p.

⁵⁶GIRALDO, L. 1999. Potencial del guácimo (*Guazuma ulmifolia*) en sistemas silvopastoriles. Agroforestería para la producción animal en América Latina. FAO. Producción y sanidad Animal 143. Roma. P.p 209-212

⁵⁷LÓPEZ, V. 2008. Composición química y consumo voluntario de guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y pasto Taiwán (*pennisetum purpureum*) por ovinos tropicales. Tesis profesional. Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Guerrero. 63 p.

⁵⁸CATIE. 2006. *Guazuma Ulmifolia* (Lam) Sterculiaceae. Un árbol de uso múltiple. Colección Materiales de Extensión. OFI-CATIE: (Forestry Oxford Institute/Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza)

con resultados variables. La calidad depende de las condiciones edafoclimáticas del sitio, época del año, edad del rebrote, manejo de las plantas y consumo de los animales (López *et al*⁶²)

4.3.2 Metabolitos secundarios de las Especies Arbóreas y Arbustivas de Uso Forrajero. A pesar de conocer los numerosos aportes que realizan las especies leñosas perennes, especialmente las leguminosas, en la producción de biomasa comestible y el alto valor alimenticio que proveen en la alimentación animal, existen múltiples interrogantes. Por un lado, en lo relacionado con la eficiencia en la utilización de las distintas fracciones que conforman su estructura, y por el otro, en que los métodos tradicionales de análisis de laboratorio utilizados para estimar el valor nutritivo de los forrajes, cuando son aplicados al follaje de especies arbóreas, dan informaciones útiles, pero poco consistentes, principalmente en lo que se refiere al consumo y respuesta animal.

Según Kass⁶³, el fenómeno señalado anteriormente parece estar relacionado con la presencia de compuestos secundarios en estas plantas, los cuales pueden disminuir la digestibilidad, el consumo y el comportamiento animal, es decir sobre el valor nutritivo. Entre los metabolitos secundarios más conocidos se pueden citar los siguientes: taninos, cumarinas, ácido ortocumárico, ácido meliótico, ácido gentísico, ácido ferúlico y alcaloides.

Estos compuestos químicos no están directamente relacionados con el crecimiento de la planta, pero actúan como protectores del ataque de insectos y hongos. Kumar⁶⁴, menciona que existen alrededor de 8.000 polifenoles, 270 aminoácidos no proteicos, 32 cianogénicos, 10000 alcaloides y varias saponinas, muchas de ellas reportadas en diferentes plantas; y define estos factores como

Consultado en: http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adcd/downloads/capitulos_especies_y_anexos/guazuma_ulmifolia.pdf. p.p 569-572

⁵⁹LIZÁRRAGA, H., SOLORIO, S. y SANDOVAL, C. 2001. Evaluación agronómica de especies arbóreas para la producción de forraje en la Península de Yucatán. *Livestock Research for Rural Development*. 13:1-12. En: <http://www.cipav.org.co/lrrd13/6/liza136.htm>.

⁶⁰ZAMORA, J., GARCÍA, G., BONILLA, H., AGUILAR, A., HARVEY, C. y IBRAHIM, M. 2001. Uso de frutos y follaje arbóreo en la alimentación de vacunos en la época seca en Boaco, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*. 8:31-38.

⁶¹PALMA, M. y ROMAN, I. 2003. Frutos de especies arbóreas leguminosas y no leguminosas para alimentación de rumiantes. *In: II Conferencia Electrónica sobre Agroforestería para la Producción Animal en América Latina*. Depósito de documentos de la FAO. P.p. 273-281.

⁶²LÓPEZ, 2008. *Ibid*.

⁶³KASS, M. 1992. Experiencias del CATIE en el uso de follajes de árboles leguminosos como suplementos proteicos para los rumiantes. En: *Memorias IX Seminario Científico Nacional y I Hispanoamericano de pastos y forrajes de la E.E.P.F. Matanzas, Cuba*. 138.

⁶⁴KUMAR, R. 1992. Anti-nutritional factor: the potential risk of toxicity and methods to alleviate them. En, A Speedy, P Pugliese (Ed). *A Legume tress and other fodder trees as protein source for livestock*. Rome, Italy; FAO. *Animal Production an Health paper* pp 102.

aquellas sustancias presentes en los forrajes generadas por el metabolismo de las especies o por diferentes mecanismos, que ejercen un efecto adverso en la nutrición animal. En *G. sepium* se ha reportado una concentración de cianuros (HCN) de 1,21 micromol (adejumo, 1992). Las especies del género *Atriplex* sp. contienen Metabolitos secundarios, aunque los valores de inhibidores de tripsina reportados no son significativos por estar debajo de los niveles reportados como tóxicos. Esto hace considerar a estas especies arbóreas forrajeras como una alternativa de alimento para rumiantes especialmente en ovinos (Sangines et al⁶⁵).

El forraje de *L. leucocephala* presenta el aminoácido denominado mimosina, el cual produce en el rumen el metabolito DHP (3-hidroxi-4-piridona) que afecta la glándula tiroides y puede disminuir el nivel de tiroxina en sangre deprimiendo la ganancia de peso. Se ha encontrado que dietas superiores al 30% de *L. leucocephala* provocan problemas de intoxicación en rumiantes (decaimiento, excreción mucosa, anemia aguda, caída de pelo). Los valores de la mimosina aumentan conforme la planta madura y de acuerdo a la parte de la planta; la semilla presenta el mayor valor de mimosina con 12,13%, conteniendo 4,47, 1,61 y 6,46% respectivamente la hoja, hoja y tallo tierno y la planta en base seca (Castillo⁶⁶).

En *Cajanus cajan* se han detectado inhibidores de la tripsina en bajas cantidades (1327,1 UIT⁻¹g⁻¹) que no afectan el consumo de los animales y se han encontrado trazas de saponinas y ácido tánico de 3,18g 100g⁻¹, lo cual no representa problemas para los rumiantes. Los efectos de los Metabolitos secundarios varían de acuerdo al tipo de animal, siendo los más susceptibles los no rumiantes, y pueden depender del tratamiento aplicado al alimento antes de su ofrecimiento al animal. Entre otros factores están la edad de la planta, sitio de la cosecha, y parte de la planta (Sandoval et al⁶⁷).

Se ha señalado además, la presencia de taninos en el follaje del guácimo. El contenido de estos metabolitos varía con la especie y edad del forraje, el sitio y la época del año (Scull⁶⁸). Además, está relacionado con la digestibilidad, y puede

⁶⁵ SANGINÉS, G.L., PÉREZ-GIL, F., SAMPERIO, C.E. 1987. Caracterización química de las plantas halófitas (gen. triplex) como recurso alimentario de las zonas áridas. Reunión de investigación Pecuaria Mexicana. pp 294.

⁶⁶ CASTILLO, L.M. 1985. Evaluación agronómica y bromatológica de *Leucaena leucocephala*. Memoria Asoc Latinoam Prod Anim 20:96.

⁶⁷ SANDOVAL, A., ARELLANO, J., PÉREZ-GIL, F. 1987. Estudio de la composición química de las hojas y vainas del *Cajanus cajan*. En Memoria de la Reunión de Investigación Pecuaria Mexicana. pp 203.

⁶⁸ SCULL, I. 2004. Metodología para la determinación de taninos en forrajes de plantas tropicales, con potenciales de uso en la alimentación animal. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba. 80 p.

afectar el consumo y valor nutricional de los forrajes (Soca⁶⁹). Sin embargo, existe escasa información sobre el contenido de taninos en el guácimo y su efecto sobre el consumo y la productividad animal.

Para el caso de la *L. leucocephala*, a pesar de su favorable composición química, digestión ruminal y gustosidad, la inclusión en la dieta de los animales se ha restringido en lugares donde ha sido introducida, debido a su contenido de mimosina (aminoácido tóxico), cuando la inclusión de la dieta para rumiantes sobrepasa el 30% en base seca⁷⁰.

4.4 SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA ZONA DE BOSQUE MUY SECO TROPICAL (bms - T)

Las tierras secas del planeta están cuantificadas en unas 3.600 millones de hectáreas, es decir, la cuarta parte de todas las tierras del mundo. De éstas, el 70% está afectado por la desertificación, o sea, con problemas de degradación del suelo. En Colombia, 16.312.366 hectáreas están en proceso de desertificación; esta cifra representa aproximadamente el 60% de las tierras secas y el 14.3% del total de las tierras del país⁷¹.

El mismo autor señala que entre las causas de la desertificación están: a) la falta de conocimiento sobre las ofertas de bienes y servicios, la susceptibilidad a la degradación de los suelos, y los usos y manejos sostenibles de estos ecosistemas secos; b) la transformación y deterioro de las coberturas vegetales, debido principalmente a la deforestación y usos antrópicos no apropiados) el uso de tecnologías inadecuadas a las condiciones locales.

Si bien en Centroamérica se ha desarrollado una importante investigación en sistemas silvopastoriles (Pezo e Ibrahim, 1999), como también en Cuba (Ruiz y Febles, s.f.), se han identificado especies arbóreas y arbustivas promisorias

⁶⁹SOCA, M. 2004. Efecto del consumo de plantas arbóreas en la incidencia parasitaria gastrointestinal en pequeños rumiantes. In: sistemas de alimentación sostenible para ovinos y caprinos. Memorias del Curso-Taller Iberoamericano. Cuba. P.p. 219-231.

⁷⁰SOLORIO, F. y SOLORIO, B. 2008. Manual de manejo agronómico de *Leucaena Leucocephala*, una opción forrajera en los sistemas de producción animal en el trópico. Fundación produce. En: <http://201.120.157.239/archivos/17062008064842-Manual%20Uso%20Leucaena.pdf>

⁷¹ GÓMEZ, C. 2009. Reflexiones a tener en cuenta en la construcción de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en zonas de desertificación. IDEAM. Bogotá, Colombia. 68 p.

(CATIE⁷²), en Colombia también se han identificado especies promisorias (CDMB y ACDI⁷³, 1989; Gálvez⁷⁴; Gálvez⁷⁵; Murgueitio⁷⁶) y se ha avanzado en el desarrollo de la Agroforestería para la producción pecuaria sostenible (Murgueito et al⁷⁷, 2001) y en sistemas Silvopastoriles de alta densidad en zonas de bs-T (Molina⁷⁸ C, C. H. et al, 2006).

Entre las principales especies forrajeras arbóreas y arbustivas reportadas en Colombia, para clima cálido, están: algarrobo (*Prosopis juliflora*), botón de oro (*Tithonia diversifolia*), chaya (*Cnidoscolus chayamansa*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), matarratón (*Gliricidia sepium*), morera (*Morus sp*), papayuelo (*Cnidoscolus aconitifolius*), pízamo (*Erythrina fusca*), samán (*Pithecellobium saman*) y totumo (*Crescentia cujete*) (MADR, FEDEGAN, CIPAV y CORPOICA; Murgueitio⁷⁹; Gálvez⁸⁰).

Si bien en la zona de bosque seco tropical (bs-T) se tienen identificadas varias de las especies mencionadas, en particular, en la zona de bms-T hace falta investigación en cuanto a clasificación taxonómica, aporte nutricional y, sobre todo, la fenología de las principales especies arbóreas y arbustivas potenciales para el diseño de sistemas sostenibles de producción pecuaria, sobre todo, desde el punto de vista de la producción de carne, gran potencial de nuestro país en el marco de la globalización (FEDEGAN⁸¹).

⁷² CATIE, 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Comp. y ed. Jorge E. Benavides, Turrialba, C. R. CATIE. Programa de Agricultura Sostenible. Serie Técnica, Informe Técnico N° 236. Volumen I, 420 p., Volumen II, 306 p.

⁷³ CDMB y ACDI, 1989. Guía de Reforestación. Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga – CDMB-, Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional –ACDI- Bucaramanga, Colombia. 214 p.

⁷⁴ GALVEZ, A. 1998. Op.Cit.

⁷⁵ GÁLVEZ, A. 2008. La Oferta Ambiental Promisoria para la Alimentación Animal en la Zona Altoandina de Nariño. En: 1° Seminario Internacional del Sistema Productivo de Papa. FINAGRO-UDENAR-FEDEPAPA. San Juan de Pasto, Colombia. 48 p.

⁷⁶ MURGUEITIO, E., ROSALES, M. y GOMEZ, Ma. E. 2001. Agroforestería para la producción animal sostenible. Centro para la Investigación En Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria –CIPAV-. Cali, Colombia. 67 p.

⁷⁷ MURGUEITIO et al. 2001. Op.Cit.

⁷⁸ MOLINA, C, MOLINA D., C. H., y MOLINA, D. 2006. La Reserva Natural El Hatico: ganadería competitiva y sostenible basada en el silvopastoreo intensivo. En: Carta FEDEGAN N° 95, 2006. FEDEGAN. Bogotá, Colombia, p. 74-76.

⁷⁹ MURGUEITO, E. 2001. Op.Cit.

⁸⁰ GALVEZ, A. 1998. Op.Cit.

⁸¹ FEDEGAN, 2006. Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana PEGA 2019. Federación Colombiana de Ganaderos –FEDEGAN-. Santafé de Bogotá, Colombia. 296 p.

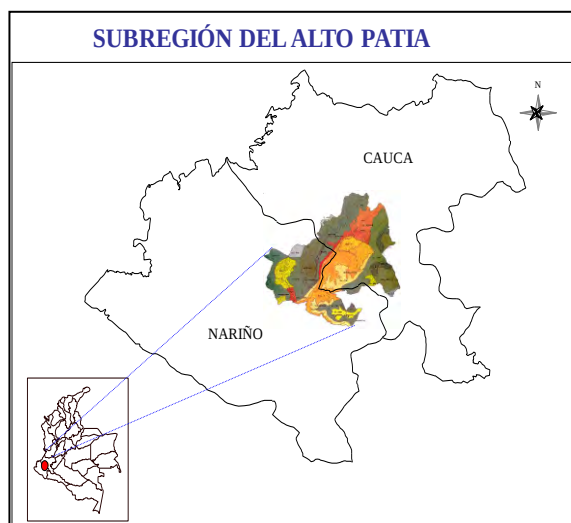
5. DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

El presente trabajo se realizó en los municipios de Taminango, (Nariño), Mercaderes y El Patía (Cauca), correspondientes al denominado Cordón Panamericano, Valle del Patía, Norte de Nariño y sur del Cauca, suroccidente de Colombia, zona correspondiente a bms-T, según la clasificación de Holdridge .En cada uno de los cuales se seleccionó una finca:

- Corregimiento El Remolino (Taminango, Nariño): Finca Gloria Inés, a una distancia de 89 kilómetros de San Juan de Pasto (vía Panamericana), a $1^{\circ} 39''$ de Latitud Norte y $77^{\circ} 07''$ de Longitud Oeste, con una extensión total de 180 has.
- Vereda El Vado (Mercaderes, Cauca): Finca El Vado, a una distancia de 93 kilómetros de San Juan de Pasto (vía Panamericana), a $1^{\circ} 46''$ de Latitud Norte y $77^{\circ} 17''$ de Longitud Oeste, con una extensión de 215 has.
- Corregimiento De El Patía (Patía, Cauca): Hacienda Versailles, a una distancia de 114 kilómetros de San Juan de Pasto (vía Panamericana), a $02^{\circ} 06' 56''$ de latitud norte y $76^{\circ} 59' 21''$ de longitud oeste., con una extensión de 80 has.

Figura 3. Localización del estudio



Fuente: Esta Investigación

5.2. METODOLOGÍA

5.2.1 Tipo de investigación. Para la presente investigación inicialmente se pretendió realizar un análisis cuantitativo de biomasa y comportamiento de acuerdo a las distintas épocas del año, con las respectivas variaciones climáticas; sin embargo, durante el período de estudio las variaciones climáticas fueron frecuentes, lo que no permitió el seguimiento adecuado a las especies estudiadas.

Por tal motivo, en acuerdo con el presidente y los jurados se determinó adelantar un análisis tipo cualitativo descriptivo y exploratorio. De tal manera que se establecieron análisis bromatológicos de las especies en Forraje y Forraje más fruto, además de laboratorio para metabolitos secundarios.

5.2.2 Recolección de información. Para identificar y seleccionar las especies con mayor potencial silvopastoril en el norte de Nariño y sur del Cauca, se utilizaron metodologías como transecto lineal y Matriz de evaluación de recursos naturales, mediante recorridos en las diferentes fincas, con el acompañamiento de personas con amplia experiencia en los ecosistemas del valle del Patía y productores de la zona.

En ecología, un transecto es una técnica de observación y registro de datos, en la cual se hace un estudio detallado a lo largo de una línea real o imaginaria que atraviesa la zona, donde haya una transición clara o supuesta de la flora y la fauna o de parámetros ambientales.

En el transecto lineal se omiten las alturas y los niveles del perfil (se considera que toda la línea del transecto está a la misma altura), y consiste simplemente en un registro de las plantas que cubren o tocan la línea a lo largo de su longitud o a intervalos regulares que se eligen en función de la vegetación (si abundan especies pequeñas serán intervalos más cortos). En este tipo de transectos se suelen utilizar símbolos para representar las especies o grupos de especies.⁸²

Inicialmente se realizó una entrevista con los productores para determinar las especies más representativas de la zona y de las fincas evaluadas, en las cuales se destacó el nombre común de las especies, usos más frecuentes y manejo.

⁸²MOSTACEDO, B. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz de la Sierra. 87p.

El primer muestreo se llevó a cabo en la finca Gloria Inés, donde se identificaron 13 especies. Posteriormente en la finca El Vado se encontraron 10 especies y finalmente en la Hacienda Versalles con 15 especies arbóreas y arbustivas sobresalientes con potencial para ser utilizadas en sistemas silvopastoriles en la zona del Patía.

Para la marcación se realizó el recorrido por las tres fincas, señalando árboles y arbustos con una ubicación estratégica dentro de cada finca. Igualmente se procedió a tomar los primeros detalles sobre su estado fenológico. La marcación de las especies se hizo con cinta plástica de color rojo y marcador indeleble con el fin de asegurar su conservación y no alterar los resultados.

Posteriormente, se hicieron visitas cada 15 días con el fin de establecer el comportamiento de las especies en estudio y determinar los cambios en las distintas épocas.

5.2.3 Variables Evaluadas:

5.2.3.1 Clasificación taxonómica. Para llevar a cabo la identificación taxonómica, inicialmente se realizó el reconocimiento de las especies en cada finca con la colaboración de sus propietarios, obteniendo un listado con nombre común y usos.

Se tomaron fotografías y dos muestras de cada una, además de información general como hábitat y algunos caracteres vegetativos, según la metodología APG III utilizada por el Herbario de la Universidad de Nariño (PSO) y Universidad del Cauca.

El reconocimiento taxonómico se realizó de acuerdo a la estratificación (arbórea y arbustiva), clasificando las especies con alturas mayores de 5 m. como arbóreas y 2 a 5 m como arbustivas, de acuerdo a las siguientes características:

Cualidades agronómicas:

- **Rebrote:** en la determinación de esta cualidad, se tuvo en cuenta la facilidad de la planta para producir sus primeros tallos y hojas después del corte, datos obtenidos por los habitantes a través de sus conocimientos empíricos.

- Producción de biomasa: para determinar esta cualidad se tuvo en cuenta la frondosidad de cada especie; se obtuvo por medio de la observación de los investigadores.
- Reproducción vegetativa: capacidad de cada especie de reproducirse por medio natural.

Cualidades agroecológicas evaluadas:

- Resistencia a la sequía: especies capaces de resistir periodos secos prolongados.

Cualidades biológicas:

- Alto valor alimenticio: la calidad nutritiva está directamente influenciada por factores como fertilidad, tipo de suelo, manejo y de la especie vegetativa.
- Libre de sustancias nocivas: una planta altamente productiva y nutritiva tiene poco valor si contiene compuestos tóxicos o letales para las especies pecuarias.

5.2.3.2 Análisis Proximal y Metabolitos secundarios. La recolección de las muestras se realizó, mediante el empleo de aforos para obtener una muestra representativa y homogénea de cada especie, procediendo de la siguiente manera.

- Se recolectaron muestras y sub-muestras representativas de cada una de las especies y de los diferentes estratos de ramificación. Estas fueron equitativas teniendo en cuenta los diferentes estados de madurez tanto del forraje como también del fruto.
- Se mezclaron todas las sub-muestras de cada especie para la obtención de una muestra homogénea
- Pesaje (1 kg.) y empaque de la muestra, el cual se hizo en bolsa de papel, con el fin de evitar la transpiración de la muestra y contaminación que podrían alterar los resultados.

Los análisis de bromatología, se realizaron a las especies con mayor potencial para ser utilizados en sistemas silvopastoriles en la zona norte del departamento de Nariño y sur del Cauca. No se les realizó el análisis bromatológico a especies como leucaena (*Leucaena leucocephala*), Mataratón (*Gliricidia sepium*), Papayuelo (*Cnidoscolus aconitifolius*) y Romerillo (*Acacia farnesiana*) porque ya existe información de resultados bromatológicos obtenidos en investigaciones previas desarrolladas en las mismas fincas.

En el laboratorio especializado de la Universidad de Nariño se realizaron las determinaciones del análisis químico proximal, de acuerdo con los métodos establecidos por la A.O.A.C. (1990), que incluyen el contenido de humedad (método 930.04), proteína cruda por el método de Kjeldahl (Nx6.25) (método 955.04), cenizas (por calcinación a 550°C) (método 930.05), extracto etéreo (método 962.09) y fibra bruta (método 920.39). La energía bruta (EB) se determinó por medio de bomba calorimétrica, las fracciones de fibra de acuerdo con el método de Goering y Van Soest (1970).

Y por último se determinaron metabolitos secundarios en cada una de las plantas caracterizadas. Estas pruebas rápidas para forrajes consisten en la evaluación cualitativa (por cambios de coloración) de la presencia de factores como son los fenoles, esteroides, alcaloides y saponinas⁸³.

Saponinas: Se toma 1 ml de la fracción de metanol y se añaden 9 ml de agua.

Se filtra la solución. Se toma 1 ml de este filtrado en un tubo de prueba pequeño, se agita vigorosamente por 30 segundos y se deja en reposo durante 15 minutos. La espuma sobrenadante indica la presencia de saponinas en el forraje. La proporción de saponinas se mide de acuerdo a la altura de la espuma sobrenadante:

Altura de menos de 5mm = prueba negativa.

Altura de 5-9 mm = contenido bajo.

Altura de 10-14 mm = contenido moderado

Altura mayor de 15 mm = contenido alto.

Fenoles: Se toman unas gotas de la fracción metanólica y se reparten en un platillo de pruebas de cerámica con cinco compartimientos, añadiendo unas gotas

⁸³LARRAHONDO, J. 1985 Productos naturales: pruebas químicas iniciales en una planta. Guía de estudio del Departamento de Química, Universidad del Valle 1985 10 pp

de agua destilada con lo que se logra un color amarillo. Se deja un testigo y se va adicionando una gota de cloruro férrico en el segundo, dos en la tercera y así sucesivamente hasta llegar al quinto compartimiento. La caracterización de fenoles se hace de acuerdo a la coloración así:

Ninguna reacción (no cambia de color) = no hay presencia de fenol o taninos.
Cambio en el color azul oscuro = fenoles o taninos pirogálicos (hidrosolubles).
Cambio de color a verde oscuro = fenoles o taninos de tipo catecol (flavonoides o taninos concentrados).

Esteroides (prueba de Lieberman-Buchard): Se coloca aproximadamente 1 ml de la fracción no polar (capa de éter de petróleo) en un crisol; se evapora casi hasta la sequedad y se adicionaron 3-4 gotas de cloroformo. Se reparte la mezcla en el platillo de pruebas, se seca al aire y se adicionan gotas de anhídrido acético seguido por una gota de ácido sulfúrico concentrado. Los cambios de color indican:

Azul o verde = esteroides

Rojo, rosado o violeta = triterpenos

Amarillo pálido = esteroides o triterpenos saturados

Alcaloides (prueba de Dragendorff): Se toman 3 ml de la solución de metanol-agua (fracción polar) se adicionan 4 gotas de amoníaco. Esta solución se evapora casi a sequedad para obtener un mínimo residuo. A este último se adicionan 3 gotas de ácido acético y una gota de agua destilada concentrando la solución en una plancha eléctrica. Se colocan gotas de esta solución en un papel de filtro y se cubre con gotas del reactivo de Dragendorff. Un cambio de naranja a rojo o rosado sugiere la presencia de alcaloides. Determinaciones que se llevaron a cabo en los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño

5.2.3.3 Fenología. Durante el período de estudio se determinaron aspectos como el crecimiento, desarrollo de hojas, nuevos brotes, floración y fructificación. Estos se evaluaron cada 15 días mediante registro fotográfico y tabulación en el respectivo registro.

5.2.3.4 Condiciones Climáticas y Precipitación. Para realizar el seguimiento de estas variables se instalaron pluviómetros artesanales y termómetros de temperaturas máximas y mínimas en las fincas en estudio, con una previa capacitación a sus respectivos administradores en la recolección de datos, en

cada predio, se realizó lecturas diarias para temperatura y precipitación lo cual se adecuó al correspondiente registro, posteriormente se tabuló y se compiló la información general de las tres zonas de estudio.

5.2.4 Materiales y equipos. Se hizo entrega e instalación de equipos de medición en cada una de las fincas con el propósito de llevar registros diarios de temperatura y pluviosidad, factores determinantes en el comportamiento fenológico de cada una de las especies arbóreas y arbustivas de la zona del Patía.

- Cámara fotográfica
- Termómetro
- Pluviómetro artesanal
- Metro
- Cinta plástica
- Balanza
- Tijeras de podar
- Bolsas plásticas
- Computador e impresora
- Cuadernos de notas
- Prensa de madera
- Papel periódico

6. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBÓREAS

Después de realizadas las entrevistas y visitas correspondientes, se priorizaron 20 especies arbóreas y arbustivas con potencial para uso en sistemas silvopastoriles en el bosque muy seco tropical (bms-T) de la zona del valle del Patía (Tabla 1).

Tabla 1. Especies con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NUMERO MUESTRAS	FINCA	USOS
<i>Gliricidia sepium</i>	Matarratón	15	1,2,3	Cerca viva, banco proteína, medicinal
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	10	1,2	Banco proteína
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	15	1,2,3	Cerca viva, sombra
<i>Acacia macracantha</i>	Trapiche	10	1,2	Sombra, cerca viva
<i>Acacia farnesiana</i>	Romerillo	15	1,2,3	Cerca viva
<i>Erythrina variegata</i>	Caraqueño	10	1,3	Sombra, Banco proteína, ornamental
<i>Cnidoscolus chayamansa</i>	Chaya	8	1,3	Banco proteína
<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>	Papayuelo	10	1,2	Banco proteína
<i>Ficus cuatrecasana</i>	Higuerón	6	1,3	Sombra, Cerca viva, banco protector
<i>Dugand</i>				
<i>Cassia fistula</i>	Caña fistulo	8	3	Cerca viva, sombra
<i>Samanea saman</i>	Saman	5	3	Sombra,
<i>Pseudosamanea guachapale</i>	Igua	5	3	Sombra,
<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango	7	2,3	Sombra, cerca viva
<i>Opuntia ficus indica</i>	Nopal	5	1,2	Cerca viva,
<i>Crescentia cujete</i>	Totumo	5	3	Medicinal, cerca, viva, sombra
<i>Erythrina fusca</i>	Pizamo	7	1	Cerca viva, banco proteína, sombra
<i>Delonix regia</i>	Flamboyán	5	1	Ornamental, sombra
<i>Capparis Flexuosa</i>	Verde	5	2	Cerca viva
<i>Cratylia argentea</i>	Cratylia	10	1,3	Banco proteína
<i>Senna spectabilis</i>	Vainillo	10	3	Cerca viva, sombra, ornamental

Fuente: Esta Investigación

NOTA: Los nombres de las fincas están representados de la siguiente manera: 1.Finca Gloria Inés (Remolino) , 2. Finca El Vado (Mercaderes), 3. Hacienda Versalles (Versalles)

En la tabla anterior se presentan las especies seleccionadas para el estudio, en donde las de mayor muestreo y frecuencia en los predios fueron el matarratón (*Gliricidia sepium*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y el Romerillo (*Acacia farnesiana*), coincidiendo que son usados en su gran mayoría como cercas vivas.

Sin embargo el matarratón es reconocido como una fuente nutricional importante para ganadería, por lo tanto los habitantes de la zona lo destinan como banco de proteína, la cual utilizan directamente en silvopastoreo o como forraje de corte y además referencian una buena aceptabilidad por parte del ganado como dieta alimenticia.

En la figura 4, se puede apreciar el árbol de matarratón (*Gliricidia sepium*).

Figura 4. *Gliricidia sepium*



Fuente: Esta Investigación; Finca El Vado, Mercaderes, Cauca. 2011

Igualmente se encuentran en una buena parte de la región leucaena (*Leucaena leucocephala*) se aprecia en la Figura 5, trapiche (*Acacia macracantha*), caraqueño (*Erythrina variegata*), papayuelo (*Cnidoscolus aconitifolius*) y cratylia (*Cratylia argentea*). Que en su mayoría son utilizadas como cercas vivas y en menor proporción como bancos de proteína. Los productores reconocen el valor nutricional de éstas especies fruto de su experiencia y observación de la aceptabilidad por parte de los animales.

Cabe destacar que por su frondosidad también son tenidas en cuenta como sombrío para los animales, tradicionalmente utilizadas con éste fin, debido a las intensas olas de calor características de la zona.

Las especies de menor hallazgo fueron Saman (*Samanea saman*), Igua (*Pseudosamanea guachapale*), Nopal (*Opuntia ficus indica*), Totumo (*Crescentia cujete*), flamboyán (*Delonix regia*), las que actualmente preferiblemente se tienen en cuenta como sombra, además cabe destacar que en su mayor proporción se encuentran en la Hacienda Versalles.

Figura 5. *Leucaena leucocephala*



Fuente: Esta Investigación; Hacienda Versalles, Patía, Cauca. 2011

En la tabla 2, se encuentra la clasificación taxonómica de especies con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca, la cual se llevó a cabo principalmente en el herbario de la Universidad de Nariño y menor proporción en el herbario de la Universidad de del Cauca, de acuerdo a características morfológicas basadas en el método APG III.

En su gran mayoría están dentro de la división de las Magnoliophytas, clase magnoliopsida. Teniendo como base de clasificación el follaje y flores. Se caracterizan por poseer una enorme diversidad de hábitos, y haber ocupado prácticamente todos los nichos ecológicos posibles. Hay plantas arbustivas y herbáceas, las hay terrestres y acuáticas, se encuentran tanto en los desiertos como en los pantanos, en el nivel del mar como en lo alto de las montañas.

Tabla 2. Clasificación taxonómica de especies con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	REINO	DIVISIÓN	CLASE	ORDEN	FAMILIA	SUBFAMILIA	TRIBU	GÉNERO
<i>Gliricidia sepium</i>	Matarratón	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Faboideae	Robinieae	<i>Gliricidia</i> KUNTH
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Mimosoideae	Mimoseae	<i>Leucaena</i>
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guacimo	Plantae	Tracheobionta	Magnoliophyta	Malvales	Malvaceae	Byttnerioideae	Theobromeae	<i>Guazuma</i>
<i>Acacia macracantha</i>	Trapiche	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabales	Mimosoideae		<i>Acacia</i>
<i>Acacia farnesiana</i>	Romerillo	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Mimosoideae	Acacieae	<i>Acacia</i>
<i>Erythrina variegata</i>	Caraqueño	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Faboideae	Phaseoleae	<i>Erythrina</i>
<i>Cnidoscopus chayamansa</i>	Chaya	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Crotonoideae	Manihoteae	<i>Cnidoscopus</i>
<i>Cnidoscopus aconitifolius</i>	Papayuelo	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	Crotonoideae		<i>Cnidoscopus</i>
<i>Ficus cuatrecasana</i>	Higueron	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Urticales	Moraceae			<i>Ficus</i>
<i>Cassia fistula</i>	Caña fistulo	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Caesalpinioideae	Cassieae	<i>Cassia</i>
<i>Samanea saman</i>	Saman	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Mimosoideae	S. saman	<i>Samanea</i>
<i>Pseudosamanea guachapale</i>	Igua	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Mimosoideae		<i>Pseudosamanea</i>
<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango	Plantae	Spermatophyta	Magnoliophytina	Fabales	Leguminosae	Mimosoideae		<i>Pithecellobium</i>
<i>Opuntia ficus indica</i>	Nopal	Plantae	angiospermae	dycotyledonea	opuntiales	cactaceae	opuntioideae	opuntiae	<i>Opuntia</i>
<i>Crescentia cujete</i>	Totumo	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae		Crescentieae	<i>Crescentia</i>
<i>Erythrina fusca</i>	Pizamo	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Faboideae	Phaseoleae	<i>Erythrina</i>
<i>Delonix regia</i>	Flamboyan	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	Caesalpinioideae	Caesalpinieae	<i>Delonix</i>
<i>Capparis flexuosa</i>	Verde	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Capparales	Capparaceae			<i>Capparis</i>
<i>Cratylia argentea</i>	Cratylia	Plantae				Leguminosae,	Papilionoideae,	Phaseoleae	<i>Cratylia</i>
<i>Senna spectabilis</i>	Vainillo	Plantae	Magnoliophyta	Magnoliopsida	Fabales	Caesalpiniaceae	Caesalpinioideae		<i>Senna</i>

Fuente: Esta Investigación: Herbario Universidad de Nariño, 2011

Su diversidad de especies es mucho más alta en zonas tropicales y húmedas (alrededor del 60 % de las especies son de zonas tropicales y un 75 % tiene un crecimiento óptimo en climas tropicales), como podemos observar en la figura 6. el romerillo (*Acacia farnesiana*) donde dominan completamente el paisaje, y va disminuyendo su número hacia las latitudes altas, llegando a poseer una representación empobrecida en las floras más frías como la de la tundra (que todavía hoy está dominada por las coníferas).

Figura 6. *Acacia farnesiana*



Fuente: Esta Investigación; Hacienda Versalles, Patía, Cauca. 2011

Cabe destacar que las flores de angiospermas se diferencian de las flores del resto de las espermatofitas por que poseen verticilos o espirales ordenados de sépalos, pétalos, estambres y carpelos, y como su nombre lo indica, los carpelos encierran a los óvulos y reciben el polen sobre su superficie estigmática en lugar de directamente sobre el óvulo como en gimnospermas. Un ejemplo de ello es la flor del Flamboyán que se observa en la Figura 7.

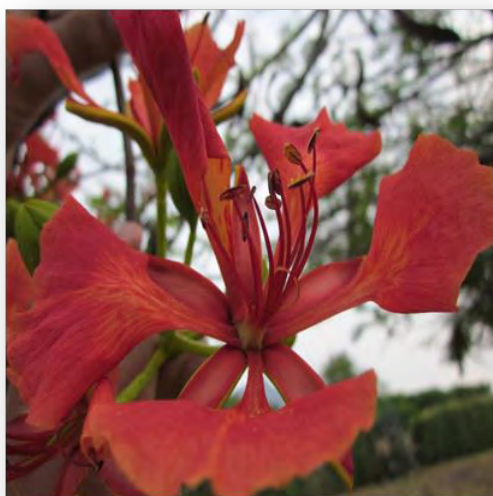
Aspecto que tiene en cuenta como valor agregado, ya que además de ser una alternativa importante en la nutrición animal, son en verdad un atractivo paisajístico y ornamental gracias a su inmensa variedad de colores, formas y tamaños.

Figura 7. *Delonix regia*



Fuente: Esta Investigación; finca Gloria Inés, Taminango, Nariño. 2012

Figura 8. *Cnidoscolus aconitifolius*



Fuente: Esta Investigación; finca Gloria Inés, Taminango, Nariño. 2012

En cuanto a la forma y disposición de las hojas se puede observar éstas características de clasificación que se tienen en cuenta, en la Figura 8 que corresponde al papayuelo (*Cnidoscolus aconitifolius*).

6.2 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS ESPECIES CON POTENCIAL SILVOPASTORIL

Los resultados obtenidos para el análisis bromatológico de las especies colectadas se observan en la Tabla 3. Dónde se destacan los porcentajes de materia seca, proteína, fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, entre otros.

Según ésta tabla, se presentan resultados con adecuados porcentajes de proteína para las especies evaluadas con 16.98% en promedio. El vainillo (Figura 9) presenta el valor más alto con 28.1%, seguido por la chaya 27.2% y el caraqueño con 27%. El nivel más bajo lo presentó el fruto de caña fistulo con 7.2%.

Tabla 3. Análisis Proximal de las especies con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca

Fracción			MS %	PT %	Mcal EB/KgMS	FC %	ELN %	CENIZAS %	EE %
Especie									
Nombre científico	Nombre común	Muestra							
<i>Senna spectabilis</i>	Vainillo	Forraje	31.3	28.1	5,03	39.4	16.6	9.63	6.29
<i>Cnidoscolus chayamansa</i>	Chaya	Forraje	20.8	27.2	4,67	15.6	38.7	11.2	7.38
<i>Erythrina variegata</i>	Caraqueño	Forraje	21.6	27	4,24	40.4	12.9	14.3	5.39
<i>Acacia macracantha</i>	Trapiche	Forraje	49	22.8	4,94	43.8	17.6	8.92	6.81
<i>Cratylia argentea</i>	Cratylia	Forraje	30.1	22.7	4,12	52.2	7.09	15.1	2.97
<i>Pseudosamanea guachapale</i>	Igua	Fruto	83	20.1	3,37	49.7	23.8	3.53	2.87
<i>Samanea saman</i>	Saman	Forraje	45	19.3	5,28	54.6	15.2	4.78	6.19
<i>Delonix regia</i>	Flamboyán	Forraje	34.1	19.3	5,02	18.3	51.7	6.13	4.53
<i>Pseudosamanea guachapale</i>	Igua	Forraje	41.3	17.4	5,01	38.2	33.7	5.49	5.19
<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango	Fruto	22.6	17.4	4,53	34.3	43.2	4.01	1.07
<i>Cassia fistula</i>	Caña fistulo	Forraje	42.1	16.8	4,98	52.8	21.2	6.05	3.16
<i>Samanea saman</i>	Saman	Fruto	53.8	16.7	4,68	35	43.6	3.38	1.29
<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango	Forraje	30.8	15.2	4,78	36.4	38.1	6.23	4.03
<i>Capparis flexuosa</i>	Verde	Forraje	40.6	15.1	4,54	23.4	38.4	16.2	6.94
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Forraje	38.2	15.1	4,70	34.1	35.4	9.61	5.8
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Fruto	28.8	13.2	4,37	50.3	26.8	7.27	2.48
<i>Opuntia ficus indica</i>	Nopal	Forraje	3.95	12.3	3,14	19.8	40.8	25.7	1.4
<i>Senna spectabilis</i>	Vainillo	Fruto	74.9	11.3	3,82	47.6	35.1	4.61	1.4
<i>Crescentia cujete</i>	Totumo	Forraje	10.6	10.5	4,56	16.3	59.6	6.09	7.54
<i>Cassia fistula</i>	Caña fistulo	Fruto	71	7.2	4,40	30	55.7	6.11	1

Fuente: Esta Investigación, Laboratorios Especializados, Universidad de Nariño, 2011.

Al respecto, Palma y Román⁸⁴, en un estudio realizado en la Universidad de Colima, México reportan para el vainillo un porcentaje de proteína cruda de 16.3% en base seca. Mencionan un adecuado consumo de éste forraje cuantificado en 15 kilogramos diarios y suministrados como alternativa de corte. De otra parte sobresale la preferencia por sus frutos, que los rumiantes comen con gran avidez.

Figura 9. *Senna spectabilis*



Fuente: Esta Investigación; Hacienda Versalles, Patía, Cauca. 2011

Los estudios de especies leñosas realizados en diversas regiones del trópico, indican que el porcentaje de proteína cruda (PC) del follaje de árboles y arbustos, generalmente duplica el de las gramíneas, siendo este atributo el más predominante para estas especies y en numerosos casos el contenido energético es también superior. Así, el contenido promedio de PC de diversas especies mencionadas anteriormente (16%) es mayor que el nivel crítico de 6.8% debajo del cual el consumo de forraje es deprimido (Minson⁸⁵), lo que confirma su gran potencial como alimento para el ganado en pastoreo o alimento a base de forrajes.

En un estudio realizado por Quezada *et al*⁸⁶, la Chaya que obtuvo un resultado de 27.2% de proteína, supera los porcentajes reportados en otros estudios realizados en el país de origen de ésta especie (México), al evaluar las características

⁸⁴ PALMA, J. Y ROMÁN, L. 2003. Frutos de especies arbóreas leguminosas y no leguminosas para alimentación de rumiantes. In: II Conferencia Electrónica sobre Agroforestería Para la Producción Animal en América Latina. Depósito de documentos de la FAO. Pp. 273-281

⁸⁵ MINSON, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, Inc. USA..p. 483

⁸⁶ QUEZADA, T. T., ACERO, G. G., FUANTOS, M. J., GONZÁLEZ, CH. M., GUZMÁN, M. H., TORRES, P. I., LOARCA, P. G., REYNOSO, C. R. Y GONZÁLEZ, M. E. 2005. Caracterización morfológica de colectas de chaya (*Cnidoscolus spp*). Quintas Memorias de Resúmenes Universidad Autónoma de Aguascalientes. pp 59 – 62.

nutricionales de la hoja entre estaciones del año y en tres etapas fenológicas obtuvieron rangos de 24 a 26%. Demostrando no solo sus bondades nutricionales sino la capacidad de adaptación durante las distintas épocas del año y sus correspondientes variaciones climáticas.

Así mismo menciona que reemplazando la utilización de concentrado comercial por 1.5 Kg de forraje de Chaya, se lograron incrementos de peso hasta de 350 gramos animal día. De tal manera que se mantienen los parámetros de producción, además se registra una ganancia económica adicional si se tiene en cuenta el alto costo de los alimentos balanceados. En la Figura 10, puede observarse la calidad del follaje de la Chaya.

Figura 10. *Cnidoscolus chayamansa*



Fuente: Fuente: Esta Investigación; Finca Gloria Inés, Taminango, Nariño. 2011

Cabe destacar que el Guácimo, es de gran adaptabilidad y resistencia a cambios climáticos extremos, conservando sus propiedades fenológicas y nutricionales. Esta especie que presenta 15.1% de proteína para su forraje y de 13.2% para sus frutos, resultados que concuerdan con lo reportado por Fedegán (Carta No. 21) para un estudio realizado en el estado de Trujillo (Venezuela), en el cual el contenido de proteína varía entre 13-17% en las hojas y entre 7-10% en los frutos; en las hojas jóvenes la proteína cruda varía entre 16 y 23% y en los tallos jóvenes entre 7 y 8%, en donde también se evidencia que el guácimo fue una de las especies más consumidas por los bovinos.

Así lo confirma Manríquez, L. 2010, realizó un estudio de establecimiento, calidad y productividad de un sistema silvopastoril intensivo bajo pastoreo de bovinos alimentados con guácimo. En donde encontró que en épocas de buena humedad es posible obtener hasta 17.5 Kg de forraje por árbol, con 19.3% de proteína y para épocas de intenso verano puede bajar a 5.6 kg de biomasa con promedio de 13.1% de proteína.

El mismo autor concluye que combinado con otras arbóreas puede alcanzar un consumo hasta de 1.1 Kg de materia seca. Mientras que usado como dieta suplementaria al pastoreo, es posible obtener incluso 410 gramos diarios en ganancia de peso por animal. Guácimo Figura 11.

Figura 11. *Guazuma ulmifolia*



Fuente: Fuente: Esta Investigación; Finca El Vado, Mercaderes, Cauca. 2011

Al analizar en conjunto los porcentajes de materia seca, proteína, energía y fibra de algunos resultados como: Fruto de Caña Fistulo (*Cassia fistula*), se encuentra una materia seca de adecuado resultado 71%, conjuntamente con 498 Kcal/100 g de energía; aunque el resultado de proteína es de 7.2% y elevado contenido de fibra 55.7%, es una alternativa importante en la eficiencia nutricional para alimentación de bovinos.

Así lo demuestra una investigación de silvopastoreo en la hacienda La Candelaria (Caucasia, Antioquia). En donde el promedio de ganancia diaria de peso logrado

por los animales en 12 meses fue de 428 g en el silvopastoril de cañafístula, 384 g en el de guayaba y 394 g en cañafístula-guayaba.

Por otra parte el caña fistulo, es un árbol de gran versatilidad y fácil manejo, que se adapta a una amplia gama de condiciones ecológicas y sistemas de producción. Por lo tanto, es otro buen aliado en la reconversión ambiental de la ganadería, sobre todo en la recuperación de suelos con bajo drenaje y erosionados. Se puede observar la estructura de la Caña Fistulo en la Figura 12.

Figura 12. *Cassia fistula*



Fuente: Esta Investigación; Hacienda Versalles, Patía, Cauca. 2011

El Samán que obtuvo en forraje y fruto, contenidos de proteína de 19.3% y 16.7%, además de materia seca de 45% y 53.8% respectivamente, supera notablemente los resultados obtenidos en Cuba con 12.6% de proteína y 45.38% de materia seca, en el cual concluyen que es una especie promisorio para alimentación animal, además de presentar fácil adaptabilidad a distintos tipos de suelos y poseer un follaje importante que puede ser utilizado como sombrío o cercas vivas.⁸⁷

⁸⁷Revista Forestal Baracoa vol. 30 (1), enero-junio 2011 ISSN: 0138-6441. Artículo científico, pp. 53-58. En: http://bva.fao.cu/pub_doc/FORESTALES/revista%20forestal%20baracoa%20no%201%202011/POTENCIALIDAD%20DE%20SAMANEASAMAN%20Y%20ENTEROLOBIUM.pdf

Chamorro, D. (2009) menciona que:

La oferta de forraje y / o frutos de los árboles con alto valor proteico y energético permiten un mejor balance de los ácidos grasos volátiles glucogénicos/cetogénicos, la fracción proteica de las arbóreas presentan baja o media degradabilidad ruminal, lo cual incrementa el flujo de proteína al intestino delgado y mejora el balance proteína energía en los nutrientes absorbidos. Igualmente, con el aporte de micronutrientes y metabolitos secundarios incrementan la fase logarítmica poblacional y la actividad enzimática de bacterias y hongos ruminales estrechamente relacionado con un aumento en la degradabilidad de los carbohidratos estructurales de la dieta seleccionada⁸⁸.

Para el caso de materia seca con 50.33% en promedio, el de mayor valor corresponde a la Igua (*Pseudosamanea guachapale*) con 83%, en contraste con 10.6% que presenta el fruto del Totumo (*Crescentia cujete*). Algunos estudios adelantados por el Ministerio de Agricultura en implantación de sistemas silvopastoriles en Arauca indican una buena aceptabilidad del Igua (*Pseudosamanea guachapale*) por parte de bovinos y búfalos, además de sus beneficios en sombra para los animales y sus potencialidades de diversificación en el uso como madera y otros.

El totumo (*Crescentia cujete*) a pesar de sus bajos resultados obtenidos en materia seca y proteína, es una alternativa que ha cobrado importancia en los sistemas ganaderos de producción. Algunos reportes indican el mejoramiento de las pasturas que crecen alrededor de éste árbol, además de adecuados consumos de éste por parte del ganado bovino.

Así mismo, existen algunas experiencias con ensilaje tanto de forraje como de fruto en alimentación bovina. Al respecto, Calle *et al*⁸⁹, en un artículo de la Carta Fedegán No. 122, se refiere al estudio realizado por el CIPAV 2005, obteniendo la siguiente composición: 22,60% de materia seca, 93,45% de digestibilidad in vitro de la MS, 9,7% de proteína bruta, 9.96% de lignina, 7.53% de extracto etéreo(lípidos), 0,11% de Ca, 0.19% de P, 7,53% de cenizas y 2900 kcal de energía metabolizable por kg de materia seca. Puede observarse el fruto de totumo en la Figura 13.

⁸⁸ CHAMORRO, D. 2009. Importancia de la proteína en la nutrición de Rumiantes con énfasis en la utilización de Proteínas de especies arbóreas. Corpoica. 15 p.

⁸⁹ CALLE, Z., MURGUEITIO, E., y BOTERO, M. 2011. El totumo: árbol de las Américas para la ganadería moderna. Federación Nacional de Ganaderos. Carta Fedegán N°122. P.p. 64-82. En: http://api.ning.com/files/rpAcWAv614LjZHg3K9CGCp7L2P1MnWDJ975hEC7*dkyPQSwAUesumkFy2BpaACG9jibQ7oneyH8IRQn4MLRvqgWJT-ceK/TotumoCIPAV.pdf

Se aprecian resultados adecuados de materia seca para las distintas especies evaluadas, por ejemplo 40.6% para Verde (*Capparis Flexuosa*) Figura 14, Trapiche (*Acacia macracantha*) 49% y Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) con 38.2%, lo que asegura una excelente disponibilidad de alimento y con ello la posibilidad de incrementar la capacidad de carga, además éstas leguminosas en asocio pueden incrementar su rendimiento por planta.

Al respecto Rika *et al*, citados por Hernández y Gutiérrez⁹⁰, mencionan una asociación de *B. decumbens* y *Centrosema pubescens*, produjo hasta 40% más de frutos y una ganancia de peso moderada de 249 a 321 g/animal/día, con una capacidad de carga hasta 2 animales/ha.

Figura 13. *Crescentia cujete*



Fuente: Esta Investigación; Hacienda Versalles, Patía, Cauca. 2011

Esto puede ser atribuido a la menor competencia por alimento por parte de los animales, a mejores posibilidades de recuperación del material vegetativo, menor

⁹⁰ HERNÁNDEZ, S. y GUTIERRES, M. 2006. Manejo de Sistemas Agrosilvopastoriles. Revisado Noviembre de 2011. En: <http://www.dfid.gov.uk/R4D/PDF/Outputs/R6606q.pdf>

pisoteo, mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo. Por consiguiente también el incremento de biomasa por unidades de área; así mismo cabe destacar la importancia de tener una dieta con variedad de especies para elevar la calidad nutricional de la ración.

La energía bruta que en promedio es de 4.5Mcal EB/KgMS, mostrando el valor más alto el forraje de Saman (*Samanea saman*) con 5,28 Mcal EB/KgMS, seguido del forraje de Flamboyán (*Delonix regia*) con 5.02 y forraje de Igua (*Pseudosamanea guachapale*), el nivel más bajo lo reporta el forraje de Nopal (*Opuntia ficus indica*) con 3,14 Mcal EB/KgMS aparece en la Figura 15.

Figura 14. *Capparis Flexuosa*



Fuente: Esta Investigación; Finca El Vado, Mercaderes, Cauca. 2011

Este último, tiene además el más bajo porcentaje de materia seca con 3.95% y a pesar que no se reportan estudios contundentes en la alimentación de rumiantes, existen evidencias en países como México, donde se conoce desde épocas históricas y algunos reportes indican que sus pencas son aceptadas sin problema en dietas para animales especialmente en fases de levante y ceba, además de ser apetecidas por su jugosidad, refieren un papel importante en la recuperación de los suelos.

Algunas especies presentan valores energéticos intermedios, como el Chiminango 4.78Mcal EB/Kg MS seguido por el forraje de Guázimo con 4.70Mcal EB/Kg MS valores que denotan la calidad nutricional y el potencial que representan para alimentación de bovinos. Sin embargo El contenido de energía en un forraje maduro es menor que el contenido de energía en un forraje inmaduro. Así, requiere más concentrado en las raciones basadas en forrajes maduros⁹¹.

Figura 15. *Opuntia ficus indica*



Fuente: Esta Investigación; Finca Gloria Inés, Taminango, Nariño. 2011

De otra parte si se analiza el contenido de energía bruta del Trapiche (*Acacia macracantha*) con 4.94 Mcal EB/Kg MS que aparece en la Figura 16, Chiminango (*Pithecellobium dulce*) con 4.53 Mcal EB/Kg MS el cual se aprecia en la figura 17 y Caraqueño (*Erythrina variegata*) con 4.24 Mcal EB/Kg MS y que se encuentran dentro del promedio y otras especies que están por debajo del mismo, los resultados siguen siendo adecuados para finalidades de alimentación bovina.

El trapiche ha sido evaluado en algunas investigaciones como fuente alimenticia para bovinos de carne y doble propósito, mostrando ganancias de peso

⁹¹ WATTIAUX, Y. y HOWARD, W. 2003. Alimentación de Concentrados. Esenciales Lecheras– Nutrición y Alimentación. Universidad de Wisconsin-Madison. 25 - 28

aceptables de 475 gramos animal día, atribuida a su balance nutricional energía proteína de 4.03 Mcal EB/Kg MS y 18.4% respectivamente. Lo que hace de esta fuente forrajera una buena alternativa nutricional en el mantenimiento y producción de rumiantes en el trópico.

Finalmente los datos obtenidos para fibra muestra un valor de 34.23 en promedio, que en general las especies con mayor porcentaje de proteína, también tienen los porcentajes más altos de fibra: Saman (*Samanea saman*) 54.6, seguido de Cratylia (*Cratylia argentea*) 52.2 y fruto de Igua (*Pseudosamanea guachapale*) con 49.7%. Resultados que podrían limitar su aprovechamiento si se exceden los consumos por parte del rumiante.

Figura 16. *Acacia macracantha*



Fuente: Esta Investigación; Finca Gloria Inés, Taminango, Nariño. 2011

Figura 17. *Pithecellobium dulce*



Fuente: Esta Investigación; Finca El Vado, Mercaderes, Cauca. 2011

Al respecto Buxton y Redfearn, citados por Barahona y Sánchez⁹² mencionan que esto resulta en una limitada disponibilidad de la energía en forrajes para los rumiantes dado que en muchos casos, más del 50% de la fibra dietaria pasa a través del tracto digestivo sin ser degradada. Adicionalmente, la degradabilidad de la materia seca de los pastos tropicales es 13% menor que la de los pastos de clima templado. En general, la digestibilidad de los forrajes está inversamente relacionada con su contenido de fibra.

Así lo corroboran Roa y Céspedes, quienes evaluaron la digestibilidad de forrajes arbóreos en el departamento del Meta, encontrando que especies como: Pízamo, caraqueño (*Erythrina variagata*), Figura 18 y nacedero presentaron los mayores consumos de MS y proteína, pero una baja digestibilidad de la fibra por sus altos porcentajes en promedio de 40.3%⁹³.

Evaluaciones realizadas por Giraldo en sistemas silvopastoriles naturales, bajo utilización por animales bovinos en Pinto (Magdalena), a 1100 msnm, 28 °C en zona de bs-T, en pasturas de *P. maximum*, asociado con una gran diversidad de árboles, entre los que sobresalen Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), en diferentes

⁹² BARAHONA, R y SANCHEZ, S. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. Revista CORPOICA. 6(1)

⁹³ ROA, M. y CÉSPEDES, D. 2011. Digestibilidad de forrajes arbóreos en bovinos utilizando jaulas metabólicas. Revista Sistemas producción agroecológica. 2(2):25-36

densidades de árboles y área de cobertura de la sombra que proyecta la copa de los árboles, condicionando el área de sombra proyectada sobre la pastura, muestran aportes importantes de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio⁹⁴.

Figura 18. *Erythrina variagata*



Fuente: Esta Investigación; Hacienda Versalles, Patía, Cauca. 2011

Rosales, citado por Ojeda⁹⁵, argumenta que:

“Muchas especies leñosas, no solo las leguminosas, establecen relaciones simbióticas con microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico (*Rizobium*). También la formación de micorrizas entre sus raíces y los hongos del suelo son muy frecuentes en las leñosas arbóreas. Estas asociaciones juegan un papel relevante en la movilización de nutrimentos, haciéndolos más disponibles para la planta huésped. A pesar de esto, el potencial de

⁹⁴GIRALDO, A. 1995. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema Silvopastoril natural. En: Seminario internacional: sistemas silvopastoriles, casos exitosos y su potencial en Colombia. Memorias. Santafé de Bogotá, La Dorada, Santa Martha. p.p. 57-63

⁹⁵OJEDA, H. 2008. Los árboles forrajeros y su utilización en la ganadería colombiana. Monografía para Especialización en Producción de Recursos Alimentarios para Especies Pecuarias. Universidad de Nariño-Colombia.

crecimiento anual de los árboles es menor que en las especies herbáceas, con excepción de las especies de rápido crecimiento tales como *Erythrina*, *Sesbania* o *Gliricidia*”.

El valor nutritivo de arbóreas y arbustivas varía en los diferentes componentes de la biomasa arbórea. Las hojas presentan mayores concentraciones de nutrientes que las ramas y los tallos, la variación también se ha relacionado con la edad y con la posición en el árbol, siendo las hojas jóvenes más ricas en proteínas que las viejas y estas además presentan porcentajes de digestibilidad bajos, debido a las concentraciones mayores de lignina y posiblemente de taninos⁹⁶.

6.3 ANÁLISIS DE METABOLITOS SECUNDARIOS

En la Tabla 4, se presenta el resumen de los resultados para metabolitos de las especies encontradas con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca.

Algunos metabolitos han sido considerados Metabolitos secundarios, por algunos efectos negativos sobre el proceso de fermentación en el rumen y en general en la digestión bovina. Sin embargo, los efectos dependen, en términos generales, del nivel de consumo. De tal forma que con niveles poco elevados, generalmente los rumiantes no presentan problemas marcados, debido a su alta capacidad fermentativa, a través de la cual, se da un proceso de adaptación o incluso los desdoblan y los metabolizan. Aunque el concepto tradicional ubica estos compuestos con efectos negativos, la mayoría de ellos, en concentraciones bajas son inocuos o incluso pueden tener efectos benéficos sobre la ecofisiología del tracto digestivo.

Considerando el espectro de las principales arbóreas y arbustivas tropicales (leguminosas y no leguminosas) con potencial en la alimentación de los bovinos, son diversos los metabolitos secundarios estudiados (taninos, saponinas, mimosina, glucósidos cianogénicos, fitoestrógenos, entre otros). Siendo el más estudiado y discutido, los taninos, por su frecuencia y por sus efectos sobre la dinámica digestiva de los rumiantes, como lo afirma Carmona⁹⁷.

⁹⁶ GIRALDO, A. 1995. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema Silvopastoril natural. En: Seminario internacional: sistemas silvopastoriles, casos exitosos y su potencial en Colombia. Memorias. Santafé de Bogotá, La Dorada, Santa Martha. p.p. 57-63

⁹⁷ CARMONA, A. 2007. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. Revista Lasallista de Investigación. 4(1):40-50

Tabla 4. Análisis de Metabolitos de especies con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca

MUESTRA	METABOLITOS											
	SAPONINAS			TANINOS			ESTEROLES			ALCALOIDES		
	Espuma	Rosenthaler	Antrona	Cl. Ferrico	Gelatina – sal	Acetato plomo	Liebermann burchard	Rosenheim	Salkowski	Dragendorff	Wagner	Mayer
<i>Cratylia argétea</i>	-	-	-	-	+	+	+	-	++	-	-	-
<i>Erythrina variegata</i>	-	-	-	-	+	+	+	-	+++	-	-	-
<i>Acacia macracantha</i>	-	-	-	++	+	+	++	-	+++	-	-	-
<i>Opuntia ficus indica</i>	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-
<i>Delonix regia</i>	-	-	-	+++	+	+	++	-	+	+	+	-
<i>Cnidoscolus chayamansa</i>	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-
<i>Crescentia cujete</i>	-	-	+	-	+	+	++	-	+++	-	-	-
Cassia fistula (Fruto)	-	-	-	-	-	-	+	-	+++	-	-	+
Cassia fistula (forraje)	-	-	-	+++	++	++	+	-	++	-	-	-
<i>Samanea saman</i> (forraje)	-	-	-	++	+	+	+++	-	+++	-	-	-
<i>Samanea saman</i> (Fruto)	-	-	-	-	+	+	+	-	++	-	-	-
Pseudosamanea guachapale (forraje)	-	-	+	+++	+	+	++	-	+	+	+	-
Pseudosamanea guachapale (Fruto)	-	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-
<i>Senna spectabilis</i> (forraje)	-	-	-	-	+	+	-	-	+	+	++	-
<i>Senna spectabilis</i> (Fruto)	-	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-
<i>Capparis Flexuosa</i>	-	-	-	-	+	-	++	-	++	-	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i> (forraje)	-	-	-	+	+	+	++	-	++	-	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i> (fruto)	-	-	-	-	+	-	+	-	++	-	-	-
<i>Pithecellobium dulcis</i> (forraje)	-	-	-	-	+	-	+	-	++	-	-	-
<i>Pithecellobium dulcis</i> (fruto)	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-

Fuente: Fuente: Esta Investigación; Laboratorios Especializados, Universidad de Nariño, 2011.

Estudios reportan que al utilizar plantas forrajeras con niveles altos de taninos, mezcladas con especies altas en nitrógeno soluble, se mejora el uso del nitrógeno por los rumiantes, reduciendo la degradación de la proteína soluble en rumen.

En el presente estudio se encontraron especies con altos contenidos de proteína y presencia de metabolitos secundarios que pueden potencializar los efectos nutricionales en rumiantes. Especies como la cratylia (*Cratylia argentea*) y el trapiche, con niveles de proteína de 22.7% y 22.8% respectivamente, presentan también una constante en el análisis de metabolitos secundarios, especialmente taninos que algunos autores los clasifican de contenido bajo.

Al respecto, Rosales citado por Carmona, C (2007)⁹⁸, utilizando Cratylia (*Cratylia argentea*) como fuente de proteína (bajo contenido de taninos) y Flemingia caracterizada por alto contenido de taninos, reportó que la eficiencia en el uso del nitrógeno absorbido se incrementó significativamente a medida que se aumentó la cantidad de la segunda especie, concluyendo que se incrementan la actividad enzimática de bacterias y hongos ruminales.

Un caso particular es el fruto de Saman (*Samanea saman*), que presenta 53% de materia seca y un nivel de proteína aceptable de 16%. Algunas experiencias en alimentación de bovinos refieren consumos de alimento y ganancia de peso adecuados incorporando ésta especie en forma de harina y en asocio con otras especies.

Así lo establecieron Chico *et al*⁹⁹ 2004, quienes encontraron que la ganancia de peso promedio de 340 g utilizado como fuente única de alimento, sin embargo con la incorporación de la harina del fruto del samán en la ración por debajo del 20% y en asocio con matarratón, se incrementa la ganancia de peso diaria a 490 g. Análisis complementarios revelaron que el fruto del samán contiene 3,8% de tanino atribuyendo los resultados a la presencia de éste componente. En la Figura 19 aparece el árbol de samán.

Cabe destacar que ésta especie es altamente incorporada en los sistemas de producción ganadera por la cantidad de biomasa representada por estos árboles y por ende la cantidad de carbono que son capaces de secuestrar y almacenar;

⁹⁸ CARMONA, J. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. Revista Lasallista de investigación, vol. 4, número 001. Corporación Universitaria Lasallista. Antioquia, Colombia, 2007. Pp. 40-50.

⁹⁹ CHICCO, C., GARBATI, S. Y MULLER HAYE, B. 2004. EL SAMAN (*Pithecolobium Samán*) en la alimentación del animal. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Venezuela.

además del potencial maderable, paisajístico y de sombra, que lo convierten en un importante recurso para ofrecer bienes y servicios económicos y ambientales a la sociedad.

Figura 19. *Samanea saman*



Fuente: Esta Investigación; Hacienda Versalles, Patía, Cauca. 2011

De otra parte, los fitoesteroles son esteroides de origen vegetal que tienen amplia distribución en la naturaleza y cuya estructura es muy similar a la del colesterol. Desde hace años se conoce que producen efectos hipocolesterolémicos cuando son ingeridos en el rango de 1-3 g/día, por lo cual se les considera como importantes aliados nutricionales en la prevención de las enfermedades cardiovasculares.

Se han descrito más de 200 tipos diferentes de esteroides vegetales en multitud de plantas y también están presentes en frutas, verduras, grano, semillas, nueces, etc., siendo el más abundante el sitoesterol o betasitosterol, seguido por el campesterol y el estigmasterol. Muchos de estos compuestos, además de reducir el colesterol, ejercen otros efectos biológicos, algunos de los cuales pueden ser muy interesantes para la promoción de la salud¹⁰⁰.

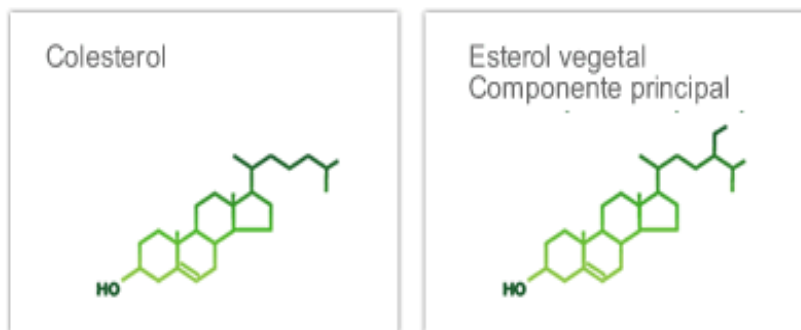
Teniendo en cuenta lo anterior se puede afirmar que la presencia de esteroides no implica un agente antinutricional, además como puede observarse la presencia en las distintas especies evaluadas, es moderada. Sumado a este factor se puede

¹⁰⁰PALOU *et al.* El libro blanco de los esteroides vegetales. Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca. Revisado en noviembre de 2011.

En: http://www.nutricion.org/publicaciones/pdf/libro_blanco_esteroides_vegetales.pdf

decir que los niveles de consumo no son altos en un eventual sistema exclusivo de silvopastoreo con estas especies.

Figura 20. Estructura básica del colesterol animal y esterol vegetal



Fuente: <http://www.colantafunciona.com/index.php/productos/benecol/55-los-esteroles-y-estanoles-vegetales>

Finalmente, no existe una definición exacta para los alcaloides, pero se puede considerar como: Un compuesto orgánico de origen natural (generalmente vegetal), nitrogenado (el nitrógeno se encuentra generalmente intracíclico), derivados generalmente de aminoácidos, de carácter más o menos básico, de distribución restringida, con propiedades farmacológicas importantes a dosis bajas y que responden a reacciones comunes de precipitación.

De otra parte, las saponinas esteroideas son consideradas como ingredientes activos de extractos de las plantas, compuesto que en dietas forrajeras para ganado bovino en el trópico han adquirido gran relevancia por la disminución del contenido de gases nocivos para el medio ambiente.

Existe una creciente preocupación en torno al incremento de las emisiones de gases con efecto invernadero producida en actividades ganaderas, sobre todo en granjas cuya alimentación está basada en granos y alimentos balanceados.

Al respecto, Aguirre 2008¹⁰¹, afirma:

“El extracto de las plantas con contenidos importantes de saponinas, combinado con el alimento o el agua de los animales de granja, previene enfermedades respiratorias, favorece la absorción de los nutrientes y

¹⁰¹ AGUIRRE, A. Utilización de saponinas. Revista Ideas para el Cambio. México, Noviembre 2008, pp. 46-49

disminuye la emisión de amoníaco y otros gases tóxicos producto de los excrementos y la orina.

Además puede mejorar la digestión del ganado avícola, porcino y vacuno, y evitan que sus excreciones produzcan amoníaco en exceso, un gas liberado por la descomposición orgánica y que puede resultar irritante para los animales, provocar enfermedades respiratorias, bajo peso, poca producción de leche y huevo y problemas reproductivos”.

Para las especies estudiadas los niveles encontrados de alcaloides son bajos, lo cual puede ser el resultado de las variaciones climáticas, especialmente las lluvias continuas que quizá interfirieron con el metabolismo propio de las plantas.

En conclusión, el metabolismo es el conjunto de reacciones químicas que realizan las células de los seres vivos para sintetizar sustancias complejas a partir de otras más simples, o para degradar las complejas y obtener las simples. Las plantas, organismos autótrofos, además del metabolismo primario presente en todos los seres vivos, poseen un metabolismo secundario que les permite producir y acumular compuestos de naturaleza química diversa.

Estos compuestos derivados del metabolismo secundario se denominan metabolitos secundarios, se distribuyen diferencialmente entre grupos taxonómicos, presentan propiedades biológicas, muchos desempeñan funciones ecológicas y se caracterizan por sus diferentes usos y aplicaciones como medicamentos, insecticidas, herbicidas, perfumes o colorantes, entre otros. Reciben también la denominación de productos naturales¹⁰².

6.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL ENSAYO

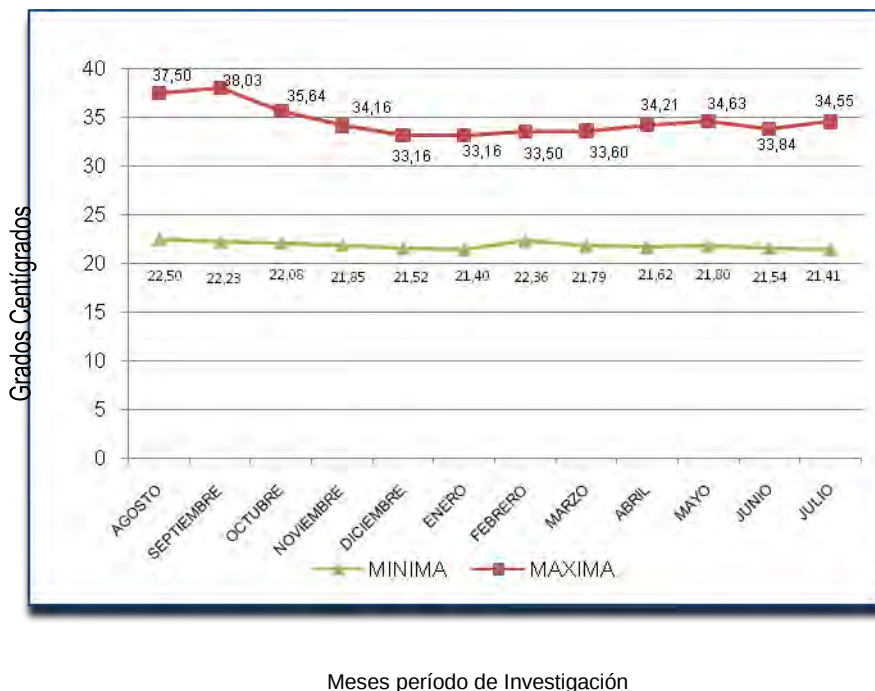
6.4.1. Temperatura. Como se puede apreciar en la figura 21, la temperatura promedio durante el periodo experimental tuvo un promedio de 28.25 grados centígrados, cuya temperatura máxima y mínima promedio fue de 38.03 y 21.04 grados centígrados respectivamente.

La ola invernal predominó durante la investigación, de tal manera que no se pudo determinar con precisión el inicio de épocas de invierno y verano, esto afectó la

¹⁰² GARCÍA, A y PÉREZ, F. 2009. Metabolismo secundario de plantas. Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal. 2 (3): 119-145

toma de muestras y el seguimiento de biomasa en las distintas especies encontradas.

Figura 21. Temperatura promedio mensual



Fuente: Esta Investigación, Valle del Patía. 2010 - 2011

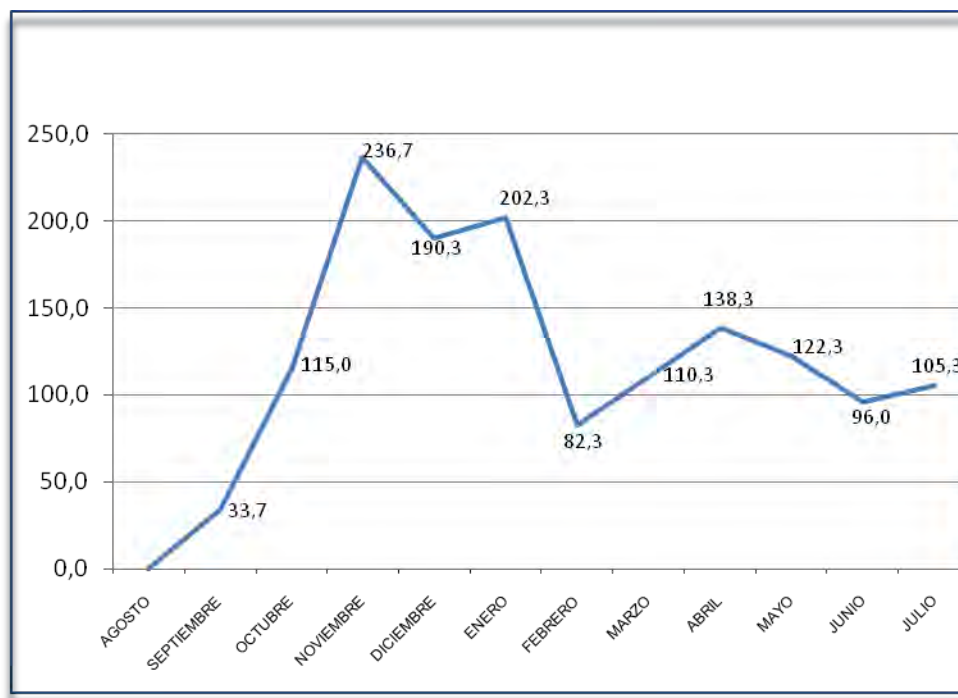
Sin embargo la temperatura promedio, corresponde a la reportada en la literatura para la adaptación y desarrollo de éstas arbóreas. Así mismo como se indica más adelante no fue limitante para el mantenimiento del material vegetativo, que en general mostró una adecuada resistencia a las variaciones climáticas ya mencionadas.

6.4.2 Precipitación. Es importante aclarar que para el mes de agosto no se reportan los resultados, ya que durante éste periodo se calibraron los instrumentos, además se realizó el censo correspondiente y se aplicaron las entrevistas.

Los meses de mayor pluviosidad fueron noviembre, enero y diciembre, con 236.7, 202.3 y 190.3 mm, respectivamente, mientras que el mes con menor pluviosidad fue septiembre con 33.7 mm, para un promedio mensual de 130.22 mm. Lo que

corroborar los cambios climáticos extremos en la investigación, sin lluvias fuertes pero permanentes. (Figura 22).

Figura 22. Precipitación promedio mensual



Fuente: Fuente: Esta Investigación, Valle del Patía. 2010 - 2011

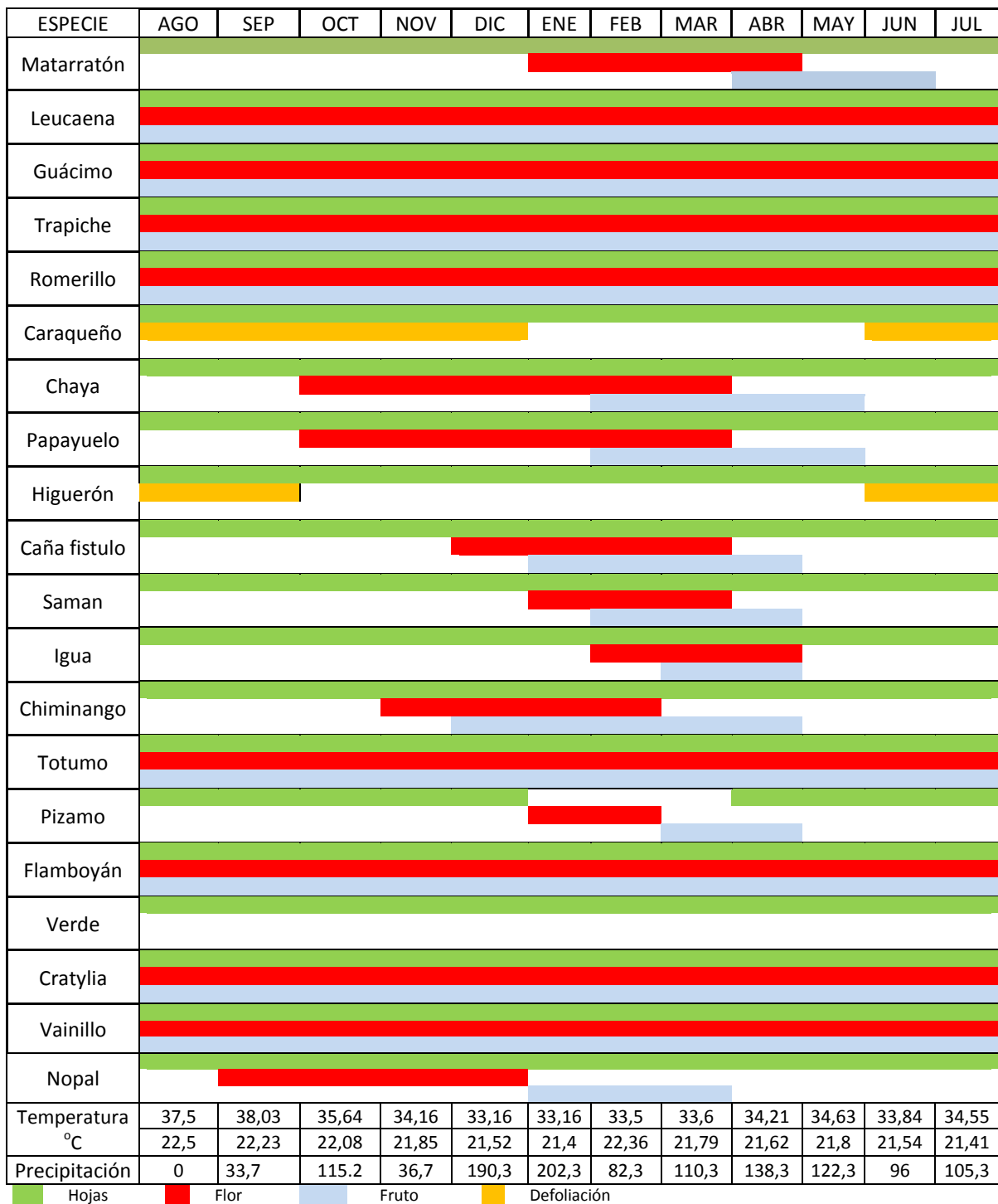
6.5 FENOLOGÍA

En la figura 23, se puede observar el comportamiento fenológico durante el periodo experimental, comparado con la precipitación mensual promedio y las variaciones de temperatura. Se puede apreciar los cambios visibles de los procesos vitales básicos en el transcurso de un ciclo o periodo, que abarca la foliación, floración, fructificación.

La prevalencia y aparición de nuevas hojas es manifiesta en la totalidad de especies estudiadas, sin que se presentara defoliación en condiciones extremas de lluvias o periodos secos. Como es el caso del matarratón que según los reportes literarios mencionan que es una especie caducifolia en etapa de floración, pero que no presentó ese fenómeno para el presente estudio, su floración se

observó entre los meses de enero y abril, cuando se presentaron las mayores precipitaciones y sus máximas temperaturas fueron las más bajas del año. Diferente comportamiento lo presentan el caraqueño e higuérón que no presentan flor ni fruto y denotan defoliación entre los meses de junio a septiembre.

Figura 23. Comportamiento Fenológico Especies con potencial silvopastoril en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca



Fuente: Esta Investigación

Un caso especial es la Caña Fistulo, La especie es brevidecidua, es decir, pierde las hojas viejas por un breve periodo y las renueva rápidamente. Así mismo el Caraqueño e Higuerón que presentan defoliación en periodos importantes entre junio y septiembre, lo que puede representar una limitante para ser tenidas en cuenta en sistemas de alimentación en bovinos ya que ésta época del año corresponde al verano y la consecuente escases de forraje disponible.

De otra parte se pudo observar que especies como: leucaena, guácimo, trapiche, romerillo, totumo, flamboyán y cratylia, fructifican todo el año. Mientras que el papayuelo, saman, igua y chiminago, lo hacen en la primera mitad del año entre los meses de febrero a mayo. Sin embargo algunas excepciones como Caraqueño, Higuerón, Chaya y Verde que no presentaron fruto.

Generalmente el Higuerón, se caracteriza por ser un árbol grande y corpulento, inicialmente crece de manera casi natural. Copa extendida, ramas largas y poderosas de las que emergen raíces aéreas, las que se funden para formar el tronco. Hojas simples y alternas. Las flores y frutos se desarrollan en una estructura esférica llamada sicono.

Los siconos son un tipo de higo y cuando maduran son rojos, por lo que son muy apetecidos por las aves. Es polinizado por avispa que entran al sicono y ponen los huevos dentro de éste. Al moverse polinizan las flores y ahí mueren. Cuando las crías nacen ya los frutos han madurado por lo que el orificio está más abierto, permitiendo la salida de las avispas.

Otras consideraciones: Dentro de las especies con uso potencial en sistemas silvopastoriles priorizadas para la zona del sur de Nariño y norte del Cauca, se destacaron 12 variedades arbóreas y 8 arbustivas.

- Especies Arbóreas: samán, igua, chiminango, caña fistulo, higuerón, matarratón, trapiche, guácimo, flamboyán, pizamo, caraqueño, leucaena
- Especies arbustivas: romerillo, nopal, papayuelo, chaya, vainillo, verde, totumo, cratylia.

Tres especies presentaron un comportamiento fenológico constante a lo largo del año de investigación (Agosto de 2010 a Julio del 2011), en oferta forrajera,

producción de semilla, resistencia a la sequía y además por su frondosidad sirven de sombra para los animales. Otros usos destacados son:

- Matarratón (***Gliricidia sepium***): Esta especie crece muy bien en los predios estudiados y tiene buena aceptabilidad por parte de los animales. Sin embargo solo en la finca Gloria Inés produce semilla fértil, característica que le brinda valor agregado, teniendo en cuenta que en nuestro país son escasos los predios donde puede obtenerse material genético para su propagación. Utilizado comúnmente como banco de proteína, el cual se usa directamente como forraje y en algunos casos se dejan secar sus hojas para luego ofrecérselo pulverizado a los bovinos. Se encuentra en barreras vivas generalmente alrededor de las fincas. De él se aprovecha la madera para la fabricación de columnas y postes. Así mismo algunos habitantes de la zona, le atribuyen propiedades medicinales. En caso de fiebre o “calentura” como ellos le llaman, se prepara una taza con zumo de matarratón y se da a beber.
- Guácimo (***Guazuma ulmifolia***): Principalmente usado en la zona para la fabricación de artesanías, aprovechado la flexibilidad de sus tallos, es una opción para diversos usos silvopastoriles, se lo observo en cercas vivas, disperso en potreros, en pequeños bosques donde la cantidad de semilla producida es una excelente fuente de proteína y fibra cruda. Ocasionalmente el forraje es utilizado para el control de parásitos internos en el ganado, se prepara el zumo de sus hojas y se da a beber al ganado una taza por tres días y se repite el tratamiento después de dos semanas.
- Romerillo (***Acacia farnesiana***): Es considerada una especie invasora, pero ha tomado gran importancia para el establecimiento de diferentes sistemas silvopastoriles, debido a que el ganado no lo ramonea por sus fuertes espinas que le brindan protección. Tradicionalmente los habitantes de la zona la utilizan con fines curativos. Los extractos de las flores se usan para los dolores de cabeza y en el tratamiento de la indigestión. La fruta verde en emplastos como astringente y una decocción de la fruta se usa para tratar la disentería y las inflamaciones de la piel por golpes o traumas.

De otra parte, se realizaron observaciones complementarias para las distintas especies seleccionadas en el presente estudio, algunos aspectos se describen a continuación:

- Leucaena (***Leucaena leucocephala***): Se encuentra en los municipios del remolino y mercaderes, en cercos vivos y arboles dispersos en potreros para sombrío y no se presentan sistemas silvopastoriles intensivos de esta especie. En mercaderes disminuye su producción de forraje y fruto debido a las condiciones agroclimáticas del municipio.
- Trapiche (***Acacia macracantha***): Utilizado para proporcionar sombra a los animales, en arboles dispersos en potrero, ideal para la finca el vado por su adaptabilidad a la sequia, se diferencia del romerillo por tener un tallo bien definido, de crecimiento recto, menos presencia de espinas y menos invasor.
- Caraqueño (***Erythrina variegata***) Su principal uso en la zona del valle del Patía es como árbol ornamental debido a sus llamativos colores verde y amarillo de su forraje, aunque es una buena alternativa para ser usado en bancos de proteína, debido a su contenido proteico 27 % y una materia seca de 21.6 %
- Chaya (***Cnidoscolus chayamansa***): aunque su uso es relativamente nuevo en la zona, presenta una gran adaptabilidad a las condiciones agroclimáticas propias de la zona y es utilizado en banco de proteína debido a su 27.2 % de contenido proteico y es manejado para alimentación de bovinos, caprinos, ovinos, aves, cerdos, cuyes y conejos.
- Papayuelo (***Cnidoscolus aconitifolius***): frecuente en mercaderes y el remolino, establecido en cercas vivas y banco de proteína, se destaca la presencia de un pequeño fruto con la forma de una papaya que contiene semillas que no son fértiles de acuerdo a la información recolectada de los productores de la zona.
- Higuerón (***Ficus cuatrecasana*** Dugand): se prioriza su uso para proteger los nacimientos de agua y para proporcionar sombra a los animales, se considera una especie parasita debido a que los animales que comen y disipan sus semillas crecen en arboles receptores, que si bien no se alimenta de ellos, los termina asfixiando y tomando su lugar en el estrato del bosque.
- Caña fistulo (***Cassia fistula***): se presenta en el municipio del Patía y se utiliza en cercas vivas y para sombra, se destaca por que empieza la producción de sus frutos a una corta edad y estos son muy apetecidos por el ganado, el cual

lo recoge cuando estos caen. Se facilita su establecimiento por que el ganado no consume su forraje en las etapas iniciales de crecimiento debido a la alta presencia de taninos.

- Saman (***Samanea saman***): no solo se destaca por su tamaño sino también por los diferentes usos que lo hacen una de las especies más promisorias para toda la zona del valle del Patía. Genera microclimas dentro de las fincas, se sitúa en los corredores biológicos, alta producción de frutos, aporte significativo de materia orgánica al suelo.
- Igua (***Pseudosamanea guachapale***): similar composición química al Saman, pero difiere en algunas de las características físicas que podrían confundir a primera vista, pero presentan diferencias notables en su ramificación, color de la corteza, follaje, flor, el fruto y semilla son de diferente conformación.
- Verde (***Capparis Flexuosa***): la especie con mayor resistencia a la sequía y de ahí su nombre, se caracteriza por que es el único árbol que queda con su follaje verde después de una prolongada sequía, pudiendo ser utilizado fundamentalmente para sombra en épocas calurosas en árboles dispersos en potreros, en franjas de árboles o cercas vivas.
- Chiminango (***Pithecellobium dulce***): se considera una especie altamente invasora capaz de formar densos bosques que pierden las áreas de pasturas, bien utilizado es una excelente opción para cerca viva y establecerlo en potrero para sombra.
- Nopal (***Opuntia ficus indica***): es una de las pocas especies que resiste muy bien temporadas de sequías y se convierte en una fuente de alimento alternativo para esta época, donde los animales encuentran forraje fresco y con alto contenido de humedad, cabe resaltar que existen diferentes variedades con aptitudes para ser utilizadas en sistemas silvopastoriles específicos, variedades con espina para cercos vivos y variedades sin espina en banco energéticos.
- Totumo (***Crescentia cujete***): especie con gran valor cultural principalmente en el municipio del Patía ya que es utilizado como recipiente para almacenar

diferentes tipos de manjar, su fruto es recolectado para obtener la totuma y es en este proceso de cosecha donde la pulpa obtenida se ofrece a los animales.

- Pizamo (***Erythrina fusca***): es una especie introducida al municipio del remolino con regular adaptación, rezagándola a corredores biológicos donde el microclima favorece su establecimiento. Pero de regular adaptación a campo abierto.
- Flamboyán(***Delonix regia***): se utiliza en el municipio del Remolino actualmente como árbol ornamental por su floración tan llamativa de color rojo, pero por su contenido de proteína, rápido crecimiento y producción de follaje es ideal para utilizarlo en bancos de proteína.
- Cratylia (***Cratylia argentea***): por su adaptación a suelos pobres, es una opción ideal para el establecimiento de bancos de proteína debido a que su follaje contiene un 22.7 % de proteína y 30.1% de materia seca ideal para la nutrición de rumiantes, se encuentra en estudios para su introducción a el municipio del Patía en la hacienda Versailles.
- Vainillo (***Senna spectabilis***): presenta características similares al caña fistulo, con la diferencia de que este tiene una defoliación total de sus hojas independiente de las condiciones climáticas por que se observaron árboles en todos los meses con diferentes ciclos, mientras unos estaban en plena floración, otros estaban ya con los frutos secos, otros con la presencia de brotes vegetativos y otros totalmente cubiertos de follaje. A demás de eso bovinos y equinos consumen su forraje en época de verano.

7. CONCLUSIONES

Se priorizaron y clasificaron 20 especies para el uso potencial en sistemas silvopastoriles para la zona del Patía, de las cuales 12 son especies arbóreas y 8 arbustivas.

El análisis bromatológico de las especies muestra niveles de 50.33% en promedio para materia seca, presentando el valor superior el fruto de Igua con 83% y el forraje de Nopal el porcentaje más bajo con 3.95%.

El Forraje de Vainillo obtuvo el mayor contenido de proteína con 28.1%, mientras que el fruto de Caña Fistulo presentó el menor porcentaje con 7.2%, el promedio para las especies colectadas fue de 16.8%.

De otra parte el promedio para energía bruta fue de 4.5 Mcal/kg, cuyo valor más alto lo presentó el forraje de Samán y el más bajo el forraje de Nopal con 5.28 Mcal/kg y 3.14 Mcal/kg respectivamente.

Finalmente los se obtuvo 36.61% en promedio de fibra cruda. Siendo el valor más alto de 54.6% para el forraje de Samán y el más bajo de 15.6% para el forraje de Chaya.

Los resultados de metabolitos secundarios muestran niveles bajos, que al no tener consumos importantes por parte de los animales no representan alteraciones antinutricionales que puedan afectar la palatabilidad o la digestibilidad de las especies estudiadas.

Según algunos autores los taninos pueden mejorar el uso del nitrógeno por los rumiantes, reduciendo la degradación de la proteína soluble en rumen. Las saponinas favorecen la absorción de los nutrientes y disminuye la emisión de amoníaco y otros gases tóxicos producto de los excrementos y la orina.

El comportamiento fenológico de las distintas especies encontradas, fue adecuado, teniendo en cuenta que las condiciones climáticas en cuanto a temperatura y pluviosidad no fueron las mejores. Sin embargo mostraron resistencia, permaneciendo en su gran mayoría con ciclos vegetativos normales en cuanto a hojas, frutos y flores

8. RECOMENDACIONES

Adelantar estudios que permitan la cuantificación de la biomasa de las especies encontradas, en sus distintas etapas vegetativas, conjuntamente estudios de digestibilidad en rumiantes que permitan determinar el potencial nutricional reportado en la presente investigación.

Llevar a cabo arreglos silvopastoriles con las especies encontradas y evaluar variables productivas como consumo de forraje, materia seca y ganancia de peso en rumiantes.

Realizar investigaciones para la conservación y multiplicación de germoplasma en la mayoría de las especies identificadas, dadas las limitadas condiciones agroecológicas existentes en la zona.

El diseño, establecimiento, manejo y utilización de los SSP requieren ser evaluados con un enfoque integral y multidisciplinario, debido a que en estos interviene un conjunto de factores que no se pueden analizar de forma aislada, y en la que la relación suelo-planta-animal-clima-hombre aparece muy compleja y variada.

BIBLIOGRAFÍA

_____. 1806. *Acacia farnesiana*. Species Plantarum. Editio quarta 4(2): 1083-1084.

_____. 1789. *Guazuma ulmifolia* Lam. Encyclopédie Méthodique, Botanique 3:52. Revisado en Diciembre de 2011. En: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/66-sterc1m.pdf

AGUIRRE, A. Utilización de saponinas. Revista Ideas para el Cambio. México, Noviembre 2008, pp. 46-49

AMÉZQUITA, M.C. 2002. Investigación en árboles forrajeros: curso corto intensivo sobre técnicas agroforestales con énfasis en la medición de parámetros biológicos y socioeconómicos. CATIE. Costa Rica.

ARGEL, P. y LASCANO, C. *Cratyilia argétea*: una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas sub-húmedas tropicales. En: Memorias Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. p. 181-194

BARAHONA, R y SANCHEZ, S. 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. Revista CORPOICA. 6(1)

BENAVIDES, J. 1983. Investigación de árboles forrajeros: curso corto intensivo sobre técnicas agroforestales con énfasis en la medición de parámetros biológicos y socio-económicos. Costa Rica. CATIE.

BENAVIDES, J.E. 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central. Un enfoque agroforestal. El Chasqui 25:6-35.

BENSON, L. y WALKINGTON. 1965. The southern Californian prickly pear invasión, adulteration and trial by fire. Ann. Miss. Bot. Gard. 52:262-273

BOREL, R. 1987. Sistemas silvopastoriles para la producción animal en el trópico y uso de árboles forrajeros en la alimentación animal. Memorias VI Encuentro Nacional de Zootecnia. Cali.

BOTERO, A., DE LA OSSA, L. y JAIME, V. 2010. Estudio de caso: un sistema de producción silvopastoril con enfoque agroecológico, departamento del Magdalena, Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Animales. 2(1): 225-242.

BRAVO, H. 1978. Las cactáceas de México. 2nd. Ed. Vol 1. Carnegie Institution of Washington. Washington 743 p

BRONSTEIN, G. 1983. Los árboles en la producción de pastos. Curso corto Intensivo de práctica agroforestales con énfasis en la Medición y Evaluación de parámetros biológicos y socio-económicos. Turrialba. Costa Rica, CATIE.g

CALLE, Z., MURGUEITIO, E., y BOTERO, M. 2011. El totumo: árbol de las Américas para la ganadería moderna. Federación Nacional de Ganaderos. Carta Fedegán N°122. P.p. 64-82. En línea: Consultado enero 2012. In: http://api.ning.com/files/rpAcWAv614LjZHg3K9CGCp7L2P1MnWDJ975hEC7*dKyPQSwAUjsesumkFy2BpaaACG9jibQ7oneyH8IRQn4MLRvvggWJT-ceK/TotumoCIPAV.pdf

CARMONA, J. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. Revista Lasallista de investigación, vol. 4, número 001. Corporación Universitaria Lasallista. Antioquia, Colombia, 2007. Pp. 40-50.

CASTILLO, L.M. 1985. Evaluación agronómica y bromatológica de *Leucaena leucocephala*. Memoria Asoc Latinoam Prod Anim 20:96.

CARMONA, A. 2007. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. Revista Lasallista de Investigación. 4(1):40-50

CATIE, 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Comp. y ed. Jorge E. Benavides, Turrialba, C. R. CATIE. Programa de Agricultura Sostenible. Serie Técnica, Informe Técnico N° 236. Volumen I, 420 p., Volumen II, 306 p.

CDMB y ACDI, 1989. Guía de Reforestación. Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga –CDMB-, Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional –ACDI- Bucaramanga, Colombia. 214 p.

CHAMORRO, D. Importancia de la proteína en la nutrición de Rumiantes con énfasis en la utilización de Proteínas de especies arbóreas. Corpoica. 2009. 15 p.

CHICCO, C., GARBATI, S. Y MULLER HAYE, B. 2004. EL SAMAN (*Pithecolobium Samán*) en la alimentación del animal. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Venezuela.

CUMANA, L. 2003. la familia capparaceae depositada en el herbario IRBR de los estados Anzoátegui y Sucre, Venezuela. Saber, Universidad de Oriente, Venezuela. Vol. 15. N° 1 - 2: 15-22.

- DEVENDRA, C. 1995. Composition and nutritive value of browse legumes. CAB International, Malaysia. 49p
- ESPINOZA, F., R. TEJOS, E. CHACÓN, L. ARRIOJAS Y P. ARGENTI. 1998. Producción, valor nutritivo y consumo por ovinos de *Leucaena leucocephala*. II. Valor nutritivo. Zoot. Trop., 16(2):163-182.
- ESPINOZA, F. Y P. ARGENTI. 1999. Usos comunes y alternativos de la especie forrajera *Leucaena leucocephala*. Carabobo Pecuario, N° 144:12-13
- FEDEGAN, 2006. Plan Estratégico de la Ganadería Colombiana PEGA 2019. Federación Colombiana de Ganaderos –FEDEGAN-. Santafé de Bogotá, Colombia. 296 p.
- FRANCIS. J.K. AND C.R., ELEVITCH. 2006. *Gliricidia sepium* Species (ed.). Elevitch C.R. In: 2.1. ver. (gliricidia), Hawaii. Hōlualoa, (PAR), Resources Agriculture Permanent Agroforestry. Island Pacific for Profiles<<http://www.traditionaltree.org>
- FRANZOLIN, R. Y L. VELLOSO. 1987. Aspectos tóxicos da *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Rev. Fac. Med. Vet. Zootec. Univ. S. Paulo 11(1): 37-47
- GÁLVEZ, ARTURO. 1998. El cuy (*Cavia porcellus*) y el bosque de proteínas. Tesis Maestría Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Convenio Universidad Javeriana, CIPAV, IMCA. 171 p.
- GÁLVEZ, A. 2008. La Oferta Ambiental Promisoria para la Alimentación Animal en la Zona Altoandina de Nariño. En: 1° Seminario Internacional del Sistema Productivo de Papa. FINAGRO-UDENAR-FEDEPAPA. San Juan de Pasto, Colombia. 48 p.
- GARCÍA, A y PÉREZ, F. 2009. Metabolismo secundario de plantas. Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal. 2 (3): 119-145
- GEILFUS, F. 1997. 80 Herramientas para el Desarrollo Participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. Prochamate–IICA, San Salvador, el Salvador. 208 p.
- GIRALDO, A. 1995. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema Silvopastoril natural. En: Seminario internacional: sistemas silvopastoriles, casos exitosos y su potencial en Colombia. Memorias. Santafé de Bogotá, La Dorada, Santa Martha. p.p. 57-63

GÓMEZ, C. 2009. Reflexiones a tener en cuenta en la construcción de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en zonas de desertificación. IDEAM. Bogotá, Colombia. 68 p.

HERNÁNDEZ, S. y GUTIERRES, M. 2006. Manejo de Sistemas Agrosilvopastoriles. Revisado Noviembre de 2011. En: <http://www.dfid.gov.uk/R4D/PDF/Outputs/R6606q.pdf>

HERNÁNDEZ, I., MILERA, M., SIMÓN, L., HERNÁNDEZ, D., IGLESIAS, J., LAMELA, L., TORAL, O., MATÍAS, C. y GERALDINE, F. 1998. Avances en las investigaciones en sistemas silvopastoriles en Cuba. Conferencia electrónica de la

FAO_CIPAV sobre agroforestería para la producción animal en Latinoamérica.

Artículo No. 4. En línea:

<http://www.fao.org/livestock/agap/frg/afris/espanol/document/agrofor1/HERNAND4.HTM>

HUGHES, C.E. 1987. Biological considerations in designing a seed collection strategy for *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. (Leguminosae). Commonwealth Forestry. Review. 66(1): 31-48.

KASS, M. 1992. Experiencias del CATIE en el uso de follajes de árboles leguminosos como suplementos proteicos para los rumiantes. En: Memorias IX Seminario Científico Nacional y I Hispanoamericano de pastos y forrajes de la E.E.P.F. Matanzas, Cuba. 138.

KRUKOFF y BARNEBY. 1974. *Erythrina variegata* L., Herb. Amboin. 37(3): 431

KUMAR, R. 1992. Anti-nutritional factor: the potential risk of toxicity and methods to alleviate them. En, A Speedy, P Pugliese (Ed). A Legume tress and other fodder trees as protein source for livestock. Rome, Italy; FAO. Animal Production an Health paper pp 102.

LARRAHONDO, J. 1985 Productos naturales: pruebas químicas iniciales en una planta. Guía de estudio del Departamento de Química, Universidad del Valle 1985 10 pp

LEWIS, G. P. y SCHRIRE, B. D. 2003. Leguminosae or Fabaceae? En Klitgaard, B. B. & A. Bruneau (eds.), Advances in legume systematics, Part 10: 1-3. Royal Botanic Gardens, Kew.

LÓPEZ, T. 2007. Sistemas agroforestales 8. SAGARPA. Subsecretaría de Desarrollo Rural. Colegio de Post-graduados. Puebla. 8 p.

MEHECHA, L. 2003. Importancia de los sistemas silvopastoriles y sus principales limitantes para su implementación en la ganadería Colombiana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 16(1):11-18

MARTOS, J., SCARPATI, M., ROJAS, C. y DELGADO, G. 2009. Fenología de algunas especies que son alimento para la pava aliblanca *Penélope albipennis*. *Revista peruana de Biología*. 15(2):51-54 En: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1727-99332008000200009&script=sci_arttext

MINSON, D.J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, Inc. USA.. p. 483

MOLINA, C, MOLINA D., C. H., y MOLINA, D. 2006. La Reserva Natural El Hatico: ganadería competitiva y sostenible basada en el silvopastoreo intensivo. En: Carta FEDEGAN N° 95, 2006. FEDEGAN. Bogotá, Colombia, p. 74-76.

MONTAGNINI, F. 1992. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. 2 Ed. San José, Costa Rica. Organización para estudios tropicales. 622 p.

MOSTACEDO, B. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz de la Sierra. 87p.

MURGUEITIO, E., ROSALES, M. y GOMEZ, Ma. E. 2001. Agroforestería para la producción animal sostenible. Centro para la Investigacion En Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria –CIPAV-. Cali, Colombia. 67 p.

MURGUEITIO, E. 2004. Sistemas silvopastoriles. Establecimiento y Manejo. CIPA-CATIE. Global Environment Facility – Banco Mundial. Cali – Colombia.

MURGUEITIO, E. y IBRAHIM, M. 2008. Ganadería y medio ambiente en América Latina. Ganadería del futuro, Investigación para el desarrollo. FEDEGAN- CIPAV – CATIE – FAO- COLCIENCIAS – Bogotá. Colombia

MUSÁLEM, M. 2001. Sistemas agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma de Chipingo. División de Ciencias Forestales. 120.p

NORTON, B. y POPPI, D. 1995. Composition and nutritional attributes of pastures legumes. Tropical Legumes in Animal Nutrition. CAB international, Australia. P.p. 40-41

OJEDA, H. 2008. Los árboles forrajeros y su utilización en la ganadería colombiana. Monografía para Especialización en Producción de Recursos Alimentarios para Especies Pecuarias. Universidad de Nariño-Colombia.

OSPINA, A. 2003. Agroforestería, Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Asociación del Colectivo de Agroforestería del Sur Occidente Colombiano. Primera Ed. Cali. 209 p.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO) 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. In: Skermam, P., Cameron, D. y Riveros, F. (Eds). Colección FAO: Producción y protección vegetal, Roma. p. 603 - 612.

PALMA, J. Y ROMÁN, L. 2003. Frutos de especies arbóreas leguminosas y no leguminosas para alimentación de rumiantes. In: II Conferencia Electrónica sobre Agroforestería Para la Producción Animal en América Latina. Depósito de documentos de la FAO. Pp. 273-281.

PALOMEQUE, E. 2009. Sistemas Agroforestales. Revisado noviembre 2010. En: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/sistemas-agroforestales/sistemas-agroforestales.pdf>

QUEIROZ, L. P. DE y CORADIN, L. (s.f.). O Gênero *Cratylia*. Informações Taxonômicas e Distribuição Geográfica. Mimeografiado. 4 p.

QUEZADA, T. T., ACERO, G. G., FUANTOS, M, J., GONZÁLEZ, CH. M., GUZMÁN, M. H., TORRES, P. I., LOARCA, P. G., REYNOSO, C. R. Y GONZÁLEZ, M. E. 2005. Caracterización morfológica de colectas de chaya (*Cnidoscolus spp*). Quintas Memorias de Resúmenes Universidad Autónoma de Aguascalientes. pp 59 – 62.

RAMÍREZ, P. 2005. Diseño de un sistema Agroforestal basado en café robusta que incrementa la sustentabilidad, rentabilidad y equidad, en la Amazonía ecuatoriana. Universidad Católica de Temuco. Tesis de Maestría. 192 p.

RADULOVICH, R. 1994. Tecnologías productivas para sistemas agrosilvopecuarios de ladera con sequía estacional. Serie técnica, informe técnico 222. CATIE. Costa Rica.

Revista Forestal Baracoa vol. 30 (1), enero-junio 2011 ISSN: 0138-6441. Artículo científico, pp. 53-58. En: http://bva.fao.cu/pub_doc/FORESTALES/revista%20forestal%20baracoa%20no%201%202011/POTENCIALIDADES%20DE%20SAMANEA%20SAMAN%20%20Y%20ENTEROLOBIUM.pdf

ROA, M. y CÉSPEDES, D. 2011. Digestibilidad de forrajes arbóreos en bovinos utilizando jaulas metabólicas. Revista Sistemas producción agroecológica. 2(2):25-36

ROOTHAERT, R.L. 2000. The potential of indigenous and naturalized fodder trees and shrubs for intensive use in central Kenya. Tesis Ph. D. Department of Animal Nutrition. Wageningen Agricultural University. Wageningen, The Netherlands. p. 170.

SÁNCHEZ, M.D. 1995. Integration of livestock with perennial crops. *World Animal Review*. 82(1):50-57

SANDOVAL, A., ARELLANO, J., PÉREZ-GIL, F. 1987. Estudio de la composición química de las hojas y vainas del *Cajanus cajan*. En Memoria de la Reunión de Investigación Pecuaria Mexicana. pp 203.

SANGINÉS, G.L., PÉREZ-GIL, F., SAMPERIO, C.E. 1987. Caracterización química de las plantas halófitas (gen. triplex) como recurso alimentario de las zonas áridas. Reunión de investigación Pecuaria Mexicana. pp 294.

SCULL, I. 2004. Metodología para la determinación de taninos en forrajes de plantas tropicales, con potenciales de uso en la alimentación animal. Tesis de Maestría. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba. 80 p.

SOCA, M. 2004. Efecto del consumo de plantas arbóreas en la incidencia parasitaria gastrointestinal en pequeños rumiantes. In: sistemas de alimentación sostenible para ovinos y caprinos. Memorias del Curso-Taller Iberoamericano. Cuba. P.p. 219-231.

SOLORIO, F. y SOLORIO, B. 2008. Manual de manejo agronómico de *Leucaena Leucocephala*, una opción forrajera en los sistemas de producción animal en el trópico. Fundación produce. En:

<http://201.120.157.239/archivos/17062008064842-Manual%20Uso%20Leucaena.pdf>

TORRES, F. 1985. El papel de las leñosas perennes en los sistemas agro-silvopastoriles. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 46 p.

TORRES *et al.* 2008. Agroforestería: una estrategia de adaptación al cambio climático. Lima: Soluciones Prácticas-ITDG.

WATTIAUX, Y. y HOWARD, W. 2003. Alimentación de Concentrados. Esenciales Lecheras– Nutrición y Alimentación. Universidad de Wisconsin-Madison. 25 - 28

ZAMORA, N.; JIMÉNEZ, Q. y POVEDA, L. J. 2000. Árboles de Costa Rica Vol II. Centro Científico Tropical, Conservación Internacional & Instituto Nacional de Biodiversidad. Ed. INBio. 374 p. Consultado noviembre 2011. En: <http://darnis.inbio.ac.cr/ubis/FMPro?-DB=UBIPUB.fp3&-lay=WebAll&-error=norec.html&-Format=detail.html&-Op=eq&id=6734&-Find>

ZÁRATE, S. 1987. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit subsp. *Glabrata*. *Phytologia* 63(4): 304-306.

ANEXOS

Anexo A. PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA

	EL VADO	GLORIA INES	VERSALLES	PROMEDIO
AGOSTO	0	0	0	0,0
SEPTIEMBRE	46	24	31	33,7
OCTUBRE	138	117	90	115,0
NOVIEMBRE	96	164	450	236,7
DICIEMBRE	201	93	277	190,3
ENERO	249	256	102	202,3
FEBRERO	82	87	78	82,3
MARZO	68	49	214	110,3
ABRIL	104	182	129	138,3
MAYO	62	138	167	122,3
JUNIO	53	112	123	96,0
JULIO	126	115	75	105,3
ACUMULADO	1225	1337	1736	1432,67

Anexo B. PROMEDIOS MENSUALES DE TEMPERATURA

	EL VADO		VERSALLES		GLORIA INES		PROMEDIO	
	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX
AGOSTO	22,45	43,61	21,48	31,94	23,58	36,94	22,50	37,50
SEPTIEMBRE	21,87	43,68	21,63	32,43	23,2	37,97	22,23	38,03
OCTUBRE	21,52	38,81	22	32,55	22,71	35,55	22,08	35,64
NOVIEMBRE	22,33	40,6	21,73	30,9	21,48	30,97	21,85	34,16
DICIEMBRE	21,19	39,1	22,35	30,39	21,03	30	21,52	33,16
ENERO	21,94	38,94	20,55	29,26	21,71	31,29	21,40	33,16
FEBRERO	22,57	40,14	22,68	28,94	21,82	31,43	22,36	33,50
MARZO	22,52	40,55	21,74	28,97	21,1	31,29	21,79	33,60
ABRIL	22,4	40,5	21,43	31,43	21,03	30,7	21,62	34,21
MAYO	22,48	40,58	20,94	30,61	21,97	32,71	21,80	34,63
JUNIO	22,35	40,65	21,32	30,65	20,95	30,21	21,54	33,84
JULIO	22,21	40,65	20,98	31,77	21,04	31,22	21,41	34,55
PROMEDIO	22,15	40,65	21,57	30,82	21,80	32,52	21,84	34,66