

**VALORACIÓN NUTRICIONAL, ETOLÓGICA, FENOLÓGICA Y DASOMÉTRICA
DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON POTENCIAL
FORRAJERO EN UNA ZONA DE BOSQUE SECO TROPICAL (bs-T).**

**MARIO FERNANDO ORDÓÑEZ LASSO
ANGELA DANIELA SÁNCHEZ RUIZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2015**

**VALORACIÓN NUTRICIONAL, ETOLÓGICA, FENOLÓGICA Y DASOMÉTRICA
DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS CON POTENCIAL FORRAJERO
EN UNA ZONA DE BOSQUE SECO TROPICAL (bs-T).**

**MARIO FERNANDO ORDÓÑEZ LASSO
ANGELA DANIELA SÁNCHEZ RUIZ**

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

**DIRECTORA:
AIDA PAULINA DÁVILA SOLARTE.
ZOOTECNISTA. M.Sc.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
PROGRAMA DE ZOOTECNIA
SAN JUAN DE PASTO
2015**

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1^{ro} del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Aida Paulina Dávila Solarte
Zootecnista. M.Sc.

Arturo Leonel Gálvez Cerón
Zootecnista Esp. M.Sc. Ph.D.

Efrén Guillermo Insuasty Santacruz
Zootecnista. M.Sc.

San Juan de Pasto, Septiembre de 2015

DEDICATORIA

"Al único y sabio DIOS, nuestro Salvador, sea gloria y majestad, imperio y potencia, ahora y por todos los siglos. Amén" Judas 1: 25."

A mis padres Víctor Ordoñez y Miriam Lasso que con su apoyo, consejos y perseverancia se ve cumplida esta meta.

A mi hermano David Ordoñez quien ha apoyado este proceso.

A mis profesores que le dieron camino a este trabajo.

A mis amigas y compañeras Yessenia Lagos, Maria Pantoja, Jenny Yopez y Daisy Potosi, con quienes he compartido momento gratos y ha apoyado en la culminación de este trabajo.

A todas las personas que han aportado en mi desarrollo y formación profesional, personal y la consecución de este trabajo.

MARIO FERNANDO ORDOÑEZ LASO

DEDICATORIA

A Dios y la Virgen por guiar mi vida por el mejor camino y permitir cumplir mis sueños.

A mi mamita Nina y mi mami Olga que desde el cielo están viendo esta profesional que soñaron, por ser quienes me vieron crecer y me dieron todo su apoyo y amor a lo largo de todas las etapas de mi vida.

A mis papitos Luis Fernando y Ana Lucia que son lo más importante en mi vida y amo con todo mi corazón, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mi hermano Juan Fernando, Lorena, mis primos con quienes he vivido momentos inolvidables y mis tíos Yoni, Juan Carlos, Bibian, María Mercedes, Mario, Julio Fernando, William y papi Trino que han apoyado este paso tan importante.

A Rodrigo que desde hace varios años ha sido mi apoyo incondicional y por demostrarme su amor y paciencia al acompañarme en este camino.

A mis profes Paulina Dávila y Giovanny Rizzo por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional y por su valiosa amistad.

A mis grandes amigos Diana Rosero, Diana Burgos, Laura Santacruz, Miguel Calderón, Cristhian Córdoba, Camilo Peñafiel, Jorge López, Laura de la Rosa, Fadia Moreno, con quienes pase la mejor época de mi vida y con los que hemos vivido momentos inolvidables y que me han demostrado que la amistad verdadera existe.

ANGELA DANIELA SANCHEZ RUIZ

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las personas que han colaboraron en el desarrollo de este trabajo de grado, especialmente a:

La Profesora AIDA PAULINA DÁVILA SOLARTE, Zootecnista. M.Sc., Docente del Programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

El Profesor ARTURO LEONEL GÁLVEZ CERÓN Zootecnista. Esp. M.Sc. Ph.D., Docente del Programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

El Profesor EFRÉN GUILLERMO INSUASTY SANTACRUZ, Zootecnista. M.Sc., Docente del Programa de Zootecnia de la Universidad de Nariño.

Los Directivos, Docentes y Personal Administrativo de la Universidad de Nariño y Programa de Zootecnia.

MARÍA ALEJANDRA GONZÁLEZ MOSQUERA, Propietaria Hacienda Versalles, Patía (Cauca).

ALFREDO GONZÁLEZ MOSQUERA, Propietario Hacienda California, Vereda Angulo, Patía (Cauca).

GERARDO DÍAZ. Propietario Hacienda Villa de Fátima, Vereda Angulo, Patía (Cauca).

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

LICETH MORALES CORAL, Secretaria Programa de Zootecnia, Universidad de Nariño.

LUIS ALFONSO SOLARTE PORTILLA, Secretario Facultad de Ciencias Pecuarias.

JOSÉ DANIEL RODRÍGUEZ RECALDE. Mayordomo Hacienda Versalles.

EVANGELINA MUÑOZ ESPINOSA. Ama de llaves Hacienda Versalles.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	20
1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	22
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	23
3. OBJETIVOS.....	24
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	24
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4. MARCO TEÓRICO	25
4.1 SISTEMAS AGROFORESTALES	25
4.1.1 Clasificación de los Sistemas Agroforestales.....	25
4.1.2 Sistemas Agrosilvopastoriles.....	27
4.1.3 Sistemas Silvopastoriles (SSP).....	28
4.1.4 Tipos de sistemas silvopastoriles, según	29
4.1.5 Especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero en una zona de bosque seco tropical (bs-T).....	30
4.2 COMPORTAMIENTO ANIMAL.....	41
4.3 FENOLOGÍA.....	45
4.3.1 Descripción de los fenómenos observados en el estudio fenológico	45
4.4 DASOMETRÍA	46
4.4.1 División de la Dasometría.....	46
4.4.2 Parámetros dasométricos básicos	46
4.5 COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LAS PRADERAS	47
5 DISEÑO METODOLÓGICO.....	50
5.1 LOCALIZACIÓN	50
5.2 METODOLOGÍA.....	51
5.2.1. Toma de muestras.....	51
5.2.2 Análisis proximal y metabolitos secundarios.....	51
5.2.3 Condiciones climáticas y precipitación.....	52
5.2.4 Comportamiento animal.....	52
5.2.5 Tratamientos.....	52
5.2.6 Animales.....	52

5.2.7 Prueba de cafeteria.	53
5.2.8 Composición botánica de la pradera.	53
5.2.9 Fenología.	53
5.2.10 Dasométrica.	53
5.2.11 Materiales y equipos.....	54
5.2.12 Variables evaluadas:	54
5.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	55
5.3.1 Diseño experimental.....	55
5.3.2 Modelo matemático.	55
5.3.3 Formulación de hipótesis.....	55
6 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
6.1 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS ESPECIES CON POTENCIAL FORRAJERO	56
6.1.1 Materia seca.....	57
6.1.2 Proteína cruda.	58
6.1.3 Fibra bruta.	61
6.1.4 Ceniza.	62
6.1.5 Extracto Etéreo.....	63
6.1.6 Extracto Libre de Nitrógeno.....	64
6.1.7 Energía bruta.....	65
6.2 FRACCIONES DE FIBRA.....	67
6.2.1 Fibra Detergente Ácido y Fibra Detergente Neutro.	67
6.2.2 Celulosa, hemicelulosa y lignina.	69
6.3 ANÁLISIS DE METABOLITOS SECUNDARIOS	72
6.4 COMPOSICIÓN BOTANICA DE LAS PRADERAS	77
6.5 CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE EL ENSAYO	82
6.5.1 Temperatura.....	82
6.5.2 Precipitación.....	83
6.6 VARIABLES FENOLOGICAS	83
6.6.1 Características observadas directas en campo:.....	85
6.7 VARIABLES DASOMETRICAS	86
6.7.1 Altura del árbol.	86
6.7.2 Diámetro a la Altura del Pecho (DAP).	88

6.7.3 Diámetro de la copa.	91
6.8 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ANIMAL.....	92
6.8.1 Hacienda Versalles.....	93
6.8.2 Hacienda California.	94
6.8.3 Hacienda Villa de Fátima.....	95
6.9 PRUEBA DE CAFETERÍA.....	97
6.9.1 Hacienda Versalles.....	97
6.9.2 Hacienda California.	97
6.9.3 Hacienda Villa de Fátima.....	98
6.10 PRUEBA DE CONSUMO	98
6.11 GANANCIA DE PESO	102
6.12 ANÁLISIS DE COSTOS	107
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
7.1 CONCLUSIONES.....	118
7.2 RECOMENDACIONES.....	118
BIBLIOGRAFÍA.....	119

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Análisis económico del sistema de pastoreo-Hacienda Versalles.....	107
Cuadro 2. Análisis económico del sistema de pastoreo más suplementación-Hacienda Versalles	107
Cuadro 3. Proyección de beneficio Hacienda Versalles.....	108
Cuadro 4. Relación costo/beneficio Hacienda Versalles más utilidad y rentabilidad.	109
Cuadro 5. Análisis económico del sistema de pastoreo-Hacienda California	110
Cuadro 6. Análisis económico del sistema de pastoreo más suplementación-Hacienda California.....	110
Cuadro 7. Proyección de beneficio Hacienda California.	111
Cuadro 8. Relación costo/beneficio Hacienda California más utilidad y rentabilidad	111
Cuadro 9. Análisis económico del sistema de pastoreo-Hacienda Villa de Fátima.	112
Cuadro 10. Análisis económico del sistema de pastoreo más suplementación-Hacienda Villa de Fátima.	113
Cuadro 11. Proyección de beneficio Hacienda Villa de Fátima.....	113
Cuadro 12. Relación costo/beneficio Hacienda Villa de Fátima más utilidad y rentabilidad	114

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resultados de materia seca para cada especie durante las dos épocas de estudio	57
Tabla 2. Resultados de proteína cruda para cada especie durante las dos épocas de estudio.	58
Tabla 3. Resultados de fibra bruta para cada especie durante las dos épocas de estudio.	61
Tabla 4. Resultados de ceniza para cada especie durante las dos épocas de estudio.	62
Tabla 5. Resultados de Extracto Etéreo para cada especie durante las dos épocas de estudio.	63
Tabla 6. Resultados de Extracto Libre de Nitrógeno para cada especie durante las dos épocas de estudio.	64
Tabla 7. Resultados de Energía bruta para cada especie durante las dos épocas de estudio.	65
Tabla 8. Resultados de FDA y FDN para cada especie durante las dos épocas de estudio.	67
Tabla 9. Resultados de celulosa, hemicelulosa y lignina para cada especie durante las dos épocas de estudio.	69
Tabla 10. Análisis de metabolitos secundarios de especies con potencial silvopastoril en la zona de bosque seco tropical (bs-T)	76
Tabla 11. Altura de las diferentes especies estudiadas en una zona de bosque seco tropical (bs-T).	87
Tabla 12. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de las diferentes especies estudiadas en una zona de bosque seco tropical (bs-T).....	89
Tabla 13. Diámetro de la Copa de las diferentes especies estudiadas en una zona de bosque seco tropical (bs-T).....	92
Tabla 14. Anexo. Análisis proximal de las especies con potencial forrajero en una zona de bosque seco tropical (bs-T).....	131

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Clasificación de sistemas agroforestales en función de los componentes que los conforman.	26
Figura 2. Localización del estudio	50
Figura 3. Presencia de especies vegetales en época de lluvias.	77
Figura 4. Presencia de especies vegetales en época seca.	78
Figura 5. Presencia de especies vegetales y comparación entre las dos épocas.	79
Figura 6. Presencia de arvenses durante las dos épocas.....	81
Figura 7. Temperaturas durante el periodo experimental.	82
Figura 8. Precipitaciones durante el periodo experimental.	83
Figura 9. Comportamiento fenológico de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero en una zona de bosque seco tropical (bs-T).	84
Figura 10. Comportamiento animal durante las dos épocas en la Hacienda Versailles.	93
Figura 11. Comportamiento animal durante las dos épocas en la Hacienda California.....	94
Figura 12. Comportamiento animal durante las dos épocas en la Hacienda Villa de Fátima.	95
Figura 13. Consumo de follaje (Kg) época lluviosa	99
Figura 14. Consumo de follaje (Kg) época seca.	100
Figura 15. Consumo de follaje (Kg) durante las dos épocas.....	101
Figura 16. Ganancia de peso (g/a/d) durante las dos épocas Hacienda Versailles.	102
Figura 17. Ganancia de peso (g/a/d) durante las dos épocas Hacienda California.	103
Figura 18. Ganancia de peso (g/a/d) durante las dos épocas Hacienda Villa de Fátima.	104
Figura 19. Ganancia de peso (g/a/d) durante las dos épocas en todas las haciendas.	106
Figura 20. Análisis económico de los sistemas de producción.	115
Figura 21. Análisis gráfico de relación costo/beneficio de los sistemas de producción en los dos sistemas en cada Hacienda.	116
Figura 22. Utilidad en los sistemas de producción tanto en pastoreo, como en pastoreo más suplementación.	116
Figura 23. Análisis gráfico de rentabilidad de los sistemas de producción en los dos sistemas.	117

GLOSARIO

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

ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL: conjunto de métodos que determinan la composición en términos nutricionales de un alimento.

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

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

CONSUMO: cantidad de alimento ingerida por el animal en un periodo de tiempo.

DASOMETRÍA: ciencia que se ocupa de la determinación de volúmenes y crecimientos de los árboles y de las masas forestales, así como del estudio de las relaciones métricas y leyes que rigen su desarrollo.

ETOLOGÍA: ciencia que estudia el comportamiento de los animales.

FENOLOGÍA: ciencia que estudia los diferentes eventos que se producen sobre un vegetal a lo largo del tiempo y su relación con los factores climáticos.

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

FOLLAJE: conjunto de hojas de los árboles y otras plantas.

GANANCIA DE PESO: incremento de peso corporal en un tiempo determinado.

HABITOS: constituye el efecto de actos repetidos y la aptitud para reproducirlos.

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.

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

SILVOPASTOREO: sistema de producción pecuario en donde la leñosas perennes interactúan con forrajes y animales bajo un sistema de manejo integral.

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.

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló en tres fincas ganaderas pertenecientes a productores de las veredas, El Rincón y Angulo (Cauca), correspondientes al Valle del Patía, suroccidente de Colombia, cuya zona corresponde a bs-T, según la clasificación de Holdridge¹ y cuyo objetivo fue la evaluación nutricional, etológica, fenológica y dasométrica de especies con potencial forrajero en la alimentación de ganado cebú comercial.

Para su desarrollo se realizaron pruebas nutricionales, antinutricionales etológicas, fenológicas y dasométricas de las especies: Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Caña fístula (*Cassia fistula*), Chiminango (*Pithecellobium dulce*) y Samán (*Pithecellobium saman*), arbóreas forrajeras ya identificadas en investigaciones anteriores y catalogadas como promisorias para el establecimiento de sistemas silvopastoriles. Esta evaluación se la realizó con ganado Cebú comercial de la región, siguiendo la metodología propuesta por Benavides².

Se utilizó un diseño en bloques completos al azar, donde se evaluaron cinco tratamientos con 5 réplicas cada uno en dos periodos diferentes del año (época lluviosa y época seca); los tratamientos están distribuidos de la siguiente manera para el pastoreo en potrero: T0 (100% pastoreo potrero), T1 (90% pastoreo potrero + 10% *P. lanceolatum*); T2 (90% pastoreo potrero + 10% *P. dulce*); T3 (90% pastoreo potrero + 10% *P. saman*); T4 (90% pastoreo potrero + 10% *C. fistula*) y T5 (90% pastoreo potrero + 10% *G. ulmifolia*). El suministro del suplemento arbóreo se realizó mediante corte y acarreo. Para cada uno de los tratamientos los animales tuvieron un periodo de acostumbramiento de 20 días para cada periodo (época lluvias y época seca), los cuales corresponden a disponibilidad o escasez de forraje y cada periodo tuvo una duración de 30 días.

En la investigación se encontró que los mayores contenidos PC y Energía los presentó la arbórea *P. saman* para las dos épocas, para el caso de FC y Ceniza los presentó la arbórea *P. lanceolatum* en las dos épocas y *G. ulmifolia* fue la especie que presentó los mayores contenidos de FDN para las dos épocas. Para el caso del contenido de MS, para la época lluviosa lo obtuvo *P. saman*, mientras que en la época seca lo presentó la *C. fistula*, y finalmente el contenido de FDA fue más alto en la especie *P. lanceolatum* y *G. ulmifolia* para la época lluviosa y seca respectivamente.

¹ HOLDRIDGE, L., Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. 1978. p. 215.

² BENAVIDES, J., Árboles y Arbustos forrajeros en América Central. Compilador. Serie Técnica. Informe Técnico # 236. Tomos I y II. 1994. p. 721.

En cuanto a metabolitos secundarios de las plantas, la *C. fistula* y *P. saman* fueron las que presentaron menores contenidos de metabolitos en cada una de las dos épocas. Por su parte todas las especies presentaron de medio a abundante el contenido de fenoles durante las dos épocas, pero fue el *P. lanceolatum* el que presentó el mayor consumo y ganancia de peso durante el ensayo. Para el caso del contenido de saponinas, todas las especies presentaron un contenido negativo durante las dos épocas, a excepción del *P. lanceolatum* que presentó un contenido bajo para la época lluviosa. Para el caso de esteroides, el *P. lanceolatum*, *P. dulce* y *G. ulmifolia* presentaron un nivel bajo para la época seca, mientras que *P. saman* y *C. fistula* tuvieron un resultado negativo durante las dos épocas. En cuanto a alcaloides, ninguna de las especies en estudio durante las dos épocas presentó este metabolito.

En cuanto a fenología, todas las especies mantuvieron su producción de hoja durante el ensayo. Para el caso de la fructificación, *C. fistula*, *P. saman* y *P. dulce* presentaron este fenómeno, lo cual es un excelente resultado ya que comienza su producción cuando comienza a bajar la producción de forraje en los potreros.

Respecto a etología y comportamiento animal, las especies *P. lanceolatum*, *P. dulce* y *P. saman* fueron las que presentaron mayor aceptación y consumo por parte de los animales durante el estudio.

De acuerdo a los resultados dasométricos, el *P. saman*, *P. dulce* y *C. fistula* mostraron un buen diámetro de copa, lo que redundó en mayor disponibilidad de sombra, refugio y confort a los animales.

En conclusión, se recomienda incluir las especies Payandé, Chiminango y Samán principalmente en la dieta de ganado cebú comercial, por sus buenos rendimientos en peso vivo, que resultan en mayor rentabilidad como una alternativa alimentaria en la época seca en bs-T.

ABSTRACT

This research was conducted in three cattle farms belonging to farmers in the villages, The Rincon and Angulo (Cauca) for the Patía Valley, southwestern Colombia, whose area corresponds to bs-T, as classified by Holdridge and whose objective was the nutritional assessment, ethological, phenological and dasometric species with forage potential in commercial zebu cattle feed.

For his development there were realized nutritional tests, antinutritional etológicas, fenológicas and dasométricas of the species: Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Caña fístula (*Cassia fistula*), Chiminango (*Pithecellobium dulce*) and Samán (*Pithecellobium saman*), arboreal forrajeras already identified in investigations previous and catalogued like promissory for the system establishment silvopastoriles. This evaluation her realized with cattle commercial Zebu of the region.

A design in randomized complete block, with five treatments with five replicates each were evaluated in two different periods of the year (rainy season and dry season) was used; treatments are distributed as follows for grazing in pasture: T0 (100 % pasture grazing), T1 (90 % + 10 % pasture grazing *P. lanceolatum*); T2 (90 % + 10 % pasture grazing *P. dulce*); T3 (90 % + 10 % pasture grazing *P. saman*); T4 (90 % + 10 % grazing pasture *C. fistula*) and T5 (90 % + 10 % grazing pasture *G. ulmifolia*); for the supply of tree supplement it by cutting and hauling performed. For each treatment the animals had an acclimatization period of five days for each period (rainy season and dry season), corresponding to availability or scarcity of fodder and each period lasted 30 days.

In the investigation one thought that the major PC contents and Energy I it present the arboreal one *P. saman* for two epochs, for FC's case and Ash I it present the arboreal one *P. lanceolatum* equally in two epochs and *G. ulmifolia* was the species that I present FDN's major contents for two epochs. For the case of MS's content for the rainy epoch it obtained it *P. saman* whereas in the dry epoch I it present *C. fistula*, and finally FDA's content was high in the species *P. lanceolatum* and *G. ulmifolia* for the rainy epoch and it dries respectively.

As for secondary metabolites of the plants *C. fistula* and *P. saman* were those that minors presented contained of metabolites in each of two epochs. For your part all the species presented from way to abundant the content of phenols during two epochs, but it was *P. lanceolatum* the one who presented the major consumption and profit of weight during the test. For the case of the content of saponinas, all the species presented a negative content during two epochs with the exception of *P. lanceolatum* the one who presented a low content for the rainy epoch. For the case of esteroles *P. lanceolatum*, *P. dulce* and *G. ulmifolia* presented a low level for the dry epoch, whereas *P. saman* and *C. fistula* they had a negative result during two

epochs. As for alkaloids none of the species in study during two epochs this metabolito presented.

As for fenología all the species supported his production of leaf during the test. For the case of the fructification *C. fistula*, *P. saman* and *P. dulce* they presented this phenomenon, which is an excellent result since it begins his production when it begins to lower the production of forage in the herdsmen.

With regard to etología and animal behavior the species *P. lanceolatum*, *P. dulce* and *P. saman* were those who presented major acceptance and consumption on the part of the animals during the study.

In agreement to the results dasométricos *P. saman*, *P. dulce* and *C. fistula* they showed a good diameter of glass, which redounds to major availability of shade, refuge and comfort to the animals.

In conclusion it is recommended that the Payandé, Chiminango and Saman species in the diet mainly commercial zebu cattle, for their good performances in live weight, resulting in increased profitability as a food alternative in the dry season in bs- T.

INTRODUCCIÓN

“La alimentación y nutrición animal es pilar fundamental en la producción agropecuaria, durante los periodos de verano, las gramíneas reducen la oferta de alimento de manera considerable y se observa en su valor nutricional una disminución en el aporte de proteína, energía y digestibilidad de la materia seca. La biomasa disponible en las praderas es insuficiente para llenar los requerimientos nutricionales de los animales, siendo indispensable la suplementación con fuentes proteicas y energéticas; esta situación ocasiona pérdidas económicas considerables, representadas en disminución de la producción de carne, leche y bajo desempeño reproductivo”³.

“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, Murgueitio⁴ afirma que: la productividad no se ha incrementado en la misma proporción debido principalmente a la degradación de los suelos y su manejo inadecuado, y por la implantaciones bióticas inapropiadas que interactúan con el paisaje.”

Hoy corresponde investigar nuestros recursos, sobre todo árboles y arbustos, propios del entorno natural local, para incorporarlos a los sistemas de producción y poder brindar, así, sistemas de producción sostenibles, que permitan mejorar las condiciones de nuestros agro-ecosistemas, y contribuir a mejorar, de manera real, las condiciones de vida de las comunidades de la zona del Patía, de igual manera contribuir a mejorar regiones con zonas de vida similares.

“Se ha estimado que los árboles y los arbustos asociados con pasturas y animales, lo que se conoce como sistemas silvopastoriles, permiten obtener múltiples beneficios al sistema ganadero de la región”⁵, por ello el aprovechamiento de las arbóreas nativas de la región del Patía que sean tolerantes al verano, se muestran como una alternativa para mejorar las deficiencias nutricionales de bovinos en pastoreo durante las épocas de escasez.

³ BAQUERO, L. et al. Suplementación de vacas doble propósito con frutos de algarrobbillo (*Pithecellobium saman*) durante el verano, Boletín de investigación N° 2 Valledupar Cesar. 1998.

⁴ MURGUEITIO, E. Sistemas silvopastoriles. Establecimiento y manejo. CIPA-CATIE. Cali – Colombia; Global Environment Facility – Banco Mundial. 2004.

⁵ INSUASTY SANTACRUZ, E. APRÁEZ GUERRERO, E. y CERÓN GALVEZ, A. Caracterización botánica, nutricional y fenológica de especies arbóreas y arbustivas de bosque muy seco tropical. Ciencia Animal, (6), 2013. p. 109-124.

El propósito de esta investigación fue valorar nutricional, etológica, fenológica y dasométricamente las especies arbóreas y arbustivas Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Caña fístula (*Cassia fistula*), Chiminango (*Pithecellobium dulce*) y Samán (*Pithecellobium saman*), y su potencial forrajero en sistemas silvopastoriles en la zona de bosque seco tropical (bs-T), además de determinar qué tan rentable resulta para el ganadero incluir estas especies en la alimentación de los bovinos.

1. DEFINICIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La región del Alto Patía está delimitada al sur por el río Juanambú, al norte por las estribaciones de la cabecera de El Bordo, al occidente por las estribaciones de la cordillera Occidental y al oriente por las estribaciones de la Cordillera Central, comprende aproximadamente 800.000 hectáreas donde viven alrededor de 500.000 personas y corresponde a las zonas de vida de bosque seco tropical (bs-T) y bosque muy seco tropical (bms-T), con temperaturas entre 27 y 35°C y precipitaciones entre 600 y 1250mm/año⁶.

La actividad antrópica de la región, basada fundamentalmente en el desmonte y posterior monocultivo de maíz (*Zea maíz*), maní (*Arachis hypogaea*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), y el establecimiento de ganadería bovina extensiva ha acrecentado de manera dramática la fragilidad natural de estos ecosistemas, produciendo pérdidas en la cobertura boscosa natural y en la biodiversidad; reducción de nacimientos y corrientes de aguas, desequilibrio hídrico, disminución de la fertilidad de los suelos, descenso en la productividad de cultivos, detrimento de los ingresos y deterioro de la calidad de vida de sus pobladores⁷.

Por su parte, los sistemas silvopastoriles, principalmente en las regiones tropicales, son una opción importante de producción integral, ya que tienden a incrementar la productividad y el beneficio neto, acelerando la obtención de ingresos económicos en el mediano y largo plazo; además, la incorporación del componente animal al cultivo genera rendimientos de cosecha más altos, mejorando la fecundidad y humedad de la tierra, lo cual conlleva al control de la erosión (Loker, 1994⁸; Fischler y Wortmann, 1999)⁹.

Por consiguiente, dadas las condiciones actuales de cambio climático global, reducción de la cobertura vegetal, desertificación local y pauperización de sus comunidades y al no existir con certeza una investigación que permita identificar los árboles más apropiados para la constitución de sistemas silvopastoriles en la zona, este estudio se adelanta para identificar las especies de árboles y arbustos ideales por la calidad nutritiva de su follaje y su aceptabilidad por parte de los animales y presencia/ausencia de metabolitos secundarios, en la zona del Valle del Patía-Cauca.

⁶ Ibid., p. 109.

⁷ Ibid., p. 109.

⁸ LOKER, M. Where is the beef? Incorporating cattle into sustainable agroforestry systems in the Amazon Basin. *Agroforestry Systems* 25. 1994. p. 227-241.

⁹ FISCHLER, A., WORTMANN, C. Green manures for maize-bean systems in eastern Uganda: Agronomic performance and farmers' perceptions. *Agroforestry Systems* 47(1-3). 1999. p. 123-138.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué efecto tiene la alimentación con especies arbóreas y arbustivas como el Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Caña fístula (*Cassia fistula*), Chiminango (*Pithecellobium dulce*) y Samán (*Pithecellobium saman*) del Valle del Patía en el comportamiento (productivo y etológico) del ganado vacuno, como alimentación en épocas de lluvia y seca?

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Valorar nutricional, etológica, fenológica y dasométricamente las especies arbóreas y arbustivas Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Caña fístula (*Cassia fistula*), Chiminango (*Pithecellobium dulce*) y Samán (*Pithecellobium saman*), con potencial forrajero, en una zona de bosque seco tropical (bs-T).

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar la composición química, nutricional y antinutricional de las especies arbóreas y arbustivas Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Caña fístula (*Cassia fistula*), Chiminango (*Pithecellobium dulce*) y Samán (*Pithecellobium saman*).

Evaluar el comportamiento animal, con la incorporación en la dieta de las especies arbóreas y arbustivas en estudio.

Determinar la composición botánica de las praderas en estudio.

Analizar las características dasométricas (altura del árbol, diámetro de la copa, diámetro del fuste y sombra), de las especies arbóreas estudiadas.

Analizar las características fenológicas (floración, fructificación, foliación, defoliación), de las especies arbóreas estudiadas.

Realizar un análisis parcial de costos de las dietas en experimentación.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 SISTEMAS AGROFORESTALES

“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 la sostenibilidad”¹⁰.

“Es la combinación de los sistemas tradicionales de producción agrícola y ganadero con el forestal; practicados en la misma unidad de tierra, alternada o simultáneamente con el fin de proveer estabilidad ecológica y beneficios sostenibles a los productores”¹¹.

“Es un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y actúan como una unidad, una entidad o un todo”¹².

“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 agrícolas”¹³.

“Agroforestería es mezclar intencionalmente árboles y arbustos con cultivos o sistemas de producción animal para obtener beneficios ambientales, económicos y sociales de forma ecológicamente sustentable”¹⁴.

4.1.1 Clasificación de los Sistemas Agroforestales. De acuerdo con López¹⁵, la clasificación de los sistemas agroforestales tiene en cuenta los componentes que los conforman y la distribución que tienen éstos en el tiempo y en el espacio.

¹⁰ LÓPEZ TECPOYOTL, G. Sistemas Agroforestales. SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Puebla. México. 2007. p. 1.

¹¹ MEZA SANCHEZ, R. Importancia y prácticas de sistemas agroforestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de investigaciones Regional del Noroeste Campo Experimental Todos Santos. México. 2003. p. 1.

¹² PALOMEQUE FIGUEROA, E. Sistemas Agroforestales. Huehuetán, Chiaoas, México. 2009. p. 1.

¹³ RAMIREZ R, W. Manejo de Sistemas Agroforestales. p. 11.

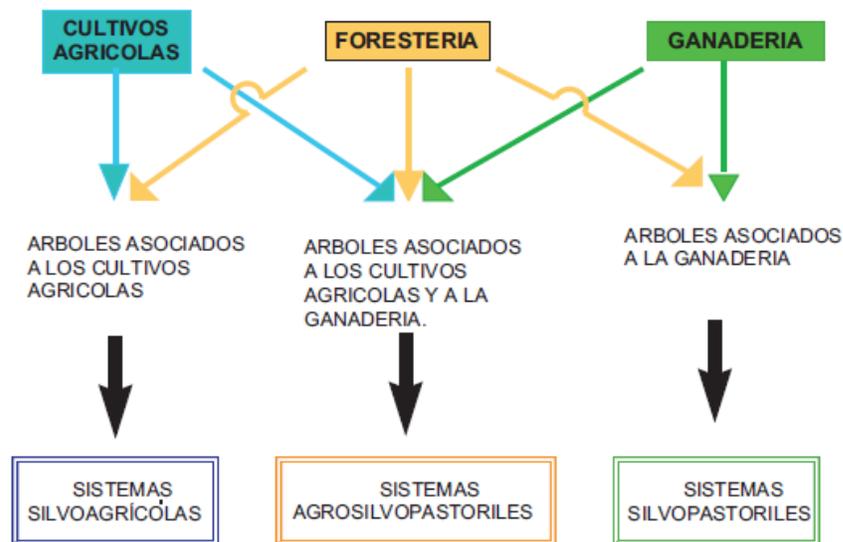
¹⁴ MAS, E. ¿Qué es la Agroforestería? Árboles en Acción. USDA Servicio de Conservación de Recursos Naturales. (sin año). p. 1.

¹⁵ LÓPEZ. Op cit., p. 3-4.

De acuerdo a los tipos de combinación de los componentes que los conforman, los sistemas se clasifican en tres tipos (Figura 1):

- Sistemas agroforestales o silvoagrícolas.
- Sistemas Agrosilvopastoriles.
- Sistemas Silvopastoriles.

Figura 1. Clasificación de sistemas agroforestales en función de los componentes que los conforman.



Botero y Russo¹⁶ mencionan que la agroforestería desarrollada con arbustos y arbóreas fijadoras de nitrógeno (AFN) crea interacciones biológicas, ecológicas y económica, las cuales pueden contribuir a lograr la producción sostenible. Algunas interacciones son las siguientes:

- Los AFN incrementan el nivel de nitrógeno en el suelo debido a su capacidad de fijarlo de la atmósfera, a través de la simbiosis con bacterias en sus raíces, y por medio del aporte de materia orgánica.
- Los arbustos y árboles pueden mejorar las condiciones físicas del suelo (porosidad y densidad aparente).

¹⁶ BOTERO, R y RUSSO, R. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. San José de Costa Rica. 1998. p. 124-125.

- Los arbustos y árboles crean un microclima favorable para los animales en pastoreo (sombra, menor radiación y menor temperatura).
- Se acelera el reciclaje de nutrientes en el suelo.
- Los animales consumen los frutos, aprovechando sus nutrimentos, escarifican las semillas que contienen y las dispersan en las heces.
- Muchas especies de gramíneas crecen mejor bajo la sombra de la copa de los árboles, producen mayor cantidad de forraje y tienen una mayor calidad nutritiva (menor contenido de fibra y mayor contenido de proteína cruda, comparadas con las gramíneas que crecen a plena exposición solar).

4.1.2 Sistemas Agrosilvopastoriles. De acuerdo con Hernández y Gutiérrez¹⁷, los SASP son una combinación de tecnologías tradicionales y modernas que se han sistematizado con el fin de ofrecer una alternativa viable y sostenible económica y ecológicamente a la ganadería extensiva tradicional, la cual, debido a la incompatibilidad entre las tecnologías utilizadas y el ambiente productivo, está ocasionando la degradación del suelo y el avance de la frontera agrícola sobre áreas frecuentemente menos adecuadas.

También se define como al manejo integrado del conjunto de procesos productivos al interior de la unidad de producción, así como a las prácticas de conservación relacionadas con el aprovechamiento de los recursos naturales¹⁸.

Para Cipagauta y Orjuela¹⁹, los sistemas agrosilvopastoriles son una estrategia de reorientación productiva y sostenible del sistema ganadero.

Por su parte, para Palomeque²⁰, consisten en alternar árboles, cultivos de temporada y pastizales para sostener la producción animal.

¹⁷ HERNANDEZ, S y GUTIERREZ, M. Manejo de sistemas Agrosilvopastoriles. s.f. p. 1.

¹⁸ OJEDA, P, RESTREPO, J VILLADA, D y GALLEGU, J. Sistemas silvopastoriles, una opción para el manejo sustentable de la ganadería. Manuel de capacitación: Sistemas agrícolas sostenibles en la Región Andina. Santiago de Cali, Valle del Cauca. 2003. 1-52 p.

¹⁹ CIPAGAUTA HERNANDEZ, M y ORJUELA CHAVES, J. Utilización de técnicas agrosilvopastoriles para contribuir a optimizar el uso de la tierra en el área intervenida de la amazonia. CORPOICA-FONADE. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. p. 6.

²⁰ PALOMEQUE. Op cit., p. 6.

4.1.3 Sistemas Silvopastoriles (SSP). Para Llanderal²¹, un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria en la cual las plantas leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (animales y plantas forrajeras herbáceas) bajo un sistema de manejo integral.

Murgueitio *et al*²², mencionan que los Sistemas Silvopastoriles (SSP) son una modalidad de agroforestería ganadera que combina en el mismo espacio plantas forrajeras como pastos y leguminosas rastreras, con arbustos y árboles destinados a la alimentación animal y usos complementarios.

Zuluaga *et al*²³, mencionan que los sistemas silvopastoriles pueden incluir numerosas especies de árboles y arbustos con diferentes características y bondades: especies útiles como maderables, productores de leña y carbón, alimento para el ganado, frutales, ornamentales, melíferos, etc., que ayudan a la conservación y fertilidad de los suelos.

4.1.3.1 Beneficios de los Sistemas Silvopastoriles. Igualmente, para Zuluaga *et al*²⁴ los siguientes son los beneficios para estos sistemas:

- **Reciclaje de nutrientes y conservación de la fertilidad del suelo.** Los árboles, además de “cubrir” el suelo, cumplen la gran función de extraer nutrientes de las partes profundas del suelo y ponerlos sobre la superficie, a disposición de los pastos o del cultivo asociado. Todas esas ramas y hojarasca contribuyen a mejorar la productividad del suelo de forma sostenible y favorecen el crecimiento de las hierbas deseables.
- **Fijación de nitrógeno y fertilidad del suelo.** Las plantas, especialmente las leguminosas, tienen la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico. Con una alta presencia de leguminosas en los cultivos o pasturas, se disminuye la necesidad de fertilizantes nitrogenados.
- **Conservación y regulación de las aguas.** Las raíces de los árboles perforan los suelos, los “ablandan”, combaten la compactación, lo que facilita la aireación

²¹ LLANDERAL OCAMPO, T. Sistemas Silvopastoriles. SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Montecillo. México. s.f. p. 1.

²² MURGUEITIO R, E, AUGUSTO CUARTAS, C y CARO GAMBOA, M. Módulo de sistemas silvopastoriles. Núcleos Municipales de Extensión y Mejoramiento para pequeños ganaderos. ASISTEGAN. FEDEGAN. Bogotá D.C. 2009. p. 11.

²³ ZULUAGA S, A, ZAPATA CADAVID, A, URIBE, F, MURGUEITIO, E, CUARTAS, C, NARANJO, J, HERNANDO MOLINA, C, SOLARTE, L y VALENCIA, L. Capacitación de establecimiento de sistemas silvopastoriles. FEDEGAN. SENA. Bogotá. p. 6.

²⁴ *Ibíd.*, p. 7.

y la capacidad del suelo de almacenar agua. La hojarasca actúa además como una esponja que retiene y almacena el agua, parte de la cual será liberada durante los periodos secos.

Por su parte, Rosales *et al*²⁵ indican que los SSP reducen los extremos de temperatura ambiental durante las épocas secas y/o del efecto desecante del viento a través de la propia vegetación arbórea y arbustiva, lo que contribuye al bienestar animal y a la actividad biológica de los suelos.

- Disminución del impacto erosivo de la lluvia y regulación del ciclo hídrico local.
- Control permanente de la penetración de la luz solar que permita obtener un balance adecuado entre los diferentes estratos de vegetación.
- Captación de CO₂ y retención del mismo en el suelo y la biomasa vegetal de sistemas agroforestales.

Murgueitio y Calle²⁶ muestran que los SSP renuevan las praderas degradadas y se reemplaza un monocultivo dependiente de subsidios externos por un sistema silvopastoril más diverso y estable.

Para Ruiz y Febles²⁷, los SSP son un sistema biológico-abiótico en desarrollo dinámico en el cual los animales, los árboles, el pasto base, la flora y la fauna aérea y del suelo, el suelo mismo, el reciclado de nutrientes, los factores abióticos están relacionados dinámicamente durante el desarrollo de este proceso biológico.

4.1.4 Tipos de sistemas silvopastoriles, según Murgueitio *et al*²⁸

4.1.4.1 Árboles dispersos en potreros. Es una asociación de arbustos, árboles y palmas con múltiples usos en el espacio de los potreros ganaderos. Cuando se amplían el número y la variedad de árboles en toda la finca ganadera y se

²⁵ ROSALES, M, MURGUEITIO, E, OSORIO, H, SPEEDY, A y SÁNCHEZ, M. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica (conclusiones y evaluación de la conferencia electrónica). s.f. p. 417.

²⁶ MURGUEITIO, E y CALLE, Z. Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Fundación CIPAV. Cali s.f. p. 36.

²⁷ RUIZ VÁSQUEZ, T y FEBLES PÉREZ, G. Enfoque acerca del trabajo sobre árboles y arbustos desarrollados por el Instituto de Ciencia Animal de Cuba. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Grupo multidisciplinario de leguminosas. Cuba. s.f. p. 309.

²⁸ MURGUEITIO. Módulo de Sistemas Silvopastoriles. Op. cit., p. 11-14.

asemeja adecuadamente el balance de luz para los pastos, se puede hablar de un Sistema Silvopastoril.

4.1.4.2 Cercas vivas. Este tipo de SSP se caracteriza por sus líneas de árboles y arbustos separados por distancias cortas que sostiene alambres eléctricos, de espina o púa o lisos que se utilizan para marcar los linderos de las fincas y para la separación y subdivisión de potreros.

4.1.4.3 Barreras rompevientos. Similares a las cercas vivas pero las filas de árboles son dobles o triples, de por lo menos dos alturas o estratos (pisos), a veces tres o cuatro, y se disponen en forma perpendicular a la dirección de los vientos que desecan los pastos.

4.1.4.4 Bancos mixtos de forraje (BMF). Este tipo de SSP se compone de varias especies arbóreas y arbustivas sembradas y manejadas en alta densidad cuyo propósito es obtener follajes para la alimentación de los animales. Se caracteriza por generar elevados contenidos de proteína, vitaminas y algunos minerales, que complementen la dieta ganadera básica, rica en fibras (energía).

4.1.4.5 Sistemas silvopastoriles intensivo (SSPi) o de alta densidad arbórea. Este tipo de sistema es un arreglo agroforestal pecuario donde se cultivan arbustos forrajeros en alta densidad para ramoneo directo del ganado, asociados siempre con pastos mejorados y cantidades variables de árboles maderables y frutales. Se caracteriza por la muy alta producción natural de biomasa forrajera, que, a su vez, logra mantener elevadas cargas de ganado bovino.

4.1.4.6 Plantaciones forestales con pastoreo. Este tipo de sistema son cultivos de árboles con fines maderables o leña que utilizan el ganado para consumir las hierbas, gramas y otras plantas que tienden a invadir la plantación.

4.1.5 Especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero en una zona de bosque seco tropical (bs-T).

Ramírez *et al*²⁹, mencionan que el follaje de arbustivas y arbóreas tropicales representa una fuente importante de nutrimentos para el ganado bovino en pastoreo de gramíneas y leguminosas tropicales incorporándolas en la ración de los animales tiene potencial para aumentar la producción animal en sistemas silvopastoriles.

²⁹ RAMIREZ AVILES, L, KU VERA, J y ALAYÓN GAMBOA, J. Follaje de árboles y arbustos en los sistemas de producción bovina de doble propósito XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA. Archivo Latinoamericano de producción animal. Vol. 15. (Supl. 1). Cusco-Perú. 2007. p. 251.

Sosa *et al*³⁰ indican que para que un árbol sea considerado como forrajero, es importante tomar en cuenta que el contenido de nutrimentos sea adecuado, que su consumo promueva cambios en parámetros productivos, que los niveles de compuestos secundarios no afecten su consumo, y que debe ser tolerante a la poda, además de mantener niveles adecuados de biomasa.

4.1.5.1 *Pithecellobium lanceolatum* (Willd.) Benth. Es un árbol común en bosques secos, bosques espinosos y bosques de galería, zonas pacíficas y norcentrales, sureste de México a Venezuela y Colombia.

- **Nombre común:** Payandé, Espino de vaca.
- **Descripción.** (Según la STRI)³¹
 - **Forma.** Árbol de 5 a 15 m de alto. Tronco con espinas pareadas y arqueadas. Corteza exterior grisácea. Ramitas con espinas.
 - **Hojas.** Bipinnadas y alternas, con glándulas entre las pinnas y entre los pares de folíolos. Cada pinna tiene 2 folíolos, de 3 a 8 cm de largo y de 2 a 3 cm de ancho. Oblongos y asimétricos, con ápice agudo o redondeado y bordes enteros, Estípulas deciduas. Peciolos ligeramente alados o acanalados.
 - **Flores y frutos.** Florece y fructifica de febrero a octubre. Inflorescencias en espigas. Flores blancas. Frutos en legumbres, de 10 a 14 cm de largo, verdes, tornándose rojizos y dehiscente al madurar. Semillas negras y redondeadas de un arilo rojo.
 - **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.
 - **Notas.** Común y fácil de observar a orillas de riachuelos y en áreas pantanosas o inundables de los alrededores de estos.

³⁰ SOSA RUBIO, E, PÉREZ RODRÍGUEZ, D, ORTEGA REYES, L y ZAPATA BUENFIL, G. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Tropical trees and shrubs forage potencial for sheep feeding*. Téc Peru Méx; 42 (2). 2004. p. 130.

³¹ STRI. Smithsonian Tropical Research Institute. *Pithecellobium lanceolatum*. Disponible en: biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/sarigua/species/77.

4.1.5.2 *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. De acuerdo con el London Journal of Botany³², es conocido comúnmente en México como Chucum blanco, Piquinche, Cuamuchil, Guamoche, Guamúchil, Guaymochile. Es un árbol o arbusto, espinoso, perennifolio.

➤ **Nombre común:** Chiminango.

➤ **Descripción**

- **Forma.** Árbol o arbusto, espinoso, perennifolio, de 15 a 20 m de altura y con diámetro a la altura del pecho de 80 cm (hasta 1 m), con ramas provistas de espinas.
- **Copas/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 folíolos 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 lisa o ligeramente fisurada, gris plomiza 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.
- **Flores.** Inflorescencias axilares de 5 a 30 cm de largo, panículas péndulas de cabezuelas tomentosas, 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.
- **Frutos.** Vainas delgadas de hasta 20 cm largo por 10 a 15 mm de ancho, enroscadas, tomentosas, péndulas, rojizas 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.

³² _____. *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. 1844. p. 174-175. Revisado en Marzo de 2015. En: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/45-legum38m.pdf.

- **Raíz.** Sistema radical extenso sobre todo en aquellas áreas donde la precipitación es baja.
- **Sexualidad.** Hermafrodita.
- **Distribución.** De acuerdo a la OFI-CATIE³³, se distribuye de forma natural en bosque seco tropical y monte espinoso desde México a través de la vertiente del Pacífico de América Central hasta el norte de América del Sur. El rango se extiende desde Baja California y Sinaloa en el norte de México a los valles secos andinos de Colombia Central.
- **Silvicultura**
 - **Semilla.** Se puede cosechar agitando el árbol y haciendo caer las vainas maduras sobre lonas. Las vainas maduran durante un largo periodo de tiempo pero las semillas permanecen unidas a la vaina aunque ésta se abra, de modo que el momento de la recolección no es tan crítico. Cada kg contiene de 9000-26000 semillas.
 - **Propagación.** Se propaga habitualmente por semilla, pero también es posible la propagación vegetativa usando estacas grandes semi-endurecidas. La semilla se siembra en germinadores y se trasplanta, o también se siembra directamente en bolsas. Las plántulas están listas para llevar al campo después de 2-3 meses en el vivero, cuando han alcanzado 25-40 cm de altura.
 - **Plantación.** Se puede usar siembra directa o plantas a raíz desnuda, pero en áreas secas dan mejor resultado las plantitas cultivadas en bolsas.
 - **Manejo.** Los árboles se pueden cortar repetidamente de tocón, descopar o podar como seto sin pérdida de vigor. Es esta misma vigorosa capacidad de rebrote la que hace difícil de erradicar aquellas plantas que no se deseen, particularmente porque los daños a las raíces estimulan la producción de vigorosos chupones espinosos.
- **Fenología.**
 - **Hojas.** La producción de hojas sólo dura un año en el árbol pero la caída y nueva producción se traslapa de modo que nunca aparece sin hojas.

³³ OFI-CATIE. *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. Leguminosae mimosoideae. Revisado en Marzo de 2015.

- **Flores.** Florece entre los meses de marzo y junio.
- **Frutos.** Mayoritariamente entre los meses de junio a diciembre.
- **Usos.** Maderable, ornamental y cerca viva.

4.1.5.3 *Guazuma ulmifolia* Lam. Para Francis³⁴, es un árbol de tamaño pequeño o mediano y de muchas ramas, común en pastizales y bosques perturbados. Sus frutos y follaje son consumidos por los animales domésticos y silvestres y la madera es una fuente importante de leña en áreas rurales.

➤ **Nombre común:** Guácimo, Aquiche, Majagua de toro, Acashti, Tablote.

➤ **Descripción**³⁵

- **Forma.** Árbol mediano o arbusto, caducifolio, de 2 a 15 m de altura y con diámetro a la altura del pecho de 30 a 40 cm (hasta 1 m), normalmente de menor talla (8 m). En algunos casos se desarrolla como arbusto muy ramificado y en otros como un árbol monopódico.
- **Copas/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; verdes oscuras y rasposo en el haz y verde grisáceo amarillento y sedoso en el envés.
- **Tronco/ramas.** Tronco más o menos recto, produciendo a veces chupones, frecuentemente ramificado a baja altura. Ramas largas muy extendidas, horizontales o ligeramente colgantes.
- **Corteza.** La externa ligeramente fisurada, desprendiéndose en pequeños pedazos, pardo grisácea. Interna de color amarillento cambiando a pardo rojizo o rosado, fibrosa, dulce a ligeramente astringente. Grosor total: 5 a 12 mm.
- **Flores.** 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 vellosos de 2 a 3 lóbulos, sépalos verdosos y pétalos de color crema.

³⁴ FRANCIS, J. *Guazuma ulmifolia* Lam. Guácima, SO-ITF-SM-47-New Orleans. LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 2006. p. 255.

³⁵ _____ 1789. *Guazuma ulmifolia* Lam. Encyclopedie methodique, Botanique3; 52 Revisado en Diciembre de 2014. En: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/66-sterc1m.pdf

- **Frutos.** Cápsula de 3 a 4 cm de largo, en infrutescencias de 10 cm, ovoide, 5-valvada, abriéndose tardíamente, 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 1 mm, duras, redondeadas, pardas. Los frutos se abren en el ápice o irregularmente por poros.
- **Sexualidad.** Hermafrodita.
- **Distribución.** De acuerdo a la SIRE CONABIO-PRONARE³⁶, es originaria de América tropical. Se extiende desde México hasta América del sur (noroeste de Argentina, Ecuador, Perú, Paraguay, Bolivia, Brasil) y en el Caribe en altitudes de 0 a 1200 (1500) msnm.
- **Fenología.**
 - **Hojas.** Caducifolia, la caída de hojas se presenta en la época seca del año, durante un periodo corto.
 - **Flores.** Florece casi todo el año, especialmente de abril a octubre.
 - **Frutos.** Los frutos maduran casi todo el año, principalmente de septiembre a abril y permanecen durante largo tiempo den el árbol.
 - **Usos.** Forraje, el fruto sirve para alimento de polluelos y las hojas al gusano de seda. Maderable y las semillas son comestibles, frescas o cocidas, de los tallos jóvenes se obtienen cuerdas o cordeles y las flores tiene potencial melífero.

4.1.5.4 *Pithecellobium saman*. Staples y Elevitch³⁷, lo nombran como el árbol de la lluvia y es fácilmente reconocible por su característica de dosel en forma de paraguas. Cuando se cultiva al aire libre, el árbol suele alcanzar 15-25 m de altura, con un diámetro de copa ancho. El árbol de la lluvia es más importante en el Pacífico como árbol de sombra en las pequeñas fincas a lo largo de las carreteras en parques y pastos.

³⁶ SIRE CONAFOR-PRONARE. *Guazuma ulmifolia* Lam. Paquetes tecnológicos. (sin año). p. 1. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/928Guazuma%20ulmifolia.pdf>.

³⁷ STAPLES, G y ELEVITCH, C. *Samanea saman* (rain tree). Fabaceae (legume family). Species profiles for pacific island agroforestry. www.traditionaltree.org 2006. p. 2.

➤ **Nombre común:** Samán, árbol de lluvia, carrito, cenízaro.

➤ **Descripción**

- **Forma.** Este árbol tiene una corona distintiva en forma de paraguas. La corona es típicamente amplia y en forma de cúpula; la propagación horizontal es mayor que la altura cuando se cultiva en amplias zonas abiertas.
- **Hojas.** Las hojas están dispuestas alternativamente a lo largo de las ramitas y tienen un hinchazón prominente (pulvinus) en la base del pecíolo; las estípulas están presentes y filiformes; las láminas de las hojas son dos veces, incluso pinnadamente compuesto, arreglado en 2-6 pares de pinnas, cada pabellón auricular que lleva 6-16 folletos en forma de diamante, verde brillante anteriormente y finamente peludas por debajo, 2-4 cm (0,8-1,6 pulgadas) de largo y 2.1 cm (0,4 a 0,8 pulgadas) de ancho, las valvas apicales más grandes. Durante los períodos secos, los árboles son semi-caducifolios, perdiendo sus hojas para un corto período.

Donde hay un definido periodo seco, puede permanecer sin hojas durante un período de semanas, pero rebrotan sus hojas rápidamente si hay humedad adecuada, esto da la apariencia de que el árbol de lluvia es "perenne" en climas más húmedos.

- **Corteza.** La corteza de los árboles maduros es de color gris, áspero y agrietado en placas largas o crestas de corcho. En los árboles más jóvenes la corteza es más suave y gris pálido a marrón en color. El interior la corteza es de color claro y amargo.
- **Flores.** Las flores son pequeñas (12 a 25 por cabeza) se colorean en rosáceo, la encabeza 5.6 cm (2 a 2,4 pulgadas) de diámetro y unos 4 cm (1,6 pulgadas) en de altura. Los estambres son bicolores (blanco en la mitad inferior y rojizo arriba). Miles de cabezas nacen al mismo tiempo, que cubren el árbol en flor rosada. La flor central en cada cabeza es más grande, sin pecíolo, tiene más pétalos y es incapaz de formar una fruta; esta flor es una excelente productora de néctar, lo que atrae a los polinizadores. Por lo general, una sola flor por cabeza (raramente dos) es polinizada y forma una fruta.
- **Frutos.** Las vainas maduras son negro-marrón, oblongo, abultada de 10-20 cm de largo, 15-19 mm de ancho y de 6 mm (0,25 pulgadas) de grueso, recta o ligeramente curvada, no dehiscente pero finalmente un agrietamiento irregular y lleno de una pegajosa pulpa de color marrón que es dulce y comestible.

- **Semillas.** Las semillas son oblongo- elipsoide de 8-11,5 mm de largo, 5-7.5 mm de ancho y ligeramente aplanada de lado a lado, liso marrón, brillante oscuro en forma de u amarillento marcado (pleurograma) en el lado aplanado. Hay 15 a 20 semillas por vaina (a menudo sólo 5-10 semillas por vaina en área natural. Un kilogramo de semillas promedios 4000-6000 semillas (1820-2730 semillas/lb). El ganado y otros animales domésticos herbívoros cumplen eficientemente el papel la dispersión de semillas en la actualidad.
- **Usos.** Las vainas contienen una pulpa comestible dulce para los animales y es fuertemente utilizado como maderable para artesanías.
- **Distribución.** Skolmen³⁸ menciona que el samán es nativo al área desde la Península de Yucatán en México, a través de Guatemala hasta Perú, Bolivia y Brasil y en los Estados Unidos y en sus posesiones también el samán crece en Hawái, la Florida, Puerto Rico, las Islas Vírgenes, Guam y las Marianas del Norte y se ha naturalizado en Hawái, Puerto Rico y las Islas Vírgenes.

Por su parte, la OFI-CATIE³⁹ señala que esta especie se distribuye por toda América Central, desde Guatemala a Panamá y se extiende a América del Sur (Colombia y Venezuela).

- **Silvicultura.** De igual manera, la OFI-CATIE⁴⁰ establece los siguientes usos:

- **Semilla.** Las vainas pueden recolectarse del árbol cuando se vuelven marrón oscuras, o del suelo (si se ha excluido el ganado). Se deben secar a la sombra sobre mallas o lonas por un día. No se abren de modo natural por lo que hay que aplastarlas y cribarlas para separar las semillas de la cáscara de las vainas. La pulpa pegajosa que está adherida a las semillas puede eliminarse bajo agua corriente, y después se deben secar las semillas de nuevo al sol por 3-4 horas.

Las semillas son grandes (4400- 7900 semillas/kg) con una cubierta dura que requiere de pre-tratamiento para dar una germinación uniforme.

Las semillas son ortodoxas y pueden mantenerse por varios años bajo condiciones de <10% humedad, 4°C y en contenedores herméticos.

- **Propagación.** Las plántulas crecen mejor en bolsas grandes (10x20 cm), y deberían mantenerse bajo sombra parcial por 2-4 semanas después de la

³⁸ SKOLMEN, R. *Samanea saman* (Jacq) Merr Samán, monkey-pod. 1990. p. 461.

³⁹ OFI-CATIE. *Samanea saman* (Jacq.) Merrill. Leguminosae mimosoideae. Revisado en Diciembre de 2015. p. 859.

⁴⁰ Ibid., p. 862.

germinación. Normalmente necesitan 3-5 semanas para producir plántulas de 20-30 cm de alto. No requieren inoculación con *Rhizobium* para fijación de nitrógeno, y muestran una nodulación efectiva.

- **Plantación.** Los árboles se plantan normalmente a espaciamientos amplios en pasturas, 20 o 30 m aparte, dando densidades de tan solo 10-20 árboles/ha. Esto promueve un rápido crecimiento en diámetro y el desarrollo de una copa extensa para maximizar la sombra y la producción de vainas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que esta sombra excesiva no deja crecer el pasto. Por esto, se debe buscar un equilibrio para proporcionar suficiente sombra para el número de animales de que se dispone, a la vez que se optimiza el espacio disponible para el pasto.
- **Manejo.** Los árboles pueden crecer en una rotación de 25-30 años, pero en el amplio espacio silvopastoril descrito anteriormente los árboles se respetan por mucho más tiempo, ya que continúan aumentando de tamaño por más de 100 años. También se pueden desmochar a 2-2.5 m de altura para producir leña.
- **Turno y crecimiento.** El crecimiento inicial es moderadamente rápido pero no excepcional. En los primeros 10 años crece típicamente 0.8-1.5 m/año en altura y unos 2 cm/año en DAP. En un buen sitio pueden alcanzar 50 cm de DAP en 60 años y 1 m de DAP en 100 años. El incremento anual de volumen está en un rango de 10-25 m³/ha/año.

4.1.5.5 *Cassia fistula*. Según Rojas y Torres⁴¹, es un árbol mediano, de copa irregular, amplia y extendida, mostrando las ramas colgantes. Su fuste es ancho de hasta 45 cm de diámetro y recto. La corteza es lisa, gris cuando joven, tornándose escamosa y castaño rojiza cuando llega a estado adulto.

- **Nombre común:** Caña fistula, lluvia dorada, lluvia de oro, casia de purga.
- **Descripción.** Gilman y Watson⁴²
- **Forma.** Árbol de rápido crecimiento que alcanza los 9-12 m de altura y de 1 m de diámetro. Las ramas bien espaciadas y están vestidas de hojas pinnadas compuestas, con folios hasta de 20 cm de largo y 3 cm de ancho.

⁴¹ ROJAS RODRIGUEZ, F y TORRES CÓRDOBA, G. Árboles del valle central de Costa Rica: reproducción Caña Fistula (*Cassia fistula*). Revista forestal Mesoamericana Kurú. Vol. 9, N° 23. Costa Rica. 2012. p. 49.

⁴² GILMAN, E y WATSON, D. *Cassia fistula* Golde-Shower. Forest Service Department of Agriculture. Southern group os state forests. Fact sheet ST-127. 1993. p. 1-3.

- **Copas/hojas.** Corona del árbol de contorno irregular en posición vertical en forma de florero y densidad moderada de crecimiento rápido. Hojas pinnaticompuestas de forma ovalada caducifolia.
- **Tronco/ramas.** Tronco recto. Las ramas se inclinan como el árbol crece en forma horizontal y extendida con follaje escaso.
- **Corteza.** Corteza del tallo gris pálido, cuando marrón joven y oscuro liso y delgado y cuando áspera de edad.
- **Flores.** Para Orwa *et al*⁴³, las flores amarillas brillantes en el terminal, racimos caídos, 30-60 cm de largo; cáliz oblongo, obtuso, pubescentes, ovadas, pétalos cortos con garras, a 3,5 cm de ancho; estambres 10 cm, tres superiores con erecto filamentos a 0,7 cm de largo y con anteras basifijas.
- **Frutos.** Con una cápsula indehiscente, 40-60 cm de largo por 1.2 cm de diámetro, cilíndrico, péndulos y cilíndricos, que contiene 25 a 100 semillas. La vaina se desarrolla en numerosos septos transversales entre las semillas. Cuando las vainas son frescas contiene una pasta de color negro que en el secado se adhiere a los septos.
- **Semillas.** Niembro⁴⁴ menciona que las semillas son obovadas-elipsoide, convexa en sección transversal, ventralmente aplanada, 7,5 a 10,0 mm de largo, 6,0 a 7,5 mm de ancho, y 2,5 a 3,0 mm de espesor. La cubierta de la semilla es de color marrón claro, liso, brillante y cretáceo con fractura. Las semillas lenticulares, de color marrón claro y brillante. El nombre genérico es del nombre griego 'kassia'.
- **Raíz.** Las raíces son superficiales y no suelen ser un problema con poco potencial invasivo.
- **Usos.** Para Orwa *et al* y *Tropical Plant Database-Raintree*⁴⁵, esta especie sirve para la alimentación humana, apicultura, combustible, maderable, colorante, laxante, analgésico, anti-inflamatorio, vermífugo y protector de quemaduras.

⁴³ ORWA, C, MUTUA, A, JAMNADASS, R y ANTHONY, S. Agroforestreec Database a tree reference and selection guide versión 4.0. 2009. p. 1.

⁴⁴ NIEMBRO ROCAS, A. *Cassia fistula* L. Part II-Species Descriptions-Cassia fistula. Instituto de ecología, A.C. Xalapa, Veracruz. México.) sin año). p. 366.

⁴⁵ ORWA. Op cit., p. 5.

- **Distribución.** Niembro⁴⁶ indica que es originario de las regiones tropicales de Asia, y es naturalmente distribuido en toda la India, Indochina y Malasia. También se ha introducido en las regiones tropicales de África y América. En África, se encuentra en Kenia. En Estados Unidos, se ha plantado en el sur de Florida, Cuba, Puerto Rico, Jamaica, México y a través de América Central, Colombia, Venezuela, y Brasil. También se encuentra en Hawái.
- **Silvicultura.**
 - **Semilla.** Se pueden almacenar a temperatura ambiente y se mantienen viables durante 1 año obteniendo de 5.500 por Kg. Para seguir siendo viable por más tiempo, las semillas deben ser colocados en plástico, vidrio o envases de metal selladas en cámaras de frío en una temperatura de 5 a 6 °C. Se ha observado que después de 1 año, las semillas almacenadas en una cámara fría todavía pueden germinar.
 - **Propagación.** Se propaga habitualmente por semillas pero muestran una latencia mecánica para germinar debido a que la cubierta de la semilla es difícil. Las semillas pueden ser remojadas en agua en ebullición por 5 minutos antes de la siembra para estimular la germinación.
 - **Manejo.** Los árboles se podan cuando están jóvenes para controlar la forma y desarrollo de una corona uniforme, se cultivan a pleno sol bien drenado. Los árboles son tolerantes a la sequía pero es dañado a temperaturas por debajo de congelación.
- **Fenología.** Rojas y Torres⁴⁷ establecen las siguientes características fenológicas para esta especie:
 - **Hojas.** La producción de hojas se hace durante todo el año.
 - **Flores.** Florece entre los meses de julio a octubre.
 - **Frutos verdes.** Mayoritariamente entre los meses de junio a agosto y de noviembre a diciembre.
 - **Frutos maduros.** Entre los meses de marzo a agosto.

⁴⁶ NIEMBRO. Op cit., p. 366-367.

⁴⁷ ROJAS. Op cit., p. 50.

4.2 COMPORTAMIENTO ANIMAL

“El ganado vacuno pertenece a una especie de animales de caza, que ha desarrollado, durante miles de años de evolución, los patrones de comportamiento que le han permitido, al igual que a otras especies salvajes emparentadas, protegerse de sus predadores”⁴⁸.

“Las condiciones climáticas en que viven los animales pueden limitar su desempeño productivo y reproductivo, incluso pueden ser un factor de riesgo para la presentación de enfermedades. Los bovinos son animales homeotermos, tienen un rango de temperatura ambiente o zona confort en el cual pueden vivir, producir y reproducirse adecuadamente. La zona confort o zona de termo neutralidad varía según el tipo de raza o composición racial del animal, razas *Bos Taurus* presentan rangos entre 5 y 20° C” (Cowan *et al*, 1993) citado por Navas, A (2010)⁴⁹.

La alimentación y nutrición animal es pilar fundamental en la producción agropecuaria, durante los periodos que se presentan en la región del Patía, las gramíneas, leguminosas cultivadas reducen o aumentan la oferta de alimentos observándose además que las arbóreas evaluadas varían notablemente su contenido nutricional entre una época y otra, es por esta razón que es necesario conocer el comportamiento de los animales para, de esta manera, evaluar estas conductas con la producción pecuaria.

“El consumo voluntario de alimento se ve afectado o favorecido de acuerdo a unas características como el estado fisiológico del animal como la edad, la etapa reproductiva, el estado de salud, entre otros, a factores ambientales como la temperatura, la precipitación, el fotoperiodo, la disponibilidad en calidad como la edad de la pastura o especie arbórea, la digestibilidad y palatabilidad, el valor nutritivo y cantidad ofrecido, estos factores puede incidir “generalmente los animales aumentan el consumo cuando se encuentran en bajas temperaturas y lo reducen considerablemente cuando se encuentran agobiados por el calor” Church (1996) citado por Jiménez y Restrepo⁵⁰.

⁴⁸ GRANDIN, T. ¿Acechar como un predador para manejar el ganado sin estrés? Departamento de ciencia animal. Colorado State University, Fort Collins. 2001. p. 1.

⁴⁹ NAVAS PANADERO, A. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. Revista de Medicina Veterinaria. N° 19. 2010. p. 116.

⁵⁰ JIMENEZ TOVAR, Y y RESTREPO SAENZ, C. Funcionamiento ruminal de animales alimentados con forrajes de baja calidad y suplementados con frutos de saman (*Pithecellobium saman*). Trabajo de Grado, presentado para optar el título de zootecnista. Bogotá. Universidad de la Salle. Facultad de Zootecnia. 1999. p. 23.

Pereyra y Leiras⁵¹ mencionan que los bovinos realizan una selección del forraje a consumir en pastoreo de oferta variada, habiendo dos teorías al respecto: donde el animal elige su alimento según los elementos que su organismo necesita y elige por palatabilidad su alimento.

De igual manera, los mismos autores mencionan que:

“La rumia depende de la calidad del alimento, a mayor calidad menor tiempo de rumia y viceversa, otro factor que puede llegar a afectar este proceso también es el dolor y el estrés, lo que causan que los animales disminuyen la rumia”.

La reincorporación o conservación de arbóreas y arbustivas en las zonas de pastoreo bajo diferentes tipos de arreglos (bancos, distribuidas en los potreros, cercas vivas, bosquetes, etc), ha demostrado mejorar los índices de productividad de las ganaderías en el trópico a través de aumentar producción de forraje, en particular durante el período de verano, y de mejorar la calidad nutritiva de los forrajes consumidos.

No solamente la alimentación es importante, además de esto, el agua es parte vital para el consumo animal, ésta debe ser adecuada para el consumo, debe haber una cantidad suficiente para cada animal, debe encontrarse en un lugar de fácil acceso y no tan lejano ya que ellos dedican una cantidad de tiempo a realizar dicha actividad un aproximado de 5 a 10 minutos diarios.

Además, también se debe tener en cuenta que dentro del grupo que existen ciertas jerarquías y el uso del agua se puede ver afectado por la dominancia social. Por esto, algunos animales pueden tener restricción al acceso al agua, aunque se ofrezca *ad libitum*.

Para Bavera⁵² el factor ambiental también es influyente en la cantidad de agua que beben ya que: con la alta temperatura ambiental, el agua fresca es más efectiva para reducir el estrés calórico, disminuyendo la tasa respiratoria y la temperatura corporal.

Cuando la temperatura ambiental aumenta, los animales prefieren mantenerse bajo sombra y no visitar el abrevadero de manera constante, ya que la sombra proporciona una temperatura más baja.

⁵¹ PEREYRA, H y LEIRAS, M. Comportamiento bovino de alimentación, rumia y bebida. Fleckvieh-Simmental. 9 (51). p. 24-27.

⁵² BAVERA, G. Hábitos de abrevado. Aguas y aguadas para el ganado. Sitio argentino de producción animal. 3º, Ed, del autor, Rio Cuarto. 2009. p. 1.

“Cuando el agua está disponible con facilidad para los animales en pastoreo, en potreros poco extensos, beben usualmente de 2 a 7 veces al día, con un promedio de 3-4 veces diarias, pero como los bovinos tienen un gran espíritu gregario, en especial en algunas razas, lo que hace que cuando uno se dirige a la aguada, lo sigan algunos otros o todos. Esta interacción entre los animales hace que probablemente beban todos, aunque no todos precisen realmente consumir agua”⁵³.

Para el mismo autor, en invierno los vacunos se dirigen desde el lugar en que los sorprende la mañana en dirección a la aguada. “Al mediodía, especialmente si hay sol, pasan un buen rato alrededor de la misma y a la tarde beben por última vez y se dirigen hacia zonas de dormidero o zonas alejadas de la aguada para pasar la noche”⁵⁴.

“Cuando la temperatura ambiente no excede los 26° C, el ganado vacuno tiende a efectuar sus abrevados por la mañana y al final de la tarde, mientras que en otros momentos consume muy poca agua”⁵⁵.

“Cuando la temperatura sobrepasa los 32°C, los períodos durante los que no consume agua tienden a acortarse y los animales suelen beber cada 2 horas o más a menudo, dirigiéndose desde cualquier punto del potrero a la aguada para saciar la sed, sin detenerse a comer en el camino. Cuando el calor es intenso, pasan hasta 8 horas en las proximidades de la aguada, rumiando, descansando y bebiendo cada tanto”⁵⁶.

Grandin⁵⁷ menciona que “el ganado vacuno pertenece a una especie de animales de caza, que ha desarrollado, durante miles de años de evolución, los patrones de comportamiento que le han permitido, al igual que a otras especies salvajes emparentadas, protegerse de sus predadores”

Por su parte, Giménez⁵⁸ menciona que el rasgo fundamental del vacuno es su impulso de fuga. Los animales de fuga, como el bovino o el equino, tienden instintivamente a alejarse de las especies predatoras, como los perros, o

⁵³ Ibid., p. 1.

⁵⁴ Ibid., p. 2.

⁵⁵ Ibid., p. 2.

⁵⁶ Ibid., p. 2.

⁵⁷ GRANDIN. Op cit., p. 2.

⁵⁸ GIMÉNEZ ZAPIOLA, M. La etología aplicada a la ganadería. Márgenes Agropecuarios, Vol. 14 (163). 1999. p. 30-31.

dominantes, como los humanos. La manada es la zona de seguridad del bovino, que tenderá a fugarse hacia ella. Por eso es más difícil trabajar al animal aislado. Dentro de la manada, sus miembros definen su posición y espacio sin necesidad de llegar al enfrentamiento. El orden se establece por amenazas sutiles mediante señales corporales, en una suerte de lucha simbólica, tras la cual los animales dominados ceden ante el dominante”.

De acuerdo con Collins y Phillips, citados por Lagger *et al*⁵⁹, “La dominancia es un estereotipo del comportamiento social, tiene un patrón repetitivo, una interacción entre dos individuos, generalmente manifestada por la agresión, durante el acceso a los diferentes recursos”.

“La dominancia se visualiza con agresiones como corneadas, golpes de cabeza, empujones o enfrentando”⁶⁰.

De igual manera Collins, citado por Lagger *et al*⁶¹, menciona que otra forma de dominancia es la intimidación, la amenaza o el mantenimiento de un lugar espacial sin contacto físico. Los evaden los dominantes sin necesidad de agresión y por ello, estos no son necesariamente agresivos. Sin embargo, el número de agresiones iniciadas por una vaca es altamente correlativo con su rango social.

De acuerdo con Phillips⁶², la dominancia está relacionada con el tamaño corporal, la altura del animal, el ancho de pecho, el peso vivo, edad, número de partos, presencia de cuernos y razas.

Según Stricklin, citado por Lagger *et al*⁶³, cada animal trata de tener su propio espacio individual. Los de alto rango tienen mayor espacio y los de rangos medios guardan sus espacios separados de otros grupos.

⁵⁹ LAGGER, J., TOLKAMP, B., HASKELL, M., OTROSKY, N., MEGLIA, G., MATA, H y LARREA, A. Comportamiento social en vacas y vaquillonas en Tambos: Dominantes y Subordinadas. Revistar veterinaria Argentina. 2011. p. 1.

⁶⁰ GONZALES, L. Influencia del comportamiento de alimentación y social, y del uso de bicarbonato sódico sobre el pH ruminal en el cebo intensivo de terneros. . Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. 2007.

⁶¹ LAGGER *et al.* Op cit., p. 2.

⁶² PHILLIPS, C y MORRIS, I. The ability of cattle to distinguish between and their preference for, floors with different levels of friction, and their avoidance of floors contaminated with excreta. *Animal Welfare*. 2002. 21-29 p.

⁶³ LAGGER *et al.* Op cit., p. 3.

4.3 FENOLOGÍA

“La Fenología es la rama de la Agrometeorología que trata del estudio de la influencia del medio ambiente físico sobre los seres vivos. Dicho estudio se realiza a través de las observaciones de los fenómenos o manifestaciones de las fases biológicas resultantes de la interacción entre los requerimientos climáticos de la planta y las condiciones de tiempo y clima reinantes en su hábitat”⁶⁴.

“La fenología es la ciencia que estudia los fenómenos biológicos que se presentan periódicamente, acomodados a ritmos estacionales y su terminología viene de las raíces griegas *phainein* que significa tratado. Así, la fenología puede ser entendida como el estudio de los eventos periódicos naturales involucrados en la vida de las plantas”⁶⁵.

4.3.1 Descripción de los fenómenos observados en el estudio fenológico, según CONIF, citado por Domínguez y Erazo⁶⁶:

4.3.1.1 Floración. Hace referencia al periodo correspondiente al lapso de tiempo durante el cual se desarrollan las flores en la planta y varía según la especie y los factores naturales del sitio. Es la primera etapa del proceso reproductivo de las plantas superiores, requisito para la formación de semillas e indica la madurez de la planta.

4.3.1.2 Fructificación. Se da inmediatamente después de concluir la floración y posterior a la polinización se da paso a la iniciación de las flores con formación y madurez de los frutos y la producción de semilla, las estructuras a observar son, frutos verdes (inmaduros) y frutos maduros (fruto completamente formado con todas sus partes estructurales).

4.3.1.3 Follaje. Los rebrotes son la presencia de hojas jóvenes en el árbol y la defoliación es el desprendimiento natural de las hojas de los árboles. Para las observaciones fenológicas, ambos fenómenos se registran por el momento de inicio y final del mismo.

⁶⁴ YZARRA TITO, W y LÓPEZ RÍOS, F. Manual de observaciones fenológicas. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-Senamhi Ministerio de Agricultura. Perú. 8sin año). p. 10.

⁶⁵ HORMAZA MARTÍNEZ, P., FORERO HERNÁNDEZ, D., RUIZ ROMERO, R., y ROMERO ANGULO, H. Fenología de la palma de aceite africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) y del híbrido interespecífico (*Elaeis oleifera* (Kunt) Cortes x *Elaeis guineensis* Jacq.). Centro de Investigación en Palma de Aceite. Departamento Administrativo de Ciencias, Tecnología e Innovación Colciencias. Bogotá-Colombia. 2.010. p.

⁶⁶ DOMÍNGUEZ CHAUZÁ, L y ERAZO CORAL, A. Evaluación de la fenología, reproducción y contenido nutricional de dos especies nativas: COLLA BLANCA *Verbesina arbórea* y MUNCHIRO *Boehmeria fallax*, en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Agroforestal. Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. 2004. 114 p.

4.4 DASOMÉTRIA

Dieguez *et al*, citado por Padilla⁶⁷, mencionan que la dasometría es la ciencia que determina los volúmenes y crecimientos de los árboles y de las masas forestales, así como del estudio de las relaciones métricas y leyes que rigen su desarrollo.

Ugalde⁶⁸, describe la dasometría dentro del campo forestal que se relaciona con la medida y estimación de las dimensiones de árboles y bosques, de su crecimiento y de sus productores.

4.4.1 División de la Dasometría. Según, Ugalde⁶⁹, la dasometría se divide en dos partes:

4.4.1.1 Dendrometría. Consiste en la medición y estimación de las dimensiones de árboles y bosques desde un punto de análisis estático.

4.4.1.2 Epidometría. Es la medición y estimación del crecimiento y productos de árboles y bosques, es decir, desde un punto de análisis dinámico.

4.4.2 Parámetros dasométricos básicos (Lema, 1995)

4.4.2.1 Diámetro a la altura del pecho. El grosor de un árbol tiene como base un diámetro de referencia localizado a 1,3 m de altura sobre la parte del fuste más cercana al piso.

4.4.2.2 Altura de los árboles. La altura es otro parámetro que con el diámetro posibilita modelaciones silviculturales importantes. Es útil para la determinación de volúmenes y estudios de crecimientos.

4.4.2.3 Dimensiones de la copa. Son mediciones regulares con cinta métrica.

4.4.2.4 Rebrotos. Es el número de rebrotos después de cada poda.

⁶⁷ PADILLA PORTILLA, M. Evaluación de la producción cuyícola bajo arreglos silvopastoriles con Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), Acacia de la Pradera (*Senegalia angustissima*), Reventador (*Clibadium sp*), Guatemala (*Tripsacum andersonni*) e Imperial (*Axonopus scoparius*) en clima medio del Departamento de Nariño. Tesis de grado para optar el título de Magister. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrarias. Área de énfasis producción animal. 2013. 145 p.

⁶⁸ UGALDE, L. Conceptos básicos de dasometría. Consultado: Septiembre 2.015. Disponible en <http://www.sidalc.net/repdoc/a5909e/a5909e.pdf>

⁶⁹ Ibid., p. 1.

4.5 COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LAS PRADERAS

“La composición botánica se refiere a la identificación de las especies vegetales presentes en un área determinada”⁷⁰.

Mendoza y Lascano, citados por Noreña⁷¹, mencionan que “la composición botánica permite determinar la proporción en que las especies están presentes en el forraje en oferta, es decir el aporte relativo de cada especie respecto a la biomasa total de la pradera”.

“La composición botánica de una pradera está referida a las especies presentes en ella, tales como gramíneas, leguminosas u hoja ancha”⁷².

“Las características individuales de la pastura o de los sistemas silvopastoriles, los mecanismos de competencia y cooperación, la dinámica de los cambios y la acción de los animales y de su manejo en sistemas de pasturas asociadas (gramíneas-leguminosas) y silvopastoriles (gramíneas-leguminosas-árboles), constituyen los factores más relevantes en la composición botánica y los cuales han sido estudiados de alguna manera”⁷³.

Rangel y Velázquez, citados por Argotyy y Collazos⁷⁴, tratan de definir unidades de vegetación según las especies caracterizadas, exclusivas o diferenciales, que son indicadoras de condiciones ecológicas.

“La composición florística de la vegetación en cualquiera de las cordilleras del país depende de la influencia de factores abióticos (clima, suelo, subsuelo, pendiente y exposición de la luz), factores biogeográficos y antropogénicos, los que en

⁷⁰ BRAVO SALAS, J. Manejo de Pastizales; definición de conceptos y método de muestreo [diapositivas]. Torreón Coahuila-México. 2013. 15 diapositivas.

⁷¹ NOREÑA GRISALES, J. Metodologías para la evaluación de praderas de kikuyo *Pennisetum clandestinum* Holchst. Ex. Chiov. Revista despertar lechero. Edición N° 31. Medellín-Colombia. 2009. 20-33 p.

⁷² VARGAS PARRA, R. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo sobre el rendimiento, composición botánica y calidad nutritiva de una pradera mixta *Lolium perenne* L – *Trifolium repens* L. Tesis Licenciado en Agronomía. Valdivia-Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. 2010. 110 p.

⁷³ _____. Estimación de la composición botánica en pasturas y en sistemas silvopastoriles. (sin año). p. 225. Consultado en Abril 2.015. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/6491/19/70009782>. 1993. 19.pdf.

⁷⁴ ARGOTYY BENAVIDES, F y COLLAZOS MUÑOZ, A. Composición florística y estructural del bosque secundario, granja botana, Universidad de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agroforestal. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. 2001. 163 p.

combinación crean un variado mosaico de ecosistemas y una complejidad fitogeográfica de las regiones montañosas”⁷⁵.

“La composición florística favorece la diferenciación de hábitat, incrementa las oportunidades de coexistencia y de interacción entre las especies y generalmente lleva asociado una mayor eficiencia en el uso de los recursos”⁷⁶

Por su parte, Collins, citado por Muñoz y Villota⁷⁷, afirma que en una composición botánica vegetal diversa, va a existir una capa de hojarasca igualmente diversa que provee a su vez de una diversidad alta de nichos para los macroinvertebrados, lo cual puede ser en cierto sentido un indicador de la calidad de la pastura.

Pieper, citado por Martínez⁷⁸, afirma que el número total de las observaciones, y el porcentaje de cobertura para cada especie puede determinar la composición florística del área de estudio.

Huss y Aguirre, citado por Martínez⁷⁹, menciona que para calcular la composición botánica se puede utilizar la fórmula:

Composición botánica = \sum medias para cada spp / \sum total de todas las spp X 100

⁷⁵ OLARTE NUÑEZ, L. Evaluación de la diversidad florística y estructural de un bosque secundario en el Municipio de Santa Rosa (Cauca-Colombia). Trabajo de grado Especialista en Ecología con Énfasis en Gestión Ambiental. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño. Vicerrectoría de Investigaciones, posgrados y relaciones Internacionales. Especialización en Ecología con Énfasis en Gestión Ambiental. 2009. 67 p.

⁷⁶ SANS, F. La diversidad de los agroecosistemas. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente. 16 (1). 2007. p. 44-49.

⁷⁷ MUÑOZ RAMIREZ, S y VILLOTA PORTILLO, T. Evaluación de macrofauna y composición florística en sistemas productivos de Café (*Coffea arabica* L.), Municipio de la Unión, Nariño. Trabajo de grado Ingeniero Agroforestal. San Juan de Pasto. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. 2014. 31 p.

⁷⁸ MARTÍNEZ MARTÍNEZ, L. Influencia del número y separación de los puntos en la composición botánica. Tesis Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Ciencia Animal. Departamento de Recursos Naturales Renovables. 1999. 22 p.

⁷⁹ Ibid., p 7.

Mendoza y Lascano⁸⁰ mencionan los métodos de medición de la composición botánica de una pradera haciendo mención de los siguientes factores:

- Número o densidad de plantas.
- Cobertura de las especies.
- Pesaje de las especies presentes.

El número de plantas por unidad de área y la cobertura de las especies son mediciones que evalúan el establecimiento y la persistencia de las gramíneas y leguminosas.

El pesaje de las especies es un método en que se debe separar cada especie del total de la biomasa por unidad de área, lo cual resulta muy laborioso.

Mendoza y Lascano⁸¹ mencionan que otra alternativa para determinar la composición botánica en una pastura es por el método de “rango de peso seco”, el cual se basa en determinar qué especies ocupan el primero, el segundo y el tercer lugar, en términos de peso seco, en marcos colocados en forma aleatoria en la pastura.

⁸⁰ MENDOZA, P y LASCANO, C. Mediciones en la pastura en ensayos de pastoreo. Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas. (sin año). 143-165 p.

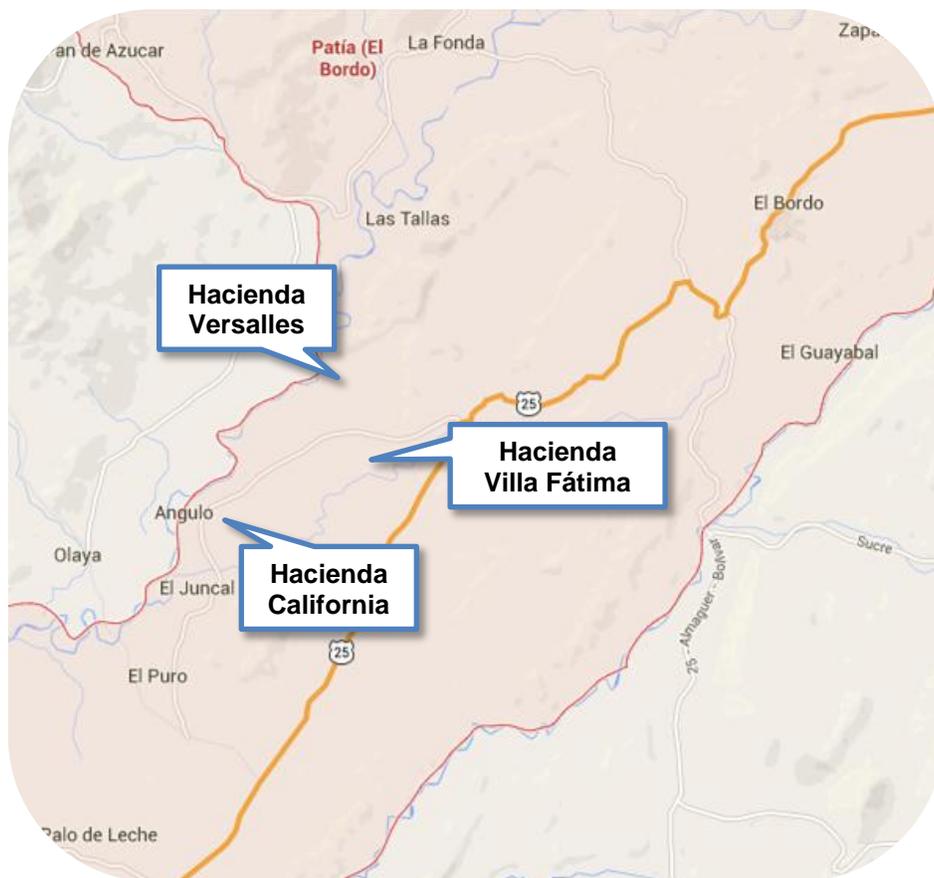
⁸¹ Ibid., p 155.

5 DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 LOCALIZACIÓN

Esta investigación se llevó a cabo en tres fincas ganaderas en el Valle del Patía-Cauca. La finca California (100 Has), ubicada en la vereda Angulo, Municipio de el Patía, finca La Villa de Fátima (152 Has), vereda Angulo, y Hacienda Versalles (300 Has) vereda El Rincón, Departamento del Cauca, zona correspondiente a bs-T, localizadas entre los 2° 06' 51" Latitud Norte y los 76° 58' 59" Longitud Oeste⁸².

Figura 2. Localización del estudio



Fuente: Valle del Patía-Cauca. Copyright. Google Maps., 2015.

⁸² INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Localización fincas en estudio-Valle del Patía-Cauca. [Online], 2015.

5.2 METODOLOGÍA

5.2.1. Toma de muestras. Los forrajes de los árboles estudiados se sometieron a muestreo en dos épocas, la primera temporada de lluvia, durante los meses de diciembre 2.013 y enero 2.014, en la cual se registraron promedios de temperatura ambiental de 29C° y 337 mm de precipitación; la segunda temporada, que se puede catalogar como seca, se desarrolló durante los meses de marzo y abril 2.014, en ella se registraron promedios de temperatura ambiental de 30C° y 128 mm de precipitación. Para cada una de las especies forrajeras a evaluar, se obtuvieron 6 muestras simples con un peso aproximado de 250 g. Cada una de las muestras simples se integró para formar una muestra compuesta de 750 g. El muestreo se realizó a través de simulación de pastoreo, lo cual consiste en tomar aquellas partes de la planta que el animal selecciona durante el pastoreo (Fick *et al*)⁸³. Para este caso, se considera la altura de muestreo entre los 0.10 m a 1.20 m sobre el nivel del suelo. Una vez obtenidas las muestras, éstas se manejaron siguiendo los estándares recomendados por Fick *et al*⁸⁴. El material colectado se acondicionó en bolsas de papel con la identificación respectiva y posteriormente secadas en una estufa de aire forzado a 55°C hasta obtener peso constante. La materia seca obtenida de cada muestra se molió utilizando un molino de martillos con una criba de 2 mm y almacenadas para su análisis posterior.

5.2.2 Análisis proximal y metabolitos secundarios. La determinación del componente nutricional se realizó en el Laboratorio especializado de Nutrición Animal de la Universidad de Nariño, mediante los métodos establecidos por la A.O.A.C (1990), que incluye 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) por medio de bomba calorimétrica, las fracciones de fibra según método de Goering y Van Soest (1970).

Mediante la técnica descrita por Larrahondo⁸⁵, se determinaron metabolitos secundarios en cada una de las especies evaluadas. Consistió en la evaluación cualitativa (por cambio de color) de la presencia de factores como esteroides, alcaloides, fenoles y saponinas.

⁸³ FICK, R., MCDOWELL, R., MILES, H., WILKINSON, N., FUNK, P., CONRAD, H., VALDIVIA, R., Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. Animal Science Department. Universidad de Florida. USA. 1979. p. 80.

⁸⁴ Ibid., p. 85.

⁸⁵ LARRAHONDO, K. Productos naturales: pruebas químicas iniciales en una planta. Guía de estudio del Departamento de Química, Universidad del Valle. 1985. p. 10.

5.2.3 Condiciones climáticas y precipitación. Para la evaluación de estas variables se instalaron pluviómetros artesanales y termómetros con temperaturas máximas y mínimas en cada finca, en cada periodo. Se realizó lecturas diarias para temperatura y precipitación, luego se llevaron al correspondiente registro físico, luego tabulado y finalmente se compiló esta información para las tres fincas.

5.2.4 Comportamiento animal. Se utilizaron cinco animales machos bovinos por tratamiento, pertenecientes a cruces de ganado cebú comercial, con un peso promedio al inicio del experimento de 370 Kg/animal. Cada grupo de animales estuvo en potreros diferentes.

5.2.5 Tratamientos. Se evaluaron cinco tratamientos con cinco especies diferentes en la alimentación animal, el cual consistió en diseñar grupos de animales en dos periodos experimentales y pastoreo convencional vs pastoreo con suplementación con follaje arbóreo de la siguiente manera:

T0 = 100 % Pastoreo en potrero.

T1 = 90% Pastoreo en potrero + 10% Suplementación con Payandé.

T2 = 90% Pastoreo en potrero + 10% Suplementación con Chiminango.

T3 = 90% Pastoreo en potrero + 10% Suplementación con Samán.

T4 = 90% Pastoreo en potrero + 10% Suplementación con Caña fistula.

T5 = 90% Pastoreo en potrero + 10% Suplementación con Guácimo.

La prueba tuvo una fase de acostumbramiento de 20 días en dos periodos, uno en época lluviosa y otra en época seca que corresponden a disponibilidad o escasez de forraje, cada periodo experimental fue de 30 días. Los follajes se suministraron en un sistema de corte y acarreo.

5.2.6 Animales. Para el caso de los hábitos de los bovinos en pastoreo, se utilizaron dos animales por cada tratamiento, aplicando la técnica descrita por Nelson y Furr's (1966)⁸⁶. Esta técnica consiste en observar el número de veces en que los animales consumen alimento o agua, orinan, defecan, rumian o descansan durante las 24 horas al día. Se escogieron animales con características homogéneas. Se requirió identificar a los animales dominantes de cada grupo para eliminarlos, evitando los alfa o los redrojos, considerando que sus hábitos se alteran por su posición social dentro del hato. De acuerdo con las

⁸⁶ NELSON, J. and FUR'S, A., Ethology. Journal of Ethology. 1966.

recomendaciones de Ligout y Porter⁸⁷, se desarrolló durante tres días consecutivos en los dos periodos.

5.2.7 Prueba de cafetería. En la prueba de cafetería se utilizaron dos animales por cada tratamiento, aplicando la técnica descrita por Ligout y Porter⁸⁸. En un sistema de corte y acarreo, los animales tuvieron a su disposición comederos con el material forrajero a evaluar; consiste en observar el número de veces en que los animales visitan el comedero, consumen alimento, el número de bocados y las veces que mastican antes de la deglución durante una hora. Se escogieron animales con características homogéneas, se requirió identificar los animales dominantes de cada grupo para eliminarlos, evitando los alfa o los redrojos, considerando que sus hábitos se alteran por su posición social dentro del hato.

5.2.8 Composición botánica de la pradera. Se determinó la composición botánica de cada potrero durante el inicio y final de cada época en el cual los animales estuvieron pastando, mediante el “método de rango en peso seco”, descrito por Pezo⁸⁹. El registro se realizó mediante fotografías y registros físicos.

5.2.9 Fenología. Se utilizó el método descrito por Fournier (1974) y modificado por Newstrom *et al*⁹⁰. Durante cada periodo de estudio se determinaron aspectos como floración, fructificación, foliación y defoliación. Estos se evaluaron cada semana y mensualmente mediante registro fotográfico y tabulación físico y magnético respectivo.

5.2.10 Dasométrica. Las variables evaluadas fueron (Domínguez, 2010)⁹¹:

5.2.10.1 Altura total. Se tomaron registros del componente arbóreo al final del periodo experimental, las mediciones se hicieron desde la base del tallo hasta la yema terminal.

5.2.10.2 Diámetro de la copa. La medición se realizó al final del periodo experimental con ayuda de cinta métrica.

⁸⁷ LIGOUT, S., PORTER, R., Social discrimination in lambs: the role of indirect familiarization and methods of assessment. *Journal of Animal Behaviour* 65. 2003. p. 1109-1115.

⁸⁸ *Ibid.*, p. 1115.

⁸⁹ PEZO, D. Curso manejo de Pastos. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencias Animal. (sin año). Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/77675316/Composicion-Botanica-determinacion#scribd>.

⁹⁰ NEWSTROM, E., FRANKIE, W and BAKER, G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. *Biotrópica* 26: 141-159.

⁹¹ DOMÍNGUEZ, E. Instrumentos para la medición de variables dasométricas. Central sindical independiente y de funcionarios. España. 2010.

5.2.10.3 Diámetro a la altura del pecho (DAP). El registro de medición de esta variable se realizó a 1.30 m del suelo con cinta métrica.

5.2.11 Materiales y equipos. Se instalaron los equipos de medición en cada una de las fincas, con el fin de llevar el registro diario de pluviosidad y temperatura, factores muy determinantes en el comportamiento fenológico de las especies evaluadas en este estudio.

5.2.12 Variables evaluadas:

5.2.12.1 Ganancia de peso. Se determinó pesando los animales con báscula electrónica, al inicio y al final de las dos épocas del periodo experimental, previo ayuno de 12 horas antes del salir al pastoreo. La ganancia de peso se calculó a través de la diferencia de estos pesos en cada una de las dos épocas evaluadas; la ganancia de peso dividida entre los días de pastoreo permitió obtener la ganancia diaria.

5.2.12.2 Consumo de alimento. Se determinó diariamente, por la diferencia entre la cantidad de alimento ofrecido y la cantidad rechazada de cada tratamiento para cada finca.

5.2.12.3 Análisis parcial de costos. Se obtuvo mediante la relación entre los ingresos y egresos de cada sistema productivo, lo que hace referencia al sistema en pastoreo en potrero más suplementación de los follajes de los arboles evaluados. Con esta información se calculó la relación costo/beneficio, el porcentaje de rentabilidad y la utilidad de cada sistema.

5.3 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

5.3.1 Diseño experimental. Se utilizó el diseño en bloques completos al azar, el cual consistió en diseñar grupos de animales en dos periodos experimentales y pastoreo convencional vs pastoreo más suplementación con follaje arbóreo. Para la determinación del mejor tratamiento se utilizó la prueba de comparación de medias (Duncan). Para algunas variables se utilizó estadística descriptiva. Los datos fueron procesados en el paquete estadístico STHAGRAPHICS.

5.3.2 Modelo matemático. $X_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + E_{ij}$

X_{ij} : variable de respuesta al tratamiento Y repetición j
 μ : media general del experimento
 T_i : efecto del tratamiento i
 β_j : efecto del bloque j
 E_{ij} : error experimental para cada periodo (ij)

5.3.3 Formulación de hipótesis. Con el análisis estadístico se plantean las siguientes hipótesis:

Hipótesis nula. $H_0 = \mu_{t0} = \mu_{t1} = \mu_{t2} = \mu_{t3} = \mu_{t4} = \mu_{t5}$.

La media de los tratamientos es igual. No hay diferencias estadísticas significativas. Cuando se incluye las arbóreas como suplemento.

Hipótesis alterna. $H_a = \mu_{t0} \neq \mu_{t1} \neq \mu_{t2} \neq \mu_{t3} \neq \mu_{t4} \neq \mu_{t5}$.

La media de los tratamientos no es igual. Al menos uno de los tratamientos muestra diferencias estadísticas significativas. Al incluir las arbóreas como suplemento.

6 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LAS ESPECIES CON POTENCIAL FORRAJERO

La investigación se desarrolló a partir del análisis de cinco especies arbóreas; *Pithecellobium lanceolatum* (Payandé), *P. dulce* (Chiminango), *P. saman* (Samán), *Cassia fistula* (Caña fístula) y *Guazuma ulmifolia* (Guácimo), incluidas en la dieta de bovinos de carne.

P. lanceolatum, *P. dulce*, *P. saman* y *Cassia fistula* pertenecen a la familia Leguminosae, que incluye árboles, arbustos, sufrútices y hierbas anuales, todas fijadoras de nitrógeno atmosférico gracias a las bacterias (*Rhizobium sp*) que viven en los nódulos de las raíces, lo que hace que los suelos donde habitan sean más fértiles.

“Muchas de las especies han sido cultivadas como ornamentales, otras como plantas forrajeras y otras por sus semillas o legumbres comestibles o porque de ellas se extraen aceites, tinturas o principios activos medicinales”⁹².

Para Álvarez *et al*⁹³, de la familia Leguminosae, las especies *P. lanceolatum*, *P. dulce* y *P. saman* pertenecen al género *Pithecellobium* y se describen como árboles o arbustos de hojas bipinnadas, inflorescencias de capítulos o espigas, fruto cartáceo o coriáceo, temprana o tardíamente dehiscente, enrollado, márgenes generalmente enteros, mesocarpo grueso o delgado; semillas con testa coriácea o papirácea, siempre con arilo.

De la familia Leguminosae, la especie *C. fistula* pertenece al género *Cassia* que incluye árboles pubescentes con tricomas simples, hojas paripinnadas, inflorescencias laxas, racemosas, bracteadas, fruto péndulo, cilíndrico o subcomprimido, 30–60 cm de largo, las valvas leñosas o crustáceas e indehiscentes, semillas horizontales, sin arilo, y en especies silvestres envueltas por una pulpa fétida (comestible y laxante) o por un disco suberoso (Álvarez *et al*)⁹⁴.

⁹² Disponible en Internet: <http://www.asturnatura.com/familia/leguminosae.html>.

⁹³ ÁLVAREZ, A, ARMENTEROS, I, CORRALES, A, DOMÍNGUEZ, N FERNÁNDEZ, N y GONZÁLEZ QUEVEDO, M. FITOMED. Infomed Red Telemática de Salud en Cuba. 2004.

⁹⁴ *Ibid.*, p. 2.

6.1.1 Materia seca. En la Tabla 1 se observan los resultados para el análisis químico nutricional de las especies evaluadas durante las dos temporadas.

Tabla 1. Resultados de materia seca para cada especie durante las dos épocas de estudio

	Lluvia	Seca
Nombre científico	% MS	% MS
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	44,5	30,9
<i>Pithecellobium dulce</i>	41,4	35
<i>Pithecellobium saman</i>	47,1	36,7
<i>Guazuma ulmifolia</i>	41,9	36,6
<i>Cassia fistula</i>	45,3	47,3

Fueron evidentes las diferencias entre las dos épocas evaluadas; en la época de lluvia se obtuvieron valores superiores a los de la época de seca excepto en *C. fistula* que obtuvo resultados cercanos entre las dos épocas.

García y Medina⁹⁵, cuantificaron la producción de materia seca para las especies de *C. fistula* 44.12%, *P. dulce* 45,65% y *P. saman* 47,73%, resultados que se acercan a los reportados durante la época de lluvias en esta investigación, lo que los lleva a inferir que los autores en mención realizaron estas pruebas en época lluviosa.

Ojeda *et al*⁹⁶, al evaluar la producción de materia seca de las especies *P. lanceolatum*, *P. saman*, *G. ulmifolia*, encontraron que la producción de MS fue de 38,4%, 35,9%, 38,7% respectivamente, estos aportes se acercan a los reportados en nuestra investigación, lo que nos permite sugerir que existen interacciones del ambiente en el desempeño de las especies arbóreas, pues los rangos de producción de MS no se conservan a través de las épocas de evaluación, tal como ocurrió en las especies evaluadas en este trabajo.

Los contenidos de MS del *P. dulce* fue menor para la época seca con relación a las leguminosas estudiadas, además, la concentración de MS disminuyó en la época seca a excepción de la *C. fistula*. Al respecto, García y Medina⁹⁷ mencionan

⁹⁵ GARCÍA, D y MEDINA, M. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. 2006.

⁹⁶ OJEDA *et al.* Selección de especies leñosas por vacunos en silvopastoreo de un bosque semicaducifolio en Venezuela. Archivos de Zootecnia. Vol. 61. Núm. 235. p. 361.

⁹⁷ GARCÍA., Op cit. p. 2

que la biomasa de *P. dulce*, aunque muestra características esencialmente polifenólicas, es un forraje de mejor calidad por presentar un mayor potencial de degradación de la MS y digestibilidad intestinal de la proteína. Al respecto, Giraldo⁹⁸ reportó valores entre 38 y 44% de MS para el *G. ulmifolia*, fungiendo como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. Cabe anotar que esos fueron resultados similares a los encontrados en esta investigación, lo cual puede indicar que la especie disminuye su concentración de humedad en la época seca, concentrando la MS tratando de conservar la homeóstasis con el ambiente.

Orozco⁹⁹ afirma que en Costa Rica, en las zonas con altitudes menores a los 700 metros sobre el nivel del mar (msnm), se han utilizado árboles y arbustos para la alimentación del ganado bovino, y algunas especies se han evaluado nutricionalmente, reportando variaciones en la Materia Seca en contenidos que van desde 25,3% en *Gliricidia sepium*, hasta 37,6% en *G. ulmifolia*, éstos son resultados que están dentro del rango en cualquiera de las dos épocas estudiadas.

Por su parte, Gómez *et al*¹⁰⁰, reportaron contenidos entre 17 y 22% de MS en seis ecotipos de la leguminosa *G. sepium*, estos resultados son inferiores a los encontrados en este trabajo, pues los superan hasta cuatro veces.

6.1.2 Proteína cruda. En la Tabla 2 se observan los resultados para este nutrimento.

Tabla 2. Resultados de proteína cruda para cada especie durante las dos épocas de estudio.

	Lluvia	Seca
Nombre científico	%PC	%PC
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	17,4	22,1
<i>Pithecellobium dulce</i>	18,2	23,3
<i>Pithecellobium saman</i>	21,1	23,5
<i>Cassia fistula</i>	16	13,8
<i>Guazuma ulmifolia</i>	15,2	14,9

⁹⁸ GIRALDO, A. Potencial de la arbórea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. 1999.

⁹⁹ OROZCO BARRANTES, E. manual de bancos forrajeros. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 2014.

¹⁰⁰ GÓMEZ, M., MOLINA, H., MOLINA, J., MURGUEITIO, E. 1990. Producción de biomasa en seis ecotipos de Matarratón (*Gliricidia sepium*). Livestock Research for Rural Development. Vol. 2 No. 2.

En lo referente a la Proteína cruda se anota que *P. lanceolatum*, *P. dulce* y *P. saman* presentaron mayores contenidos en la época seca comparada con la época de lluvias, lo cual indica que en estas especies del Género *Pithecellobium*, la concentración de proteína muestran una estabilidad importante ante las variaciones del ambiente, al aumentar los contenidos de este nutriente, a pesar de la disminución de la pluviosidad de la región. Por otra parte, la concentración de proteína mostró una relación directa con el contenido de materia seca, así pues, se registró un aumento en la concentración de proteína en las muestras con mayor contenido de materia seca.

Pinto¹⁰¹ *et al* reportaron 24% PC para el Género *Pithecellobium*, contenido superiores a los reportados en este trabajo.

En esta evaluación, los forrajes de *C. fistula* y *G. ulmifolia* presentaron los menores contenidos de proteína cruda en las dos épocas; en la leguminosa 16% época de lluvias y 13,8% época seca y 15,2% época de lluvias y 14,9% época seca en la Malvácea. Estas especies disminuyeron su contenido de proteína en la época seca respecto a la lluviosa, resultados que permiten inferir que en estas especies la concentración de proteína no fue estable como en las especies del género *Pithecellobium*, pues los contenidos de PC presentaron una relación directa con la pluviosidad. La concentración de proteína mostró una relación directa con el contenido de materia seca, así pues, se observó una disminución en la concentración de proteína en la época seca, en la que se reporta menor contenido de MS en estas especies.

Benavides¹⁰², en su estudio sobre el follaje de leguminosas leñosas con potencial forrajero en América Central, determinó un contenido PC de 15,6% en *G. ulmifolia*, valor similar al reportado en este trabajo en la misma especie (15,2% en época de lluvias y 14,9% en época seca).

Sosa *et al*¹⁰³ reportaron para *G. ulmifolia*, 19,33% PC; por su parte, Pinto *et al*¹⁰⁴ encontraron 19,44% para este nutriente y Giraldo¹⁰⁵ registró en la misma especie un 17% PC, todos estos resultados son mayores a los hallados en este estudio en

¹⁰¹ PINTO RUIZ, R, HERNANDEZ, D, GÓMEZ, A, QUIROGA, M y PEZO, D. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: Usos y características nutricionales. Universidad y ciencia vol.26 no.1. 2010.

¹⁰² BENAVIDES, J. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. 1995.

¹⁰³ SOSA. Op cit., p. 132.

¹⁰⁴ PINTO. Op cit., p. 27.

¹⁰⁵ GIRALDO., Op cit. p. 2

cualquiera de las dos épocas, lo cual permite inferir que esta especie en la zona de vida evaluada no presentó el mejor desempeño si se compara con los resultados obtenidos en otras condiciones de producción.

García *et al*¹⁰⁶, al caracterizar la composición nutricional del follaje de especies leguminosas de los géneros *Pithecellobium*, *Cassia* y otras no leguminosas como *Guazuma* de la familia Malvaceae, concluyeron que las especies evaluadas presentaron excelente composición química para ser utilizadas como suplemento en la alimentación animal pues encontraron contenidos de proteína cruda de 23.46% ±4.43%, contenidos similares a los reportados en esta investigación, que permite inferir que estas forrajeras evaluadas tienen potencial nutricional para utilizarse como fuente alimenticia en bovinos. La concentración promedio de proteína cruda en el follaje de las especies evaluadas presentó buenos niveles, superando ampliamente el contenido de este nutriente en los pastos de la zona.

Por su parte, Giraldo¹⁰⁷ reportó niveles de 14.7%, 25.0% y 25.8 % de PC en Guácimo (*G. ulmifolia*), *Leucaena* (*L. leucocephala*) y Matarratón (*G. sepium*), respectivamente, los árboles forrajeros de las familias Malvaceae y Fabaceae respectivamente, más difundidos en la agroforestería tropical, similares resultados a los encontrados en esta investigación.

Rodríguez y Roncallo¹⁰⁸ encontraron valores de PC entre 15.8% en *Crescentia cujete* y 25,4% en *L. Leucocephala*, árboles forrajeros presentes en la zona de vida evaluada. Cabe anotar que los mismos autores reportaron un contenido de 17,5% en *G. ulmifolia*, valor superior a los encontrados en esta investigación en cualquiera de las dos etapas evaluadas, resultado que permite inferir que de los forrajes evaluados, esta especie presentó regular adaptación a los cambios ambientales, manifestada en regulares contenidos de PC en la época seca.

Por otra parte, en la publicación realizada por el CATIE¹⁰⁹, en *G. ulmifolia*, encontraron que el contenido de PC que las hojas maduras de esta especie contenían 16.1%, que resulta superior a los encontrados en esta investigación en la época lluviosa. Esto demuestra que las leguminosas forrajeras evaluadas en este trabajo, tienen una calidad nutricional muy buena en términos de PC.

¹⁰⁶ GARCIA, D, MEDINA, M, MORATINOS, O, COVA, L, TORRES, A, SANTOS, O y PERDOMO, D. Caracterización químico-nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado. 2009.

¹⁰⁷ GIRALDO. Op cit., p. 2.

¹⁰⁸ RODRIGUEZ, G y RONCALLO, B. Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena Leucocephala* y *Crescentia cujete*. CORPOICA Ciencia y Tecnología Agropecuaria 14 (1). 2013. p. 77-89.

¹⁰⁹ CATIE, *Guazuma ulmifolia* Lam., Especie de árbol de uso múltiple en América Central. p. 56, Serie técnica, Informe técnico No. 165.

6.1.3 Fibra bruta. En la Tabla 3 se observan los resultados para las especies estudiadas.

Tabla 3. Resultados de fibra bruta para cada especie durante las dos épocas de estudio.

	Lluvia	Seca
Nombre científico	% FC	% FC
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	40,2	57
<i>Pithecellobium dulce</i>	28,3	46,8
<i>Pithecellobium saman</i>	29,9	55,6
<i>Cassia fistula</i>	25	50,7
<i>Guazuma ulmifolia</i>	32,9	53,3

La fibra cruda del análisis proximal está constituida por cantidades variables de celulosa, hemicelulosa y lignina. Respecto a este nutriente, se indica que fue mayor en todas las especies en la época seca. *P. lanceolatum* presentó el mayor contenido de FC en la época de lluvias, con 40,2%, mientras que en la época seca fueron *P. lanceolatum* y *P. saman* los que presentaron los mayores contenidos de FC, con 57% y 55,6%, respectivamente. Para el caso de *P. lanceolatum*, existe una relación inversa con el contenido de MS, pues la concentración de fibra bruta aumenta conforme disminuye la materia seca, lo cual es un indicador del aumento del contenido de carbohidratos fibrosos en la época en la que la temperatura ambiental y la pluviosidad disminuyen.

Hurtado *et al*¹¹⁰ encontraron un contenido de 24,5% de fibra bruta en forraje de la leguminosa *G. sepium*, utilizada en alimentación de cuyes, resultado menor a los encontrados en esta investigación. Por su parte, Martínez *et al*¹¹¹ reportaron contenidos de 12,92% de fibra cruda en las hojas de *G. ulmifolia* y Roman¹¹² 25.77% en las hojas de la misma especie, valores menores a los hallados en esta investigación.

¹¹⁰ HURTADO, D, NOCUA, S, NARVAEZ SOLARTE, W y VARGAS SANCHEZ, J. Valor nutricional de la morera (*Morus sp.*), Matarratón (*Gliricidia sepium*), pasto india (*Panicum maximum*) y arboloco (*Montanoa quadrangularis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). *vet. zootec.* 6(1): 2012. p. 56-65.

¹¹¹ MARTÍNEZ. *Op cit.*, p. 44.

¹¹² ROMAN, L. Evaluación de cinco especies arbóreas nativas como fuente de alimento para rumiantes en trópico seco. 2001., p. 81.

6.1.4 Ceniza. En la Tabla 4 se observan los resultados para las especies estudiadas.

Tabla 4. Resultados de ceniza para cada especie durante las dos épocas de estudio.

	Lluvia	Seca
Nombre científico	% Ceniza	% Ceniza
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	15,1	9,73
<i>Pithecellobium dulce</i>	8,55	5,68
<i>Pithecellobium saman</i>	4,5	4,63
<i>Cassia fistula</i>	6,31	7,33
<i>Guazuma ulmifolia</i>	9,24	8,07

Los contenidos de cenizas en la época de lluvia son variables, se catalogan en bajos con 4,5% en *P. saman*, hasta alto con 15,1% en *P. lanceolatum*, mientras que en la época seca todos se pueden catalogar como bajos, pues no superan el 10%. Para las Cenizas, en la época de lluvia se reportaron mayores contenidos que en la época seca. En las especies *P. lanceolatum* con 15,1% para época de lluvias y 9,73% en la época seca, *P. dulce* con 8,55% para época de lluvias y 5,68% en la época seca y *G. ulmifolia* con 9,24% para época de lluvias y 8,07% en la época seca, fueron las especies que presentaron los valores más altos para las dos épocas estudiadas. Al contrario, *P. saman* y *C. fistula*, que reportaron 4,5% y 6,31% respectivamente en época de lluvia, aumentaron a 4,63% y 7,33% en época seca.

García y Medina¹¹³ encontraron contenidos de 8,9% para *C. fistula*, siendo superior para cualquiera de las épocas obtenido en esta investigación, 6,46% para *P. dulce* que es un resultado que se mantiene dentro del rango reportado en esta investigación, y 5,65% para *P. saman* que es resultado mayor para el registrado en este proyecto en ambas épocas evaluadas.

El contenido de cenizas está muy relacionado con la relación del suelo y la planta, expresado en el contenido de minerales que la planta ha podido incorporar a su estructura. Bajo esta premisa se puede inferir que las especies *P. lanceolatum*, *P. dulce* y *G. ulmifolia* disminuyeron los contenidos de cenizas en la época seca, probablemente en respuesta al cambio de la pluviosidad, que produjo el desplazamiento de los contenidos de minerales a otras partes de la planta.

Estos resultados permiten inferir que *P. lanceolatum*, *P. dulce* y *G. ulmifolia* no tienen estabilidad en el mantenimiento de las concentraciones de minerales pues los contenidos de cenizas presentaron una relación directa con la pluviosidad, a

¹¹³ GARCIA. Op cit. p. 238

medida que disminuyó la lluvia, los contenidos de ceniza disminuyeron. Por el contrario, las especies *P. samán* y *C. fistula* mantuvieron y aumentaron la concentración de cenizas ante la disminución de la pluviosidad.

6.1.5 Extracto Etéreo. En la Tabla 5 se observan los resultados para las especies estudiadas.

Tabla 5. Resultados de Extracto Etéreo para cada especie durante las dos épocas de estudio.

	Lluvia	Seca
Nombre científico	% E.E.	% E.E.
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	5,62	4,08
<i>Pithecellobium dulce</i>	5,62	3,38
<i>Pithecellobium saman</i>	9,72	4,33
<i>Cassia fistula</i>	4,52	4,74
<i>Guazuma ulmifolia</i>	6,37	2,98

El contenido de extracto etéreo de las especies evaluadas fue mayor en la época de lluvias, excepto en la especie *C. fistula*. En la época de lluvia se registraron valores entre 4.52% en *C. fistula*, hasta 9,72% en *P. saman*, este último valor es alto si se compara con los contenidos de extracto etéreo de otros forrajes arbóreos; por ejemplo, Mahecha y Rosales¹¹⁴ reportaron un contenido de extracto etéreo de 2,25% en el arbusto forrajero *Tithonia diversifolia* de la familia Asteraceae. Por su parte, Rodríguez y Roncallo¹¹⁵ encontraron valores entre 2% en *Crescentia cujete* y 4% en *Leucaena leucocephala*. Cabe anotar que los mismos autores reportaron un contenido de 2,7% en *G. ulmifolia*, valor menor al encontrado en esta investigación.

Pérez¹¹⁶ reportó un contenido de 1,42% en *G. ulmifolia*, valor menor al encontrado en esta investigación.

¹¹⁴ MAHECHA, L., ROSALES, M. Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl]. Gray), en la producción animal en el trópico. Livestock Research for Rural Development 17 (9) 2005.

¹¹⁵ RODRIGUEZ. Op cit., p. 81.

¹¹⁶ PÉREZ, H . EVALUACIÓN DE LA HOJA DEL ÁRBOL DE CAULOTE (*Guazuma ulmifolia*) COMO ALIMENTO PARA HUMANOS. 2010. p. 31.

6.1.6 Extracto Libre de Nitrógeno. En la Tabla 6 se observan los resultados para las especies estudiadas.

Tabla 6. Resultados de Extracto Libre de Nitrógeno para cada especie durante las dos épocas de estudio.

	Lluvia	Seca
Nombre científico	% ELN	% ELN
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	21,7	7,11
<i>Pithecellobium dulce</i>	39,3	20,9
<i>Pithecellobium saman</i>	34,8	11,9
<i>Cassia fistula</i>	48,2	23,4
<i>Guazuma ulmifolia</i>	36,3	20,7

En la época de lluvia el valor menor lo reportó *P. lanceolatum*, con 21,7%, y el mayor contenido lo presentó *C. fistula*, con 48,2%. Por su parte, en la época seca se presentaron valores tan bajos como 7,11% en *P. lanceolatum* y el mayor en esta época fue *C. fistula*, con 23,4%. Estos resultados indican que en la época de lluvias los forrajes evaluados tuvieron una mayor proporción de carbohidratos solubles que de carbohidratos estructurales, observación que se corrobora con la fenología de las especies en evaluación.

Hurtado *et al*¹¹⁷ encontraron un contenido de 31.3% de ELN en el forraje de la leguminosa *Gliricidia sepium* utilizada en alimentación de cuyes, resultado que relaciona con los reportados en los forrajes de la época de lluvia. Por su parte, Fonollá *et al*¹¹⁸ reportaron contenidos de 44,74% en *Acacia salicina* y 51,78% en *R. pseudoacacia*, resultados superiores a los encontrados en las especies arbóreas evaluadas en este ensayo.

Considerando que dentro del concepto de Extracto Libre de Nitrógeno se agrupan principalmente los carbohidratos digeribles, vitaminas y demás compuestos orgánicos solubles no nitrogenados, los contenidos de este nutriente fueron en todos los casos mayores en la época de lluvia que en la época seca, lo cual permite inferir que los forrajes estudiados disminuyeron la concentración nutricional disponible en la época seca. En los resultados encontrados en esta investigación se puede encontrar que el ELN, es decir los valores de los componentes solubles y que se correlacionan positivamente con el valor

¹¹⁷ HURTADO. Op cit., p. 58.

¹¹⁸ FONOLLÁ, J., SILVA, J., BOZA, J. Valoración nutritiva de Acacia salicina y Robinia pseudoacacia en ganado caprino. Programa de lucha contra la desertificación del Mediterraneo. Ministerio de Agricultura de España. 1998.

nutricional de los forrajes, son hasta el doble en la época de lluvia respecto a la época seca, sobre todo las especies *P. dulce* y *C. fistula*.

6.1.7 Energía bruta. En la Tabla 7 se observan los resultados para las especies estudiadas.

Tabla 7. Resultados de Energía bruta para cada especie durante las dos épocas de estudio.

Nombre científico	Lluvia	Seca
	EB (Kcal/100g)	EB (Kcal/100g)
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	459	462
<i>Pithecellobium dulce</i>	487	478
<i>Pithecellobium saman</i>	523	504
<i>Cassia fistula</i>	490	475
<i>Guazuma ulmifolia</i>	464	457

Los resultados encontrados para Energía Bruta fueron mayores en la época de lluvia; todas las especies disminuyeron su contenido de EB en la época seca, excepto *P. lanceolatum*. En las dos épocas la mayor concentración energética la obtuvo *P. saman* en lluvia y en seca, y la menor concentración energética se encontró en *P. lanceolatum* en lluvia y *G. ulmifolia* en seca. Esto indica una relación inversa con el contenido de materia seca en cada periodo, es decir, conforme las condiciones ambientales relacionadas con la pluviosidad disminuyen, la energía conserva ese patrón. Para Pinto *et al*¹¹⁹, éste es un indicador de la relación directa entre el aporte energético de cada forraje y su contenido de MS. El mismo autor señala que los contenidos de EB varían dentro del rango entre 4,022 Kcal/100g y 5.924 Kcal/100g establecido para forrajes tropicales.

Alvear y Melo¹²⁰ reportan valores de energía de 4,78 Mcal EB/KgMS, 5,28 Mcal EB/KgMS, 4,70 Mcal EB/KgMS y 4,98 Mcal EB/KgMS para *P. dulce*, *S. saman*, *G. ulmifolia* y *C. fistula* respectivamente, estos valores comparados con esta investigación están dentro de los rangos establecidos para este tipo de ambientes.

¹¹⁹ PINTO. Op cit., p. 47.

¹²⁰ ALVEAR CAICEDO, C y MELO MELO, W. Caracterización botánica, nutricional y fenológica de especies arbóreas y arbustivas de uso potencial para sistemas silvopastoriles (SSP) en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca. Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Zootecnista. Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 2012. 122 p.

Por su parte, Palma *et al*, citado por Cardozo¹²¹, reportan un contenido de EB para la *G. sepium* de 2,24 Mcal/Kg EM. Estrada reporta un valor de 2 Mcal/Kg EM y Benavides reporta 2,23 Mcal/Kg EM para la misma especie, valores inferiores a esta investigación, con un 2,76 Mcal/Kg EM en promedio para las dos épocas.

Para Roman¹²², el contenido energético para *L. leucocephala* reportó un valor de 2,84 Mcal/Kg EM de MS, mientras que para Estupiñán¹²³ para la *C. ensiformis* muestra un valor energético de 2,20 Mcal/Kg EM de MS para los 105 días edad de corte. Para Mahecha y Rosales¹²⁴ en el follaje de *T. diversifolia* el contenido de energía para esta especie fue de 16,5 MJ/Kg EB de MS mientras que el promedio en esta investigación fue de 13,04 MJ/Kg EB de MS.

Finalmente se observa en los resultados de esta investigación que los contenidos energéticos de estas especies para la época seca son menores que los contenidos energéticos de la época lluviosa, esto se puede atribuir a que a mayor estado de maduración de la planta menor será su contenido de energía. Según Wattiaux y Howard¹²⁵, el contenido de energía en un forraje maduro es menor que el contenido de energía de un forraje inmaduro, así, requiere más concentrado en las raciones basadas en forrajes maduros. Para Medina *et al*¹²⁶, la mayor concentración de carbohidratos solubles totales provenientes de las estacas más grandes, de mayor tamaño y menor cantidad de yemas, quizás sugiere que el estatus energético del follaje se encuentra relacionado positivamente con el desarrollo morfo-estructural de las ramas.

¹²¹ CARDOZO VARGAS, J. El Matarratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de rumiantes. Monografía para obtener el grado de especialización. Bogotá D.C. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Especialización Nutrición Animal Sostenible. 2013. p. 24.

¹²² ROMAN MIRANDA, L. Evaluación de cinco especies arbóreas nativas como fuente de alimento para rumiantes en el trópico seco. Tesis para obtener el título de Doctora en Ciencias Pecuarias. Colima, Colima. México. 2001. p. 56.

¹²³ ESTUPIÑAN. Op cit., p. 225.

¹²⁴ MAHECHA., Op cit. p. 7.

¹²⁵ WATTIAUX, Y., y HOWARD, W. Alimentación de concentrados. Esenciales lecheras-Nutrición y alimentación. Universidad de Wilsconsin-Madison. 2003. 25-28 p.

¹²⁶ MEDINA, M, *et al*. Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. Zootecnia Tropical. Instituto Nacional de Investigación Agrícolas Venezuela. ISSN: 0798-7269. Vol. 27. Núm., 2. 2009. 121-134 p.

6.2 FRACCIONES DE FIBRA

6.2.1 Fibra Detergente Ácido y Fibra Detergente Neutro. En la Tabla 8 se observan los resultados para las especies estudiadas.

Tabla 8. Resultados de FDA y FDN para cada especie durante las dos épocas de estudio.

Nombre científico	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
	% FDN	% FDN	% FDA	% FDA
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	55,2	53,6	39,5	39,1
<i>Pithecellobium dulce</i>	49,3	40,4	31,3	29,7
<i>Pithecellobium saman</i>	51,8	52,1	34,9	38,3
<i>Cassia fistula</i>	33,8	38,1	24,2	30
<i>Guazuma ulmifolia</i>	58,4	56,8	26,3	39,5

En la temporada de lluvia, la FDN de la *G. ulmifolia* fue superior a las otras especies evaluadas, a este valor le siguen las especies del género *Pithecellobium* (entre 49,3% y 55,2%) y el valor más bajo en esta temporada se encontró en *C. fistula* (33,8%). Al respecto, García et al.¹²⁷ encontraron en *P. dulce* y *P. saman* valores de FDN de 43.31% y 39.47% respectivamente, resultados que para *P. dulce* se mantiene dentro del rango, pero para *P. saman* se aleja de los obtenidos en esta investigación, mientras que los valores de FDA para las mismas especies fueron de 22,71%, resultado que para cualquiera de las dos épocas no se asemeja a los registrados en esta investigación, y 26,45% para *P. saman* se sigue manteniendo muy lejos de los reportados durante las dos épocas. Por otra parte, García D. y Medina M.¹²⁸, quienes encontraron 24.10% de FDA para *C. fistula*, que es un resultado similar al reportado durante la época de lluvias de esta investigación, y un FDN de 40,48% que, al contrario de FDA, no se asemeja al reportado en esta investigación. Los mismos autores registran un valor de 22,71% para FDA y 43,35% de FDN para *P. dulce*, resultados que, al compararlos, se obtiene que para FDA se alejan de los obtenidos en esta investigación y para FDN se acerca al reportado durante la época seca de este proyecto.

Para *P. saman* los mismos autores reportan FDA 26,45% y FDN 39,47%, resultados muy alejados a los registrados en la presente investigación.

¹²⁷ GARCÍA, D. et al., Composición química, factores antinutricionales potenciales y valor nutritivo de dos especies del género *Pithecellobium* (2006) p. 182

¹²⁸ Ibid., p. 3.

De acuerdo con Van Soest¹²⁹, los forrajes son las partes vegetativas de las plantas gramíneas o leguminosas que contienen una alta proporción de fibra, más de 30% de fibra neutro detergente. Respecto a este nutriente, los alimentos evaluados cumplen con esta premisa, pues en las dos épocas presentaron FDN entre 33,8% y 58,4% en temporada de lluvia y 38,1% y 56,8% en época seca.

Hess y Domínguez¹³⁰ encontraron un contenido de FDN de 41,9%, en *Trichantera gigantea*, resultado inferior para las especies *P. lanceolatum*, *P. saman* y *G. ulmifolia* para las dos épocas, pero mayor para la *C. fistula* en las dos épocas y mayor para la época seca para la especie *P. dulce*. Esto demuestra que estas forrajeras tienen una calidad nutricional buena en términos de FDN en la época de lluvias, que se mantiene en niveles regulares en la época seca. Por su parte, según Keim¹³¹, el nivel recomendado de FDN oscila entre 25 y 33 %, con estos contenidos se estimulará la masticación y la producción de saliva, lo que a su vez ayudará a tamponear el rumen y promover el crecimiento de los microbios ruminales, de la ración. Sin embargo, todos los niveles de FDA encontrados en esta investigación son iguales o superiores a los ideales.

Para la FDA, las especies *P. lanceolatum* y *P. dulce* disminuyeron su contenido desde la época de lluvias a la época seca (de 39,5% a 39,1% en la primera especie y de 31,3% a 29,7% en la segunda). Las especies *P. saman*, *C. fistula* y *G. ulmifolia* presentaron un patrón diferente a las anteriores, pues su contenido de FDA aumentó, entre 3 y 13 puntos porcentuales, en la época de seca. Fue así como *P. saman* pasó de 34,9% a 38,3%, *C. fistula* aumentó de 24,2% a 30% y *G. ulmifolia* reportó 26,3% en época de lluvias y 39,5% en época seca.

Por lo general, cuanto mayor sea el contenido de FDA de un forraje, menor será su digestibilidad. Pero esto no siempre es así ya que la digestibilidad de la pared celular dependerá del grado de lignificación de la misma. De tal forma que su digestibilidad estará determinada por la cantidad de FDA y de LDA que posea. A mayor fibra en detergente ácido y a mayor lignina, menor será la digestibilidad del material. De esta manera se puede explicar la correlación estadística existente entre el contenido de FDA y la digestibilidad.

¹²⁹ VAN SOEST, P. Evaluación de forrajes y calidad de los alimentos para Rumiantes. 1994.

¹³⁰ HESS. Op cit., p. 8.

¹³¹ KEIM, J. Fibra en la dieta de vacas lecheras a pastoreo. Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. 2013.

6.2.2 Celulosa, hemicelulosa y lignina. En la Tabla 9 se observan los resultados para las especies estudiadas.

Tabla 9. Resultados de celulosa, hemicelulosa y lignina para cada especie durante las dos épocas de estudio.

Nombre científico	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
	% CELULOSA	% CELULOSA	% HEMICELULOSA	% HEMICELULOSA	% LIGNINA	% LIGNINA
<i>P. lanceolatum</i>	23	26,1	15,8	14,6	10,3	12,2
<i>P. dulce</i>	18,7	19,5	18	10,7	11,4	10,2
<i>P. saman</i>	20,9	25	16,9	13,8	12,5	13,3
<i>C. fistula</i>	14,7	18,1	9,62	8,13	7,78	12,1
<i>G. ulmifolia</i>	14,8	22,9	32,1	17,4	10,1	16,4

La celulosa en la época de lluvia fluctuó entre 14,7% en *C. fistula* y 23% en *P. lanceolatum*, mientras que en la época seca aumentó ostensiblemente en todas las especies, fluctuando entre 18,1% de *C. fistula* y 26,1% de *P. lanceolatum*. Cabe anotar que la especie *G. ulmifolia* presentó casi 7 puntos de incremento en el contenido de celulosa en la época seca.

Por su parte, Ojeda *et al*¹³² reportaron un contenido de celulosa para el *P. lanceolatum* de 22,1%, valor muy cercano a lo reportado en esta investigación para la época lluviosa, con 23%; para el *G. ulmifolia* reportaron un contenido de 21,2%, el cual se aproxima mucho a lo obtenido en esta investigación, con 22,9% para la época seca, mientras que para el *P. saman* reportaron un contenido de celulosa de 23,7%, valor muy cercano a la época seca, con 25% para esta investigación.

García *et al*¹³³ encontraron un contenido de celulosa para *P. dulce* de 9.92%, valor muy por debajo a lo obtenido en esta investigación para las dos épocas evaluadas.

García *et al*¹³⁴ en otra de sus investigaciones encontraron contenidos de celulosa para el *C. fistula* de 7,13%, dato que está muy bajo a lo obtenido en esta investigación, con 14,7% para época lluviosa y 18,1% para la época seca.

¹³² OJEDA, A., OBISPO, N., CANELONES, C y MUÑOZ, D. Selección de especies leñosas por vacunos en silvo-pastoreo de un bosque semicaducifolio en Venezuela. Archivos de Zootecnia. Vol. 61, número. 235, 2012. p. 361.

¹³³ GARCÍA, D., MEDINA, M., DOMÍNGUEZ, A., BALDIZÁN, A y SOCA, M. Composición química, factores antinutricionales potenciales y valor nutritivo de dos especies del género *Pithecellobium*. Pastos y forrajes, Vol. 29, N° 2. 2006. p. 182.

Cecconello *et al*¹³⁵ reportaron para el *P. saman* un contenido de celulosa de 15,97%, valor cercano a lo encontrado en esta investigación para la época de lluvias, con 20,9% en zonas de vida similares.

La hemicelulosa en la época de lluvia fluctuó entre 9,62% en *C. fistula* y 32% en *G. ulmifolia*, mientras que en la época seca presentó disminución, pues las especies presentaron contenidos de este nutrimento en un rango entre 8,13% y 17,4%, exponiendo una relación directa entre el contenido de hemicelulosa y la pluviosidad. Cabe anotar que la especie *G. ulmifolia* disminuyó más de 14 puntos en el contenido de celulosa en la época seca.

García *et al*¹³⁶ reportaron un contenido de hemicelulosa de 20,64% para el *P. dulce* valor ligeramente superior a lo encontrado en esta investigación, con 18% para la época lluviosa; mientras que para la *C. fistula* encontraron unos contenidos de hemicelulosa de 16,38%, valor muy por encima de lo reportado durante las dos épocas evaluadas, con 9,62% y 8,13% para las épocas lluviosa y seca, respectivamente.

García *et al*¹³⁷, en otra de sus investigaciones, encontraron un contenido de hemicelulosa para el *P. dulce* de 21,05%, valor más alto con relación a las dos épocas evaluadas en este trabajo, con 18% y 10,7% época lluviosa y seca, respectivamente. Así mismo encontraron un contenido de hemicelulosa de 13,25% para el *P. saman*, valor que se asemeja con la época seca, con 13,8% para este trabajo.

Por su parte, Cecconello *et al*¹³⁸ reportaron para el *P. saman* en época seca un contenido de hemicelulosa de 7,86%, valor muy por debajo a los encontrados en esta investigación, siendo la época seca el valor más cercano, con 13,8% de este nutrimento.

¹³⁴ GARCÍA, D., MEDINA, M., HUMBRÍA, C., DOMÍNGUEZ, A., BALDIZÁN, A., COVA, L y SOCA, M. Composición proximal, niveles de metabolitos secundarios y valor nutritivo del follaje de algunos árboles forrajeros tropicales. Archivos de Zootecnia. Vol. 55. Número 212, 2006. p. 377.

¹³⁵ CECCONELLO, G., BENEZRA, M y OBISPO, N. Composición química y degradabilidad ruminal de los frutos de algunas especies forrajeras de un bosque seco tropical. Zootecnia Tropical. Vol. 21. Número. 2, 2003. p. 149-165.

¹³⁶ GARCÍA, D *et al*. Composición proximal, niveles de metabolitos secundarios y valor nutritivo del follaje de algunos árboles forrajeros tropicales. Op cit., p. 377.

¹³⁷ GARCÍA, D *et al*. Composición química, factores antinutricionales potenciales y valor nutritivo de dos especies del género *Pithecellobium*. Op cit., p. 182.

¹³⁸ CECCONELLO. Op cit., p. 149-165.

La lignina en la época de lluvia fluctuó entre 7,78% en *C. fistula* y 12,5% en *P. saman*, mientras que en la época seca fluctuó entre 10,2% en *P. dulce* y 16,4 % en *G. ulmifolia*. Las especies *P. lanceolatum*, *P. saman*, *C. fistula* y *G. ulmifolia* aumentaron los contenidos durante la época seca, al contrario, *P. dulce* disminuyó el contenido de este nutriente en la época seca.

Para el caso de la lignina, Ojeda *et al*¹³⁹ reportaron unos contenidos de 14,3% valor cercano a lo encontrado en esta investigación para la época seca, con 16,4% para la especie *G. ulmifolia*. En el caso del *P. saman*, encontraron un contenido de 17,4% de lignina frente a 12,5% y 13,3% para las épocas lluviosa y seca, durante esta investigación, siendo superior en las dos épocas. Finalmente, para el *P. lanceolatum* reportaron un contenido de lignina de 12,8%, valor similar al encontrado en esta investigación, con 12,2% para la época seca. Esta similitud se puede deber a que las dos investigaciones se realizaron en zonas de vida similares.

García *et al*¹⁴⁰ obtuvieron para el *P. dulce* un contenido de lignina de 9,91%, valor cercano para la época seca, con 10,2% en esta investigación, y bajo con relación a la época lluviosa, con 11,4%. Para el *C. fistula* reportaron un contenido de 10,30%, valor cercano a lo encontrado en esta investigación para la época seca, con 12,2%, pero este valor es superior, con 7,78% para la época lluviosa.

Cecconello *et al*¹⁴¹ para el *P. saman* encontraron un contenido de 7,97% de lignina para la época seca, este valor es bajo para las dos épocas evaluadas en este trabajo, siendo 12,5% y 13,3% para la época lluviosa y seca.

¹³⁹ OJEDA. Op cit., p. 361.

¹⁴⁰ GARCÍA, D *et al*. Composición proximal, niveles de metabolitos secundarios y valor nutritivo del follaje de algunos árboles forrajeros tropicales. Op cit., p. 377.

¹⁴¹ CECCONELLO. Op cit., p. 149-165.

6.3 ANÁLISIS DE METABOLITOS SECUNDARIOS

Para la lectura de las pruebas realizadas, se tomó en cuenta el siguiente cuadro para la interpretación de los datos:

NEGATIVO	-
BAJO	+
MODERADO	++
ABUNDANTE	+++

En la Tabla 10 se presenta la valoración cualitativa de los metabolitos secundarios presentes en las arbustivas y arbóreas analizadas. Los resultados obtenidos muestran que las especies analizadas, en general, demostraron ausencia de saponinas, variable contenido de compuestos fenólicos, moderado contenido de esteroides y nula presencia de alcaloides.

En el caso de las saponinas, fue negativa, excepto para el *P. lanceolatum*. Aregheore, citado por Carmona¹⁴², indica que las saponinas tienen un característico sabor amargo, que además de su efecto irritante a nivel de boca y garganta, le confieren una baja palatabilidad, lo cual redundaría en un bajo consumo de alimento; concepto que en esta investigación no tuvo tal efecto, ya que dicha especie fue la segunda en obtener un alto consumo y ganancia de peso. Estos resultados permiten afirmar que, probablemente, un bajo contenido de saponinas no deprime la palatabilidad de la dieta y, por lo tanto, no interfiere negativamente en los parámetros evaluados.

Por su parte, la determinación del contenido de fenoles, mostró que todas las especies en estudio presentaron niveles de moderado a abundante, excepto *G. ulmifolia*, la cual exhibió bajos niveles en las dos épocas en las que fue valorada. Sin embargo, esta especie presentó diferencias estadísticamente significativas con una baja ganancia de peso para la época seca, resultados que concuerdan con un deprimido consumo voluntario.

Álvarez¹⁴³ afirma que *G. ulmifolia* contiene taninos condensados, los cuales producen una sensación de astringencia y amargor, por lo tanto, se puede inferir que este tipo de compuestos pueden ser los responsables de un bajo consumo y su consecuente reducida ganancia de peso.

¹⁴² CARMONA. Op cit., p. 46.

¹⁴³ ÁLVAREZ, J. Tanino: la revolución enológica. Mito o Realidad. Revista Enología N° 2. Año IV. 2007. p. 4.

No obstante, Pérez, *et al*¹⁴⁴ mencionan que *G. ulmifolia* posee características funcionales para la inclusión en sistemas ganaderos de zonas secas al ser una leñosa de hojas con gran área foliar, forraje suave, succulento y con bajos niveles de taninos condensados.

P. lanceolatum, *P. dulce* y *P. saman* contienen niveles moderados de fenoles. Sin embargo, estas especies presentaron mejores resultados en el consumo voluntario y la ganancia de peso; pues aunque la concentración de este tipo de metabolito sea moderadamente alta, su inclusión dentro de la dieta no superó el 10% de la MS, y por lo tanto, no pudieron haber estado por encima de los niveles reportados por Otero e Hidalgo¹⁴⁵ (6-10% de la MS), quienes señalan que altas concentraciones, además de deprimir el consumo y la palatabilidad, también reducen la digestibilidad y por consiguiente, afectan negativamente el desempeño productivo de los animales.

La *C. fistula*, a diferencia de *P. lanceolatum*, *P. dulce* y *P. saman*, fue la única especie que presentó fenoles en niveles de moderado a abundante, y los reflejó en un bajo consumo voluntario. De acuerdo a lo mencionado por Carmona¹⁴⁶, estos compuestos revisten una gran importancia en las leguminosas forrajeras del trópico, no sólo por su diversidad y concentración, sino también por sus múltiples efectos en la dinámica digestiva de los animales.

Pérez, *et al*¹⁴⁷ mencionan que la presencia de fenoles totales (FT), polifenoles totales (TPP), saponinas, taninos hidrosolubles (TH) y alcaloides, presentan probada acción en un desequilibrio de nutrientes o la presencia de toxinas en la dieta puede limitar la preferencia de forrajes o dar una sensación de saciedad a los animales. Es así como el bajo consumo e incremento de peso de *G. ulmifolia* pudo estar relacionado con dichos efectos en el animal, por cuanto el fenol presente puede ser un tanino condensado, con capacidad de formar complejos tanino-proteína, los cuales causan trastornos nutricionales y toxicológicos, al reducir el apetito y la tasa de fermentación, provocar un efecto de llenado sobre el rumen, reducir la digestión de la fibra y del nitrógeno (Otero e Hidalgo)¹⁴⁸.

¹⁴⁴ PÉREZ, A, IBRAHIM, N, VILLANUEVA, C, SKARPE, C y GUERIN, H. Rasgos funcionales que determinan la calidad nutricional y preferencia de leñosas forrajeras en sistemas de alimentación ganadera en zonas secas. Sistemas silvopastoris, o camino para a economía verde na pecuária mundial. VII Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroforestais para a Producao pecuária Sustentável. (sin año). p. 189.

¹⁴⁵ OTERO, M e HIDALGO, L. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parásitos gastrointestinales (una revisión). *Livestock Research for Rural Development*. 16 (2). 2004.

¹⁴⁶ CARMONA. Op cit., p. 44.

¹⁴⁷ PÉREZ. Op cit., p. 188.

¹⁴⁸ OTERO. Op cit., p. 25.

Los resultados muestran que los niveles de esteroides fueron bajos y moderados para el *P. lanceolatum*, *P. dulce* y *G. ulmifolia*, respectivamente. Según Palou *et al*¹⁴⁹, los esteroides inhiben la absorción intestinal de colesterol, tanto procedente de la dieta como colesterol endógeno recircundante procedente de la bilis, que puede ser parcialmente reabsorbido en el intestino. Lo que permite inferir, para el caso de *G. ulmifolia*, que fue lo que afectó en mayor medida el consumo de esta especie durante las dos épocas.

CIPAV, citado por Cardozo¹⁵⁰, realizaron un estudio fitoquímico de tres árboles forrajeros: Guamo (*Inga spectabilis*), Nacedero (*Trichantera gigantea*) y Matarratón (*Gliricidia sepium*) que obtuvieron resultados negativos para alcaloides en las tres especies y las saponinas resultaron bajas en sus contenido. El mismo autor menciona que la *G. sepium* contiene taninos condensados, los cuales pueden tener efectos positivos en la digestibilidad de la proteína, los carbohidratos y la fibra del alimento, de igual forma para esta especie no se encontró alcaloides, resultados similares a lo reportado en esta investigación para todas las especies durante las dos épocas.

Al contrastar estos resultados con lo obtenidos en el análisis cuantitativo realizado por García *et al*¹⁵¹, quienes encontraron para las especies *C. fistula*, *P. dulce* y *P. saman* unas cantidades de 3,10%: 2,96% y 2,53% para fenoles totales, respectivamente, valores que según Otero e Hidalgo¹³⁷, niveles de moderado a baja concentración (2-4% de la MS), su efecto es beneficioso ya que previene infecciones y aumenta la distribución de nitrógeno no amoniaco y de los aminoácidos esenciales desde el rumen. Los resultados obtenidos en esta investigación no concuerdan, puesto que revelan niveles de modelado a alto para todas las especies es estudio, sin embargo el consumo para *P. dulce* y *P. saman* fue bueno durante el ensayo.

Para el caso de las saponinas, estos autores en su análisis cuantitativo reportan valores de 1,35%, 1,78% y 3,85% para *C. fistula*, *P. dulce* y *P. saman*, respectivamente, valores moderadamente altos a los reportados en esta investigación, resultó negativo para la mayoría de las especies estudiadas, a excepción del *P. lanceolatum* para la época lluviosa, que mostró un nivel bajo. Para los alcaloides reportan valores de 0,30%, 0,05% y 0,16 % para las mismas especies respectivamente, valores moderadamente bajos a los presentados en esta investigación, ya que para este metabolito secundario resultó negativo para

¹⁴⁹ PALOU OLIVER, A, PICÓ SEGURA, C, BONET PIÑA, M, OLIVER VARA, P, SERRA VICH, F, RODRÍGUEZ GUERRERO, A y RIBOT RIUTORT, J. El libro blanco de los esteroides vegetal. El libro blanco de los esteroides vegetales en alimentación. 2ª Edición. España. 2005. p. 81.

¹⁵⁰ CARDOZO. Op cit., p. 15.

¹⁵¹ GARCÍA. Composición proximal., Op cit, p. 376

todas las especies, lo que nos permite inferir que el análisis cualitativo realizado en este estudio no permite determinar con claridad la cantidad de metabolitos existentes en las muestras estudiadas.

Tabla 10. Análisis de metabolitos secundarios de especies con potencial silvopastoril en la zona de bosque seco tropical (bs-T)

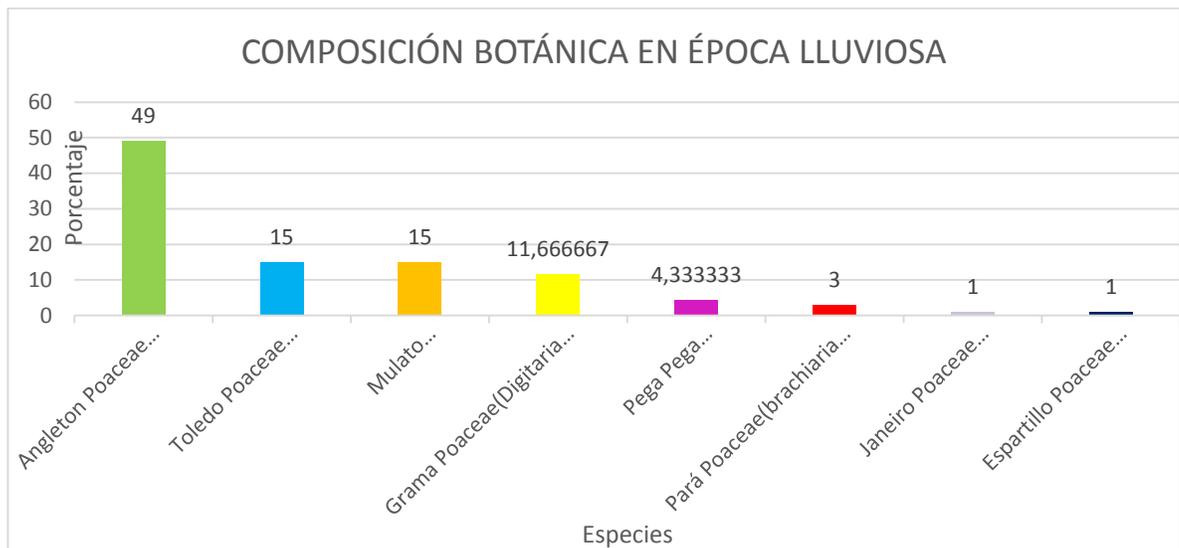
Análisis de Metabolitos de especies trabajadas en el estudio													
MUESTRA	EPOCA	SAPONINAS			FENOLES			ESTEROLES			ALCALOIDES		
		Espuma	Rosenthaler (Vainillina - HCL)	Antrona	Cloruro Férrico	Gelatina- Sal	Acetato de Plomo	Liebermann Burchard	Rosenheim	Salkowski	Dragendorff	Wagner	Mayer
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Lluviosa	+	-	+	+++	+	+	++	-	-	-	-	-
	Seca	-	-	-	+	+	++	++	-	+	-	-	-
<i>Pithecellobium dulce</i>	Lluviosa	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-
	Seca	-	-	-	++	+	++	++	-	+	-	-	-
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Lluviosa	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	Seca	-	-	-	+	+	+	++	-	++	-	-	-
<i>Pithecellobium saman</i>	Lluviosa	-	-	+	+++	+	+	++	-	-	-	-	-
	Seca	-	-	-	++	+	++	+++	-	-	-	-	-
<i>Cassia fistula</i>	Lluviosa	-	-	-	+++	++	++	++	-	-	-	-	-
	Seca	-	-	-	+++	++	+	++	-	-	-	-	-

6.4 COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE LAS PRADERAS

Con el objetivo de determinar la composición botánica de las praderas nativas utilizadas para la prueba, se evaluaron seis praderas en donde permanecieron los bovinos durante los 30 días de la época lluviosa y 30 días época seca de ensayo, para evaluar los incrementos de peso de cada bovino, su conversión alimenticia y la etología. En total se registraron 10 especies vegetales, pertenecientes al grupo de las gramíneas, arbustivas leguminosas y herbáceas. Las especies encontradas fueron el pasto Ángleton (*Dichanthium aristatum*) 49%, Toledo (*Brachiaria brizantha*) y Mulato (*Brachiaria hybrida*) en igual proporción de 15%, Grama natural (*Digitaria sanguinalis*) 11,7%, seguido por la fabácea Pega Pega (*Desmodium adscendens*) con 4.3%, Pará (*Brachiaria mutica*) con 3% y en menor proporción la poácea Janeiro (*Eriochloa polystachya*) y el Espartillo (*Sporobolus indicus*) con un 1%.

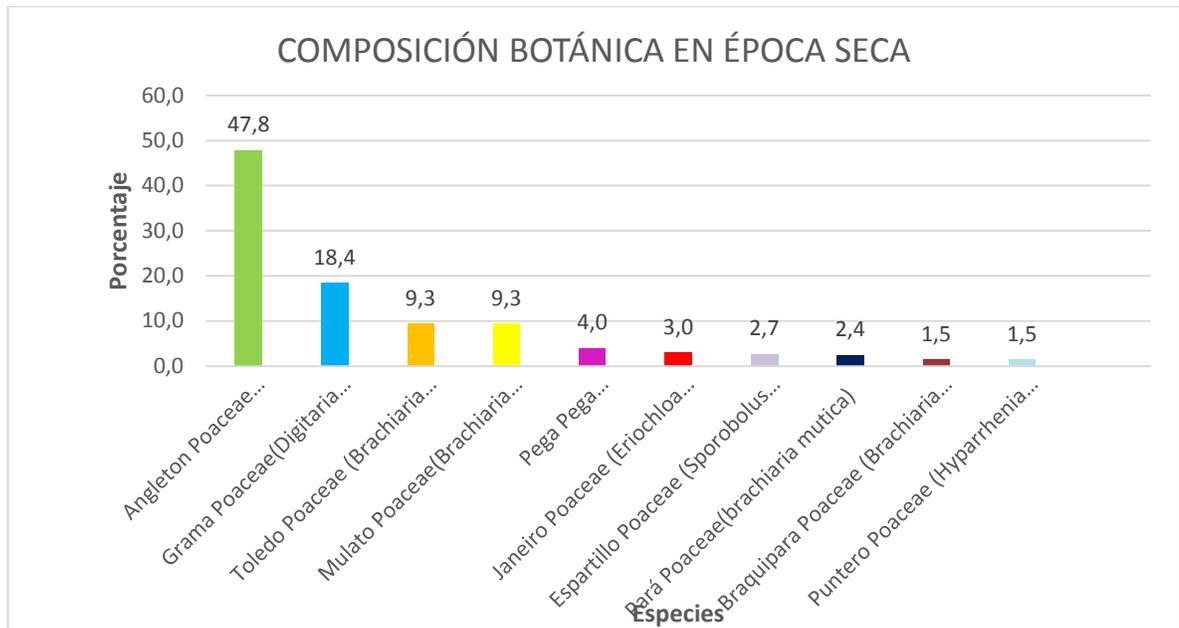
En las Figuras 3, 4, 5 y 6 se indica la presencia de las especies vegetales en estudio y las arvenses durante las dos épocas

Figura 3. Presencia de especies vegetales en época de lluvias.



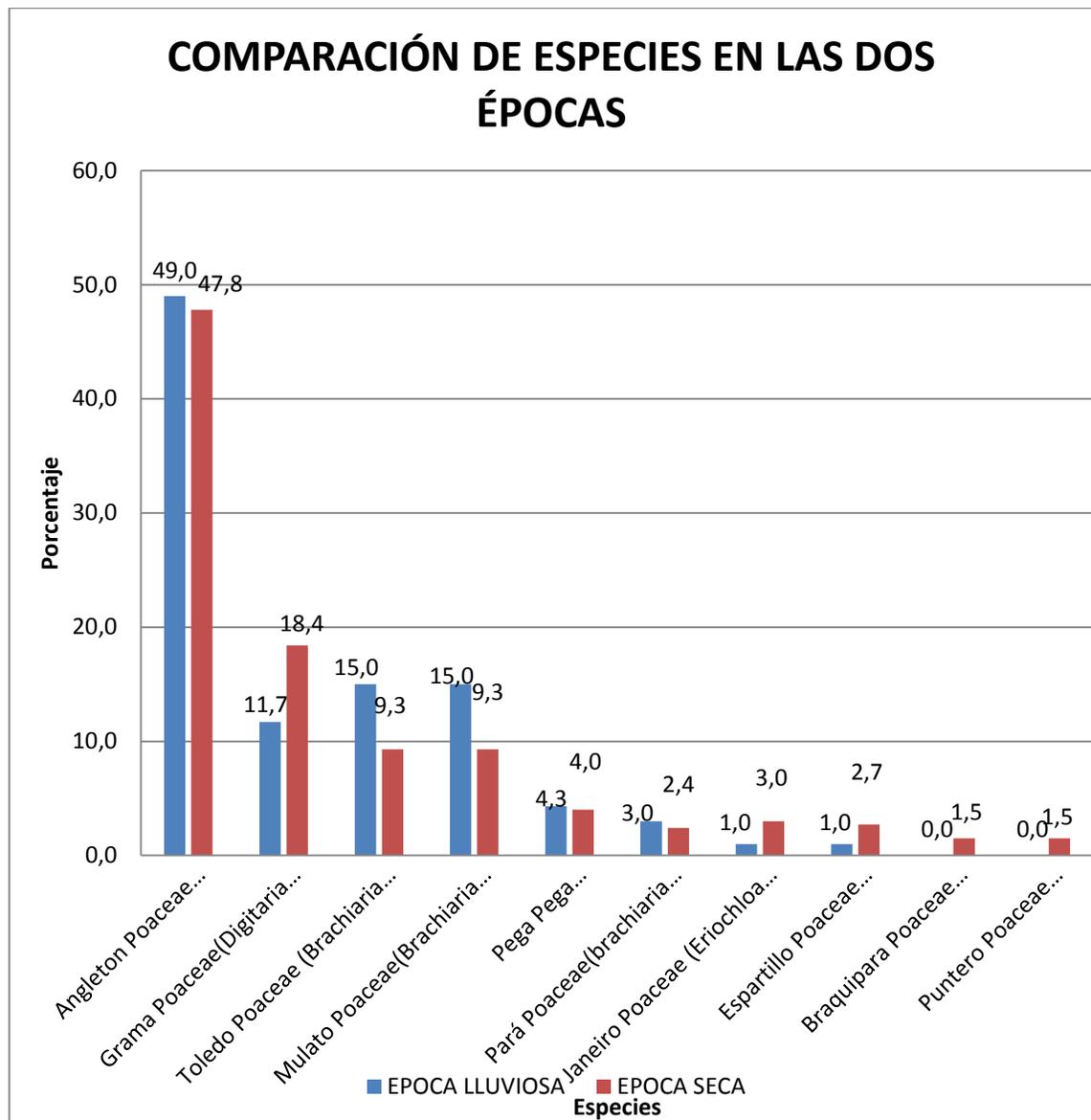
Durante la época de lluvia se observó que la especie con mayor densidad de población en los potreros fue la gramínea Ángleton (*Dichanthium aristatum*), luego la gramínea Toledo (*Brachiaria brizantha*) y la gramínea Mulato (*Brachiaria hybrida*) en igual proporción, seguidas de Grama natural (*Digitaria sanguinalis*), después la leguminosa Pega Pega (*Desmodium adscendens*), el pasto Pará (*Brachiaria mutica*), y finalmente Janeiro (*Eriochloa polystachya*) y Espartillo (*Sporobolus indicus*).

Figura 4. Presencia de especies vegetales en época seca.



Durante esta época se observó que la gramínea Ángleton (*Dichanthium aristatum*) con 47,8% predominó sobre las demás especies presentes en los potreros, siendo el primero en la escala de producción, en segundo lugar se encontró la grama natural (*Digitaria sanguinalis*) con 18,4%, el tercer lugar lo ocupaba las gramíneas Toledo (*Brachiaria brizantha*) 9.3%, y Mulato (*Brachiaria hibrida*) 9.3%, el cuarto lugar lo ocupa la leguminosa Pega Pega (*Desmodium adscendens*) con 4% seguido de las especies Janeiro (*Eriochloa polystachya*) 3%, espartillo (*Sporobolus indicus*) 2.7% en proporción muy similar, la gramínea Pará (*Brachiaria mutica*) 2,4% ocupó el séptimo lugar en la escala, y presentando menor número de individuos por área se encuentra las gramíneas puntero (*Hyparrhenia rufa*) y la gramínea Braquipará (*Brachiaria plantaginea*) en último lugar de producción.

Figura 5. Presencia de especies vegetales y comparación entre las dos épocas.



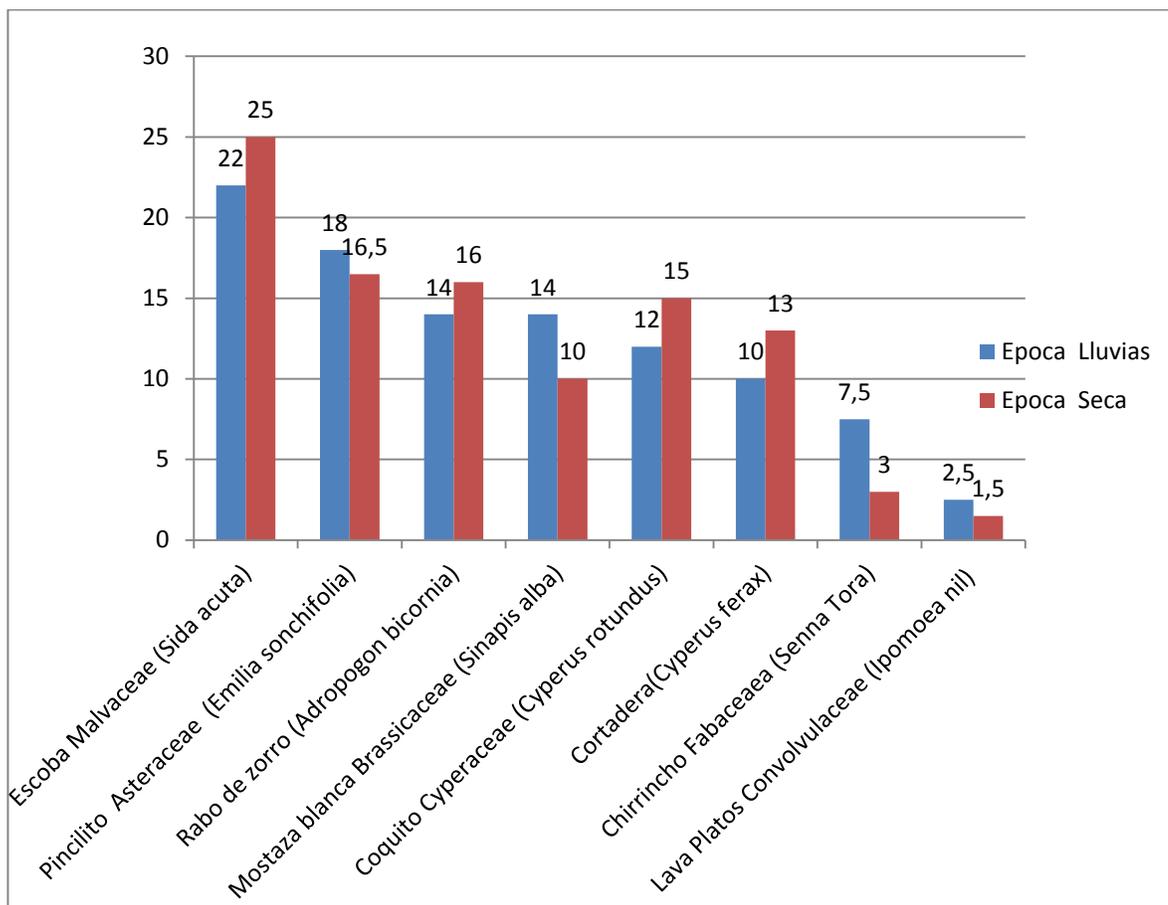
La comparación de la predominancia de especies vegetales en los potreros entre las dos épocas indica que la especie predominante fue el pasto Ángleton (*Dichanthium aristatum*), aunque en la época seca disminuyó levemente su incidencia y este mismo patrón fue seguido por las especies Toledo (*Brachiaria brizantha*) y Mulato (*Brachiaria híbrida*), la cual es una especie resistente a las altas precipitaciones y períodos secos cortos, además el Pega Pega (*Desmodium adscendens*) y Pará (*Brachiaria mutica*).

Las especies Janeiro (*Eriochloa polystachya*), Espartillo (*Sporobolus indicus*), Braquipará (*Brachiaria plantaginea*) y Puntero (*Hyparrhenia rufa*) aumentaron su densidad durante la época seca, probablemente porque las especies se adaptaron mejor a las condiciones ambientales de la época. Caso diferente ocurre con la especie Grama natural (*Digitaria sanguinalis*) que mantuvo su densidad durante las dos épocas. Lo que explicaría este comportamiento es que esta especie es resistente a cualquiera de las épocas presentes en la zona, el ser una especie nativa le confiere resistencia por su rusticidad, y a diferencia de las otras especies foráneas, no ha tenido que adaptarse.

Es necesario anotar que en los potreros predomina la vegetación herbácea, de origen natural, que constituye un bioma extenso en el que se ha desplazado el bosque, probablemente por la poca cantidad de agua disponible.

La prevalencia de las especies, a pesar del cambio producido por variaciones en la precipitación, temperatura ambiental y humedad, se debe principalmente a la adaptación de las especies.

Figura 6. Presencia de arvenses durante las dos épocas.



Entre las arvenses se encuentra como la más predominante la especie Escoba, familia Malvaceae (*Sida acuta*), que demostró una buena adaptación a cualquiera de las épocas de la zona, aumentando su participación de 22% en la época lluviosa a 25% durante la época seca, caso similar ocurre con las especie Rabo de zorro (*Adropogon bicornia*) con un nivel de presencia de 14% para la primera época y subiendo a 16% en la época seca, Coquito de la familia Cyperaceae (*Cyperus rotundus*) pasó de un nivel de incidencia del 12% en la época lluviosa a 15% durante la época seca y la especie Cortadera (*Cyperus ferax*) tuvo un nivel de cobertura de 10% en la época lluviosa y 13% en la época seca.

Por su parte, el Pincilito (*Emilia sonchifolia*), de la familia Asteraceae, disminuyó su presencia, reportando 18% en la primera época y 16,5% en la segunda época de prueba.

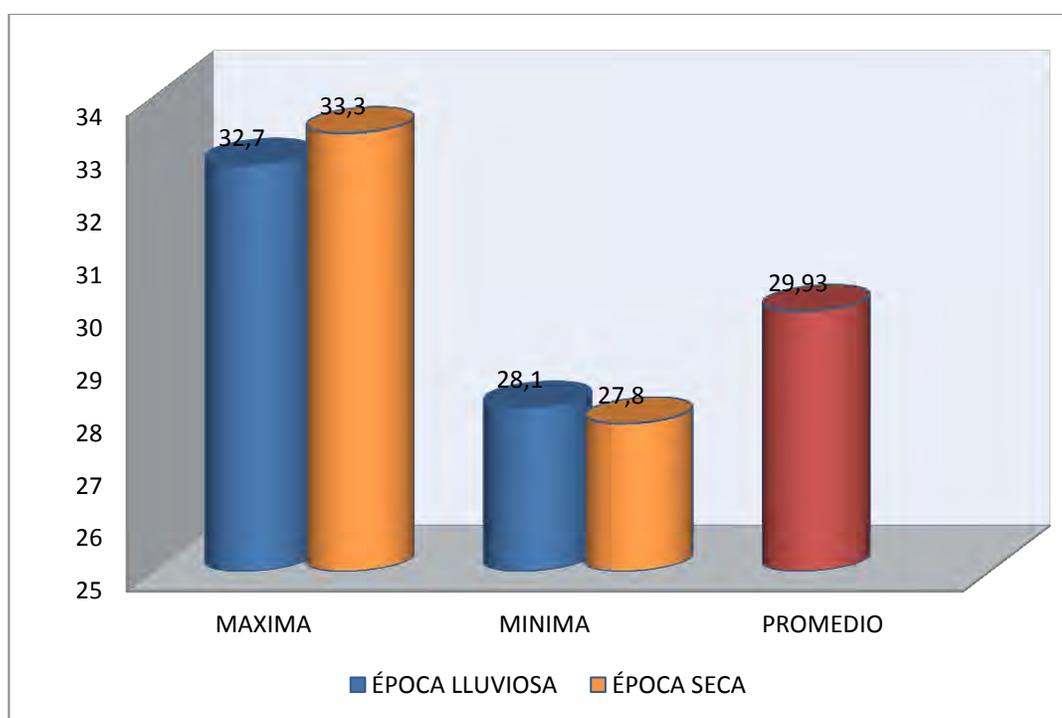
La especie Mostaza blanca (*Sinapis alba*) de la familia Brassicaceae, tuvo un descenso en su cobertura, pasando de 14% durante la época lluviosa a 10% durante la época seca. La especie Chirrincho pasó de 7,5% en la primera época a

3% en la época seca y este mismo patrón lo repitió la especie Lava platos (*Ipomoea nil*), de la familia Convolvulaceae, con 2,5% durante la época lluviosa y 1,5% durante la época seca.

6.5 CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE EL ENSAYO

6.5.1 Temperatura. En la Figura 7, se indica que la temperatura promedio durante el periodo experimental fue de 29,93°C, pues la temperatura máxima para la época 1 (lluviosa) fue de 32,7°C y la temperatura mínima para esta época fue de 28,1°C, para el caso de la temperatura máxima para la época 2 (seca) fue de 33,3°C y la temperatura mínima para esta época fue de 27,8°C.

Figura 7. Temperaturas durante el periodo experimental.



Alvear y Melo¹⁵² reportaron valores inferiores a los encontrados en esta investigación en cuanto a las temperaturas mínimas y máximas, siendo 29,82°C y 21,45°C para la época lluviosa y época seca para los mismos meses, respectivamente. Estos aumentos leves de temperatura pueden deberse a que durante la etapa experimental, según reporten del IDEAM¹⁵³, se presentarían

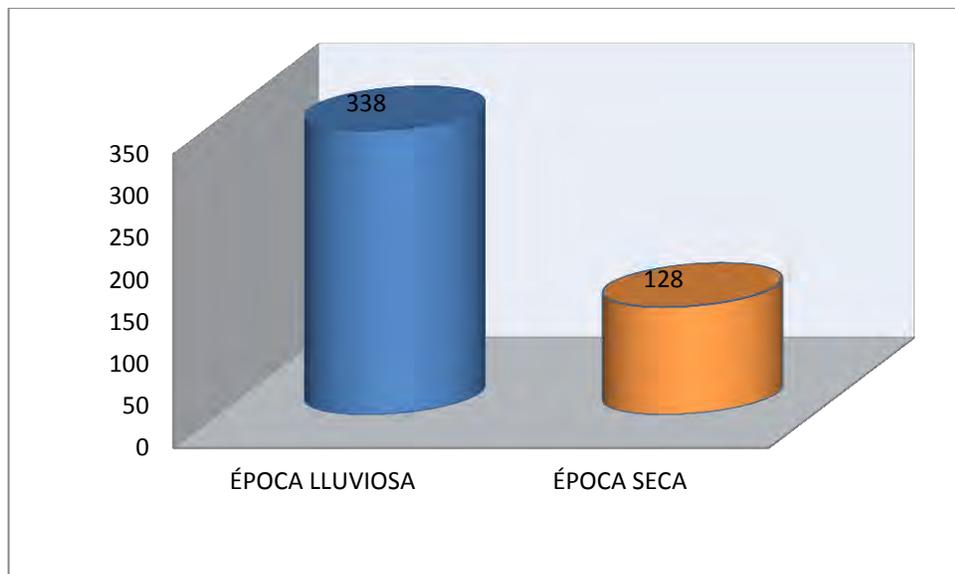
¹⁵² ALVEAR. Op cit. p., 102.

¹⁵³ IDEAM. Boletín informativo sobre el monitoreo de los fenómenos de variabilidad climática “el niño” y “la niña”. Boletín N° 63, 64, 66 y 67. 2014. p. 2.

aumentos en la temperatura promedio normal de la región debido a la aparición del Fenómeno del Niño.

6.5.2 Precipitación. Para el caso de la precipitación, Figura 8, la época de mayor pluviosidad fue comprendida para esta investigación entre los meses de diciembre 2.013-enero 2.014 con una precipitación promedio de 338 mm. Para la época seca, comprendida para esta investigación entre los meses de marzo-abril 2.014, se tuvo una precipitación promedio de 128 mm. Estos valores están por encima de los reportados por el IDEAM en años anteriores, lo cual se puede atribuir a la presentación del Fenómeno del Niño durante el desarrollo de este trabajo. (Figura 8).

Figura 8. Precipitaciones durante el periodo experimental.



6.6 VARIABLES FENOLOGICAS

En la Figura 9, se observa el comportamiento fenológico durante el periodo experimental, de acuerdo al tiempo en que se suplementaron los animales con estas especies. Se detalla que existe una baja variación visible de estos procesos vitales que se midieron en las diferentes arbóreas, los cuales fueron foliación, defoliación, fructificación y floración.

En cuanto a la aparición y prevalencia de nuevas hojas, se manifiesta en la totalidad de las especies en estudio, sin que presentaran defoliación en condiciones extremas de lluvias o sequía prolongada.

Figura 9. Comportamiento fenológico de especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero en una zona de bosque seco tropical (bs-T).

ESPECIE	CARACTERÍSTICA FENOLÓGICA	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR
PAYANDÉ	Hojas	■				
	Flor		■	■		
	Fruto		■	■		
	Defoliación					
CHIMINANGO	Hojas	■				
	Flor			■	■	
	Fruto			■	■	
	Defoliación					
GUÁCIMO	Hojas	■				
	Flor	■	■	■	■	■
	Fruto	■	■	■	■	■
	Defoliación			■	■	
SAMÁN	Hojas	■				
	Flor		■	■		
	Fruto			■	■	■
	Defoliación			■	■	
CAÑA FISTULA	Hojas	■				
	Flor	■	■	■	■	
	Fruto			■	■	■
	Defoliación					

Para el caso de la foliación, se observó que durante los meses de diciembre 2.013 y abril 2.014 todas las especies estudiadas presentaron este proceso de forma normal. En los mismos meses, Payandé (*P. lanceolatum*), Chiminango (*P. dulce*) y Caña fístula (*C. fistula*) no presentaron defoliación, al contrario de Guácimo (*G. ulmifolia*) y Samán (*S. saman*) perdieron hojas entre los meses de febrero y marzo.

Para el caso de la floración, se presentó de manera más extensa en guácimo durante todo el periodo experimental, para la Caña fístula se presentó desde diciembre 2.013 a marzo 2.014, mientras que para el Payandé y Samán fue entre enero y febrero, para el Chiminango de febrero a marzo, tal como lo reportaron Alvear y Melo¹⁵⁴.

¹⁵⁴ ALVEAR. Op cit., p. 76.

Para la fructificación de estas especies, la de Guácimo fue durante todo el periodo, Samán y Caña fístula fue entre febrero a abril, Payandé entre enero y febrero, y para el Chiminango entre febrero y marzo.

Alvear y Melo¹⁵⁵ midieron estas variables con las mismas especies, encontrando similares resultados a esta investigación en cuanto al guácimo para la producción de hoja, flor y fruto.

También se observó que entre los meses de febrero y marzo se presentó la caída de hojas de manera más significativa. Cabe aclarar que durante toda la etapa experimental se presentó este fenómeno, pero en menor intensidad, pues en el inicio del periodo seco esta caída y daño de hojas se puede atribuir a una defoliación natural que tiene estas especies.

Para el caso del Samán, se observó de igual forma una defoliación entre los mismos meses de febrero y marzo 2014. Según Skolmen¹⁵⁶, este árbol recupera sus hojas poco después de la defoliación normal, sin que esto represente un estrés por un largo periodo.

Según Flórez¹⁵⁷, para el samán el fruto es la vaina, que inicia su desarrollo inmediatamente después de la polinización y finaliza su crecimiento durante la época de lluvias y su maduración en la época seca, observando de esta manera resultados similares a los reportados en esta investigación.

De acuerdo al comportamiento fenológico de todas las especies estudiadas respecto a la producción de hojas y fruto, durante la época seca las especies *S. saman* y *C. fistula* presentaron una buena producción en este proceso, lo que se refleja en una alternativa adicional para la alimentación de los animales en estas zonas donde se presentan periodos de sequía mayores a 3-4 meses, evitando de esta manera la pérdida de peso en los animales y pérdidas económicas.

6.6.1 Características observadas directas en campo: Dentro del desarrollo de este estudio se encontraron otros usos que los pobladores hacen de ellas, mencionando algunos aspectos a continuación;

- Samán (*Pithecellobium saman*): es un árbol muy común en la zona de estudio ya que se utiliza mucho por su gran tamaño para dar sombra y generar microclimas en las fincas y en los potreros para protección de los animales,

¹⁵⁵ Ibid., p 103.

¹⁵⁶ SKOLMEN, R. *Pithecellobium saman* (Jacq). Benth. Mokey-pod. Department of Agriculture, Forest Service. 1990. p. 507-510.

¹⁵⁷ FLOREZ, E. *Samanea saman*. (Jacq). Merr. Manual de semillas de árboles tropicales. Costa Rica. (sin año). p. 686.

también se sitúa en los corredores biológicos. Su fruto se utiliza mucho para la fabricación de harina para el consumo de los animales durante época de escasez de alimento, aportando proteína y fibra de excelente calidad.

- Caña fistula (***Cassia fistula***): es una especie muy abundante en el valle del Patía y su madera se utiliza para postes, cercos vivos y por su tamaño como sombra. También se utiliza como medicamento para el control de parásitos internos en los animales, al igual que sus frutos, una vez maduran y caen al piso, los animales los consumen de excelente manera por su sabor agradable, aportando carbohidratos solubles en su dieta.
- Payandé (***Pithecellobium lanceolatum***): esta especie es abundante en la zona de estudio y con buena producción de biomasa comestible para los animales, ubicado en bosques y potreros en forma de árboles dispersos, generando microclimas que ayudan a mejorar la termorregulación de los animales, especialmente en las épocas de sequía. Es un árbol que soporta moderadamente el ramoneo facilitando así la auto-cosecha de sus hojas y frutos por parte de los animales.
- Chiminango (***Pithecellobium dulce***): se considera una especie altamente invasora, al igual que el payandé, llegando a formar densos bosques capaz de generar muy buenos índices en la cantidad de biomasa producida por unidad de área, también sus ramas son utilizadas como postes para la división de potreros.
- Guácimo (***Guazuma ulmifolia***): este árbol es de igual forma muy abundante en el valle del Patía, su excelente madera es muy utilizada como leña y se utiliza como cerca viva en combinación con otras especies, por su buen tamaño aporta buena sombra a los animales durante la época seca.

6.7 VARIABLES DASOMETRICAS

6.7.1 Altura del árbol. Los resultados se pueden visualizar en la Tabla 11. La altura alcanzada por las especies estudiadas durante este periodo experimental mantiene un promedio similar. Según Malleux¹⁵⁸, la altura total del árbol tiene una relación directa al diámetro de la copa, lo que se ve reflejado en una mayor disponibilidad de sombra para los animales durante los días secos, donde el tiempo de exposición solar es mayor, facilitando así la termorregulación de los animales.

¹⁵⁸ MALLEUX, J. Estudio de la relación D.A.P con el diámetro de la copa en un bosque húmedo subtropical. Facultad de Ciencias Forestales-CEDINFOR. Revista Forestal del Perú. Vol. 4 (1-2): 1-5. (sin año).

Tabla 11. Altura de las diferentes especies estudiadas en una zona de bosque seco tropical (bs-T).

Especie	Muestra	Altura (m)	Promedio
Payandé	1	12	12,67
	2	12	
	3	14	
Chiminango	1	10	13,33
	2	15	
	3	15	
Guácimo	1	10	8,67
	2	9	
	3	7	
Samán	1	12	14,33
	2	15	
	3	16	
Caña fístula	1	10	10,33
	2	11	
	3	10	

Para el caso del Guácimo, Zapata¹⁵⁹ reportó un promedio de 7,6 m de altura lo cual es inferior a lo reportado en esta investigación, este resultado inferior puede atribuirse a la composición química del suelo, ya que en las condiciones realizadas en esta investigación el pH del suelo está en 5,4, mientras que en el trabajo de Zapata reporta un pH promedio de 6,2, lo que conlleva a un mejor crecimiento, de acuerdo a las adaptaciones que estos árboles tienen frente a las condiciones climáticas de la zona. En este sentido, Esquivel *et al*¹⁶⁰ encontraron una altura promedio para el guácimo de 10,8 m que se encuentra dentro del promedio de esta investigación.

Según Pérez *et al*¹⁶¹, el Chiminango presenta una altura de 7,4 a 14,5 m, valor que es muy similar al encontrado en esta investigación y ratificando que los ganaderos

¹⁵⁹ ZAPATA, P. Efecto del guácimo (*Guazuma ulmifolia*), carao (*Cassia grandis*) y roble (*Tabebuia rosea*) sobre la productividad primaria neta aérea y composición florística de pasturas naturales en Muy Muy y Matiguas, Nicaragua. Tesis Maestría. CATIE. 2010. p. 58.

¹⁶⁰ ESQUIVEL, H, IBRAHIM, M, HARVEY, C, BENJAMIN, T y SINCLAIR, T. Árboles dispersos en los potreros de ranchos ganaderos en un eco-sistema de trópico seco. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14. 2011. p. 933-941.

¹⁶¹ PÉREZ, J, AVILES, F, ALBARRÁN, B, ROJAS, S, y ORTEGA, C. Identificación, usos y medición de leguminosas arbóreas forrajeras en ranchos ganaderos del sur del estado de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14. 2011. p. 739-748.

prefieren estas especies para la protección de la radiación solar bajo su copa. Serrano *et al*¹⁶² encontraron, en un estudio realizado en el Trópico seco de Tolima, una altura promedio para el *Pithecellobium dulce* de 16,6 m, valor superior al promedio descrito en este trabajo para esta especie, pero muy similar a lo reportado para el payandé (*Pithecellobium lanceolatum*); siendo del mismo género, se observa que su comportamiento es similar a la otra especie estudiada.

Para el caso de la *C. fistula*, Vega¹⁶³, en un estudio en Bolivia acerca de las oportunidades y la identificación de especies para diseñar recomendaciones en sistemas agroforestales de fincas cercanas, reportó para el género *Cassia sp* una altura promedio de 16 m, esta altura es superior a la reportada al promedio en esta investigación. Esto se debe a que por manejo de los ganaderos, no permiten que estos árboles crezcan en los potreros para su fácil manejo y control. Mientras que Chow y Cruz¹⁶⁴ reportaron en su estudio en Nicaragua que el 27% de las especies estudiadas están en el rango de 8-12 m de altura, valor que es muy similar a los resultados en esta investigación.

Esquivel *et al*¹⁶⁵ encontraron para el Samán una altura promedio en Costa Rica de 14,2 m, valor similar a esta investigación, notándose así que la mayoría de los ganaderos mantienen muy poca cobertura arbórea dentro de los potreros debido al establecimiento de pasturas en monocultivos y sosteniendo un bajo porcentaje de árboles dispersos por unidad de área.

6.7.2 Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). En la Tabla 12 se reportan los resultados de DAP, se encontraron diferencias muy marcadas entre las especies en estudio, siendo el Samán el de mayor DAP con 129 cm en promedio y el de menor DAP fue para el guácimo con 33 cm. Garzón y Delgado¹⁶⁶ los categorizan en arboles maduros a viejos y una baja tasa de regeneración natural, lo que posiblemente sea el resultado de algunas prácticas de manejo, como el control de arvenses. De igual manera, este autor señala que esta situación es característica en sistemas ganaderos tropicales de tierras bajas.

¹⁶² SERRANO, J, ANDRADE, H y MORA, J. Caracterización de la cobertura arbórea en una pastura del trópico seco en Tolima, Colombia. *Agronomía Mesoamericana* 25 (I). 2014. p. 99-110.

¹⁶³ VEGA, M. Planificación agroforestal participativa para el enriquecimiento de fincas categorizadas organizadas con especies leñosas perennes útiles. Tesis Maestría. CATIE. Alto Beni. Bolivia. 2005. p. 105.

¹⁶⁴ CHOW, F y CRUZ, J. Caracterización florística, estructural y silvocultural del arbolado urbano en nuevas vías principales del Municipio de Managua. Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. 2009. p. 25.

¹⁶⁵ ESQUIVEL. Op cit., p. 938.

¹⁶⁶ GARZÓN, E y DELGADO, J. Análisis multicriterio del estado de las pasturas de la hacienda ganadera GARCIA abajo en Corinto (Cauca-Colombia). *Rev. Vet. Zoot.* 6 I (I). 2014. p. 64-82.

Tabla 12. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de las diferentes especies estudiadas en una zona de bosque seco tropical (bs-T).

Especie	Muestra	DAP (cm)	Promedio (cm)
Payandé	1	44	41
	2	41	
	3	39	
Chiminango	1	70	71
	2	86	
	3	56	
Guácimo	1	47	33
	2	47	
	3	61	
Samán	1	93	129
	2	167	
	3	128	
Caña Fistula	1	93	89
	2	118	
	3	55	

El uso múltiple de las especies leñosas constituye una condición ideal de la presencia arbórea en las pasturas en densidades adecuadas, representando una opción ideal desde el punto de vista del bienestar animal y una fuente de bienes adicionales para el ganadero (Serrano *et al*)¹⁶⁷.

Garzón y Delgado¹⁶⁸ reportaron un DAP para el Samán entre 67 y 147 cm, valores que están dentro del promedio de esta investigación. Esquivel *et al*¹⁶⁹ encontraron un DAP de 57,5 cm para esta variable, valor muy por debajo a lo encontrado en estas dos investigaciones, lo que indica que probablemente era un árbol más joven. En este sentido, el mismo autor señala que aunque la cobertura arbórea sea baja en un potrero, posiblemente haya una influencia positiva de los potreros más arbolados sobre la producción de biomasa y la menor incidencia de arvenses.

¹⁶⁷ SERRANO. Op cit., p. 102.

¹⁶⁸ GARZÓN. Op cit., p. 78.

¹⁶⁹ ESQUIVEL. Op cit., p. 938.

Pérez *et al*¹⁷⁰ encontraron un DAP para el Chiminango entre 44 a 70 cm, mientras que Garzón y Delgado¹⁷¹ reportaron entre 25 a 71 cm de DAP y Serrano *et al*¹⁷² indicaron un valor promedio para esta variable de menos de 60 cm, indicador de muchos individuos pequeños, probablemente jóvenes. Los valores reportados por estos autores, corroboran los obtenidos en esta investigación, permitiendo inferir que estas especies no tienen un manejo que conlleve a la implementación de sistemas de alimentación alternativos para la suplementación de los animales, reposición de nutrientes al suelo por medio de la hojarasca y brindar mayor confort a los animales con áreas de sombra y descanso permanentes.

En cuanto al *P. lanceolatum*, se encontró un DAP de 41 cm en promedio, a pesar que es el mismo género del Chiminango, presentó un valor por debajo de éste, siendo que este tipo de árbol forma un tronco vertical y ramificaciones en la parte superior de la yema, demostrándolo así Malleux¹⁷³ que matemáticamente existe una estrecha correlación entre DAP con el Diámetro de copa, lo que indica un factor limitante en el desarrollo de ésta en los estratos menores, y una mayor libertad de crecimiento en los estratos superiores.

Para el Guácimo, Zapata¹⁷⁴ indicó un DAP promedio de 35 cm, mientras que Serrano *et al*¹⁷⁵, reportaron un DAP de 34,7 cm, estos resultados son similares a los encontrados en esta investigación, siendo de 33 cm DAP durante el periodo experimental. Por su parte, Esquivel *et al*¹⁷⁶ encontraron un DAP de 58,9 cm, valor muy superior al encontrado en esta investigación, lo que permite inferir que los árboles evaluados por estos autores son más viejos que los presentados en este trabajo.

Velasco *et al*¹⁷⁷ encontraron un DAP de 66 cm para *Cassia grandis*, especie del mismo género que la Caña fístula estudiada en este trabajo, que reporta de 89 cm

¹⁷⁰ PÉREZ. Op cit., p. 743.

¹⁷¹ GARZÓN. Op cit., p. 78.

¹⁷² SERRANO. Op cit., p. 102.

¹⁷³ MALLEUX. Op cit., p. 3.

¹⁷⁴ ZAPATA. Op cit., p. 38.

¹⁷⁵ SERRANO. Op cit., p. 102.

¹⁷⁶ ESQUIVEL. Op cit., p. 938.

¹⁷⁷ VELASCO, M, PEREZ GROVAS, R, GONZALEZ, V, HERNANDEZ, A, SALVADOR, M y MARTINEZ, J. Etnobotánica, fenología y producción de nainas en arboles de *Cassia grandis* l.f. del centro de Chiapas. Artículo Científico. Rev. Fitotec. Méx. Vol. 22 (4). 2010. p. 333-341.

DAP siendo un valor inferior al encontrado. Ernani¹⁷⁸ reportó un DAP hasta 100 cm para el mismo caso de *Cassia grandis*, este valor está por encima de los resultados de las dos investigaciones. Chow *et al*¹⁷⁹ reportaron en un estudio en Nicaragua que el 9% de las especies estudiadas están en el rango mayor de 40 cm de DAP, valor que está muy por debajo a los resultados de esta investigación

6.7.3 Diámetro de la copa. Los resultados se resumen en la Tabla 13, siendo el Samán la especie que presentó mayor Diámetro de Copa con 15,23 m y el de menor fue el Guácimo con 5,44 m. Esquivel *et al*¹⁸⁰ señalaron que para un árbol de Samán de 14,2 m de altura tiene una área de copa promedio de 303 m²/árbol y para el guácimo con una altura de 10,8 m tiene una área de copa de 141,6 m²/árbol, lo que significa que este tipo de árboles proveen de mayor área para el alcance de los animales que se refugian en ellos.

El guácimo tiene una altura por debajo del promedio de las especies estudiadas, presentó un diámetro de copa de 5,44 m, siendo menor.

Chiminango, Payandé y Caña fístula presentaron buenos diámetros de copa, de acuerdo a Vega¹⁸¹; quien señaló un diámetro de copa para *Cassia grandis* de 7,4 m. Ernani¹⁸² reportó para esta variable 8 m, mientras que Velasco *et al*¹⁸³ señalaron un diámetro del copa para esta especie de 13 m, valor muy superior a los reportados por estos investigadores y la presente investigación. Chow *et al*¹⁸⁴, para la *Cassia fistula*, señalaron que el 23% de las especies estudiadas, esta especie representó, para el diámetro de copa, más de 8 m.

¹⁷⁸ ERNANI, P. *Cassia-rosea*. Taxonomía e nomenclatura Circular Técnica 117. Embrapa Florestas. 2006.

¹⁷⁹ CHOW. Op cit., p. 17.

¹⁸⁰ ESQUIVEL. Op cit., p. 939.

¹⁸¹ VEGA. Op cit., p. 18.

¹⁸² ERNANI. Op cit., p. 5.

¹⁸³ VELASCO. Op cit., p. 338.

¹⁸⁴ CHOW. Op cit., p. 15.

Tabla 13. Diámetro de la Copa de las diferentes especies estudiadas en una zona de bosque seco tropical (bs-T).

Especie	Muestra	Diámetro de la copa (m)	Promedio
Payandé	1	8	6,12
	2	6,35	
	3	4	
Chiminango	1	9,3	11,07
	2	12,7	
	3	11,2	
Guácimo	1	5,5	5,44
	2	4,82	
	3	6	
Samán	1	13,6	15,23
	2	16,9	
	3	15,2	
Caña Fistula	1	12,5	10,67
	2	10,7	
	3	8,8	

Trujillo¹⁸⁵ mencionó que el Samán puede alcanzar un diámetro de copa de 50 m, ya que su forma se asemeja a un paraguas, también se debe cuidar con la excesiva sombra ya que disminuye el crecimiento del estrato herbáceo.

6.8 ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO ANIMAL

Los animales seleccionados para esta prueba tuvieron un peso promedio de 370kg, al momento de seleccionar los ejemplares participantes, se consideró que en el grupo no hubiesen animales dominantes ni redrojos.

Se estableció un periodo de 20 días para el acostumbramiento al manejo, al espacio y a los operarios, antes de iniciar las pruebas de consumo y comportamiento en cada una de las dos épocas.

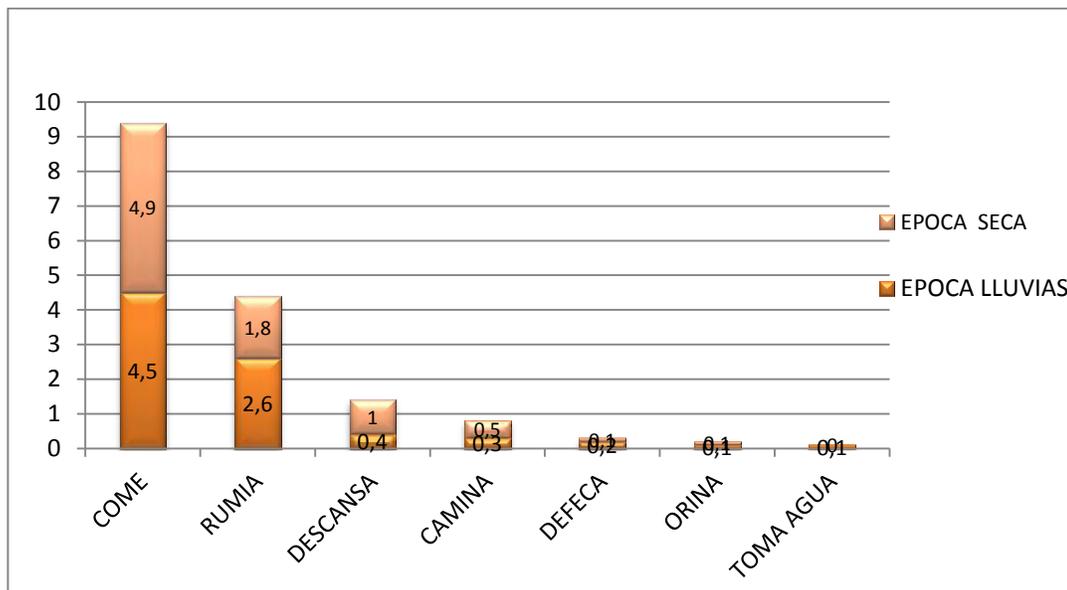
En términos generales, se puede afirmar que en la etapa de acostumbramiento, los animales mostraron actitudes de curiosidad; se acercaron de manera constante a observar, oler y probar el alimento que se incorporó en la dieta.

¹⁸⁵ TRUJILLO, E. El Samán campano: a la sombra del gigante. Consultado en Diciembre de 2014. Disponible en: www.revista-m.com

En la prueba de etología realizada durante 3 días consecutivos en la temporada de lluvias, se observó que los animales realizaron todas las actividades propias de la especie bovina de carne, que habita en ecotopos similares a los de este estudio.

6.8.1 Hacienda Versalles. En la figura 10 se observa el comportamiento animal durante las dos épocas en la Hacienda Versalles.

Figura 10. Comportamiento animal durante las dos épocas en la Hacienda Versalles.



6.8.1.1 Época lluviosa. Se denota que el tiempo destinado a consumo de alimento fue 4,5h/día, seguido por el tiempo destinado a la rumia (2,6 h/día), estas dos actividades destinan un tiempo mayor al que se ocupa en el consumo de agua, observando 0,1h/día.

Otras actividades realizadas por los animales evaluados demandaron menos tiempo, como descansar (0,4h/día h/día) y caminar (0,3 h/día). Defecar demandó 0,2 h/día, y se realizó en horas de la tarde, y orinar demandó 0,1h/día.

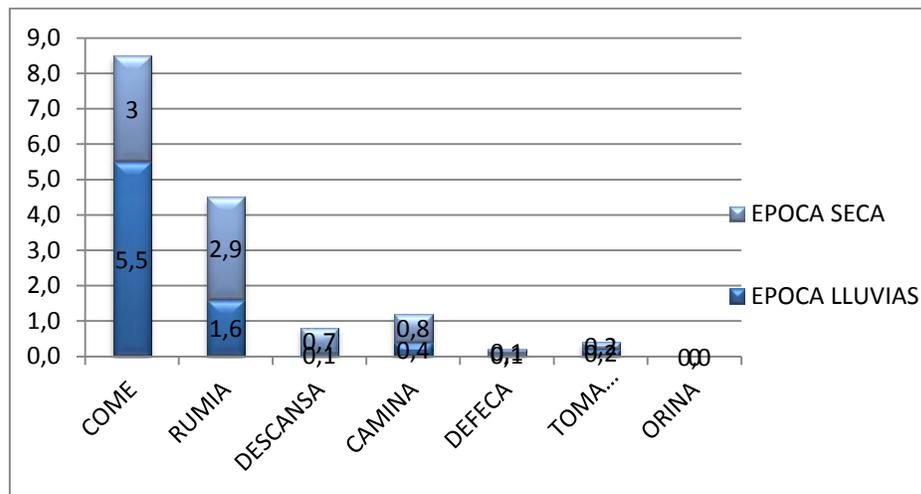
Los anteriores resultados muestran que, comparando la hacienda Versalles con la Hacienda Villa de Fátima, se obtuvieron resultados similares para la época lluviosa.

6.8.1.2 Época seca. Durante este periodo se observó que los animales cambiaron su comportamiento en relación con la época lluviosa, esta modificación del comportamiento se puede atribuir a la influencia de las condiciones medioambientales. Al respecto, se observó que los animales incrementaron el tiempo de comer al cual destinaron 4,9h/día, y caso contrario ocurrió con la rumia

que la realizaron en menor tiempo (1,8h/día) con respecto a la época lluviosa. Por su parte, los animales destinaron al descanso 1h/día, a caminar 0,5h/día y a orinar y defecar 0,1h/día por cada actividad.

6.8.2 Hacienda California. En la figura 11 se observa el comportamiento animal durante las dos épocas en la Hacienda California.

Figura 11. Comportamiento animal durante las dos épocas en la Hacienda California.



6.8.2.1 Época lluviosa. En esta hacienda, las horas dedicadas a comer en la época lluviosa fueron de 5,5h/día, y en rumiar 1,6h/día, caso contrario se observó en las haciendas Versailles y Villa de Fátima con los animales en investigación que destinaron mayor tiempo a estas actividades.

Se observó que los animales invirtieron un tiempo de 0,4h/día para caminar y 0,2h para beber agua, por su parte, ocuparon 0,1h/día para descansar y el mismo tiempo para defecar. Cabe anotar que los resultados no reportaron datos sobre el tiempo que ocuparon en orinar.

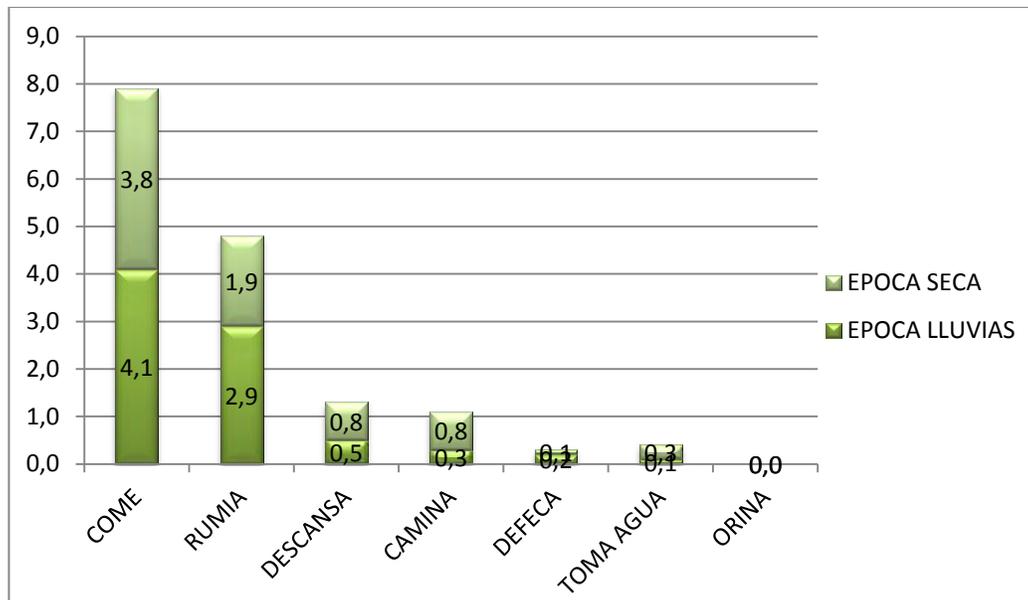
6.8.2.2 Época seca. En esta época, en esta hacienda se observó que los animales cambiaron sus hábitos en pastoreo respecto a la época anterior, puesto que en esta época disminuyeron el tiempo a comer, al cual destinaron 3h/día, e incrementaron el tiempo destinado a la rumia a 2,9 h/día. Ocuparon 0,8h/día para caminar, el doble del tiempo empleado en la época lluviosa y 0,7h/día en el descanso. Por su parte, al acto de tomar agua le dedicaron 0,2h/día y a defecar 0,1h/día.

De la misma manera, como ocurrió en la Hacienda Versailles en la época seca, los animales en California, cambiaron su comportamiento en relación con la época

lluviosa, esta modificación del comportamiento se puede atribuir a la influencia de las condiciones medioambientales

6.8.3 Hacienda Villa de Fátima. En la figura 12 se observa el comportamiento animal durante las dos épocas en la Hacienda Villa de Fátima.

Figura 12. Comportamiento animal durante las dos épocas en la Hacienda Villa de Fátima.



6.8.3.1 Época lluviosa. Se pudo observar que el tiempo destinado a consumo de alimento fue 4,1h/día, mientras que el tiempo destinado a la rumia fue de 2,9h/día, estas fueron las actividades que ocuparon el mayor tiempo cuando los animales están despiertos, al que se ocupa en el consumo de agua 0,1h/día.

Otras actividades realizadas por los animales evaluados demandaron menos tiempo, como descansar 0,5h/día y caminar 0,3 h/día. Defecar demandó 0,2 h/día, y se realizó en horas de la tarde, y orinar no reportó resultados.

6.8.3.2 Época seca. Se observó que los animales cambiaron su patrón de comportamiento, de la misma forma como ocurrió en las otras haciendas, en las que se desarrolló la investigación. Fue así como los animales disminuyeron su tiempo de consumo de alimento, obteniéndose un resultado de 3,8h/día, seguido por 1,9h/día en el tiempo de rumia, en cuanto a la duración de su descanso tardó 0,8h/día, el mismo tiempo anterior ocuparon el caminar 0,8h/dio, subieron su consumo de agua a 0,2h/día y el tiempo ocupando en excretar fue de 0,1h/día, en este caso tampoco se reportó datos en el tiempo gastado en orinar.

De acuerdo con los resultados obtenidos, se pueden inferir que el patrón de comportamiento de los animales observados en este experimento corresponde a los reportados por otros autores (Dávila, 2005; Machado, 2010, Pereyra y Leiras, 1991. Es necesario anotar que estos animales se evaluaron individualmente, pero se encontraban en grupo, por ello, tienden a pastar, rumiar o acostarse todos simultáneamente, pareciendo incluso que ciertos animales actúan como indicadores, ya que el acto imitativo tiene mucha importancia.

Del comportamiento obtenido en las pruebas anteriores se puede anotar que los animales en estudio pasaban la mayor parte del tiempo despiertos (14h/día), de ese tiempo, la mayor parte la ocuparon en la búsqueda, aprehensión y consumo de alimento, en concordancia con lo que refieren Dávila, (2005) y Machado (2010), Pereyra y Leiras (1991), quienes señalan que un bovino se pasa de 5 a 9 horas rumiando, de 5 a 9 horas descansando.

El tiempo que gastaron en comer fue mayor en todos los casos, aunque se redujo un poco durante la segunda época, esto coincide con el estudio de Cañosa y Acuña¹⁸⁶ que aseveran que los animales que cuentan con una alta disponibilidad de alimento pasan mayor tiempo en pastoreo. Respecto al tiempo ocupado en la rumia, se indica que es la suma del tiempo de regurgitación, masticación, salivación, deglución y el intervalo entre bolos. En el caso de la época seca en los animales evaluados de todas las haciendas, dista de los datos obtenidos por los autores en mención.

Sin embargo, los cambios en las condiciones ambientales generaron cambios significativos en los patrones de comportamiento, tal como se reportó en dos de las tres haciendas de prueba (Villa de Fátima y California) en donde redujeron drásticamente los tiempos destinados al consumo y se aumentaron el tiempo empleado en caminar, tal como lo reportan Cañosa y Acuña¹⁸⁷ quienes indican que los animales tienden ocupar más tiempo en procesos exploratorios, cuando el terreno que ocupan es amplio o cuando no existe suficiente abasto de forraje.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con los referidos por Pereyra y Leiras¹⁸⁸, quienes en un estudio con Bos Taurus, señalaron que éstos pastorean más horas y caminan mayores distancias en zonas de altas temperaturas.

¹⁸⁶ CAÑOSA, M y ACUÑA, C. Extracto de las conferencias pronunciadas en las Jornadas de Cría Bovina, Fac. de Agron. y Vet., U.N.R.C. 1996.

¹⁸⁷ Ibid., p. 2.

¹⁸⁸ PEREYRA. Op cit., p. 12.

El tiempo registrado en el consumo de agua fueron bajos comparados con las otras actividades, este patrón coincide con lo reportado por Dávila, 2005; Machado, 2010, Pereyra y Leiras, 1991. Los episodios de bebida se presentaron con más frecuencia en horas de la mañana y media tarde, esto puede deberse a que las condiciones ambientales, a pesar de que cambiaron en las dos épocas evaluadas, no fueron extremas y permitieron mantener la homeóstasis de los animales; por otra parte, la calidad de los pastos fue buena, y los aportes de materia seca permitieron mantener el equilibrio corporal hídrico, por ello los animales no consumieron ávidamente agua.

Así lo corroboran los resultados obtenidos por Bavera¹⁸⁹, quien indicó en un estudio que cuando la temperatura ambiente no excede los 26° C el ganado vacuno tiende a efectuar sus abrevados por la mañana y al final de la tarde (desde las 9-10 hs hasta las 16-17 hs), en las proximidades de la aguada, rumiando, descansando y bebiendo cada tanto, mientras que en otros momentos consume muy poca agua, resultados que también se obtuvieron en esta investigación, además de que al acto de beber un animal adulto le dedica de 5 a 10 minutos diarios y que con elevadas temperaturas el consumo de agua se modifica, reduciéndose el intervalo entre bebidas a menos de dos horas.

6.9 PRUEBA DE CAFETERÍA

En esta fase del experimento se pudo establecer que la exploración fue un factor importante en todos los aspectos del desarrollo del animal, pues mediante ésta los animales pudieron identificar, acceder, probar y aceptar o rechazar el material forrajero que se evaluó, así se logró determinar las especies vegetales de su elección y cuales fueron aquellas de las que debió alejarse.

6.9.1 Hacienda Versalles. Durante la prueba de cafetería se observó que los animales del ensayo en la época de lluvias desarrollaron curiosidad con el forraje que se incorporó en la dieta. Fue así como en el experimento se acercaron 2 veces a la canoa, en un tiempo de 60 minutos, luego tomaron 5 bocados y masticaron 13 veces antes de la deglución del alimento.

Durante la prueba de cafetería realizada en época seca, se pudo detallar que los animales aceptaron de mejor manera la dieta y se tornaron menos curiosos y más dispuestos a probarla y comerla, visitaron el comedero 3 veces, tomaron 5 a 6 bocados y los masticaron 13 a 17 veces antes de deglutirlo.

6.9.2 Hacienda California. Durante la época de lluvias se observó que los animales fueron atraídos por la inclusión de la dieta a su alimentación y se acercaron 2 veces a oler y lamer, antes de consumir el follaje, posteriormente tomaron 3 bocados y masticaron 11 veces antes de la deglución.

¹⁸⁹ BAVERA. Op cit., p. 2.

En la época seca se acercaron con mayor frecuencia a la canoa de suplementación, se acercaron 5 veces, tomaron 8 bocados y masticaron 18 veces antes de la deglución.

6.9.3 Hacienda Villa de Fátima. Durante la prueba de cafetería los animales aceptaron muy bien la nueva dieta, visitaron constantemente el comedero, es decir 6 veces y tomaron 11 bocados en promedio, masticaron 19 veces.

En la época seca se detalló que los animales visitaron varias veces la canoa de suplementación, la visitaron 5 veces y en promedio tomaron 8 bocados y masticaron 15 veces antes de la deglución.

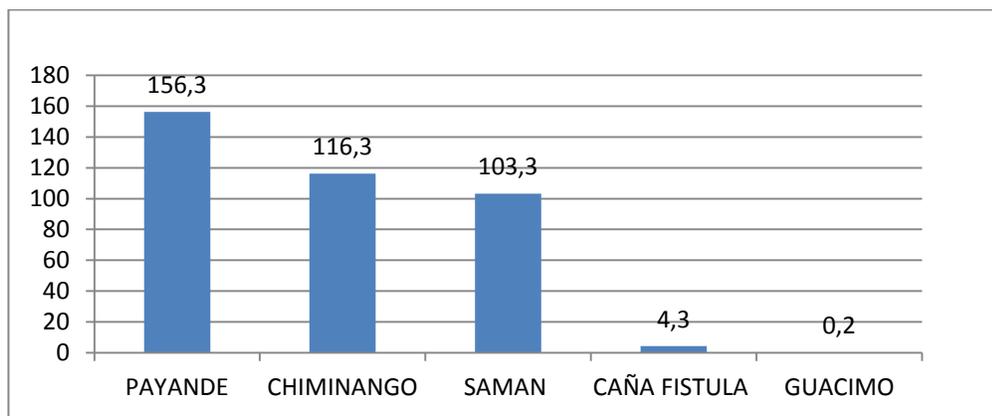
6.10 PRUEBA DE CONSUMO

Para evaluar la ganancia de peso de cada grupo de animales en estudio suplementados con las diferentes especies arbóreas Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Caña fístula (*Cassia fistula*), Chiminango (*Pithecellobium dulce*) y Samán (*Pithecellobium saman*), se consideró la diferencia de pesos al inicio y al final de cada periodo experimental, con el propósito de estimar la ganancia total del periodo experimental y la ganancia diaria de peso de cada grupo de animales.

Para esta prueba se utilizaron 5 machos de cebú comerciales, fueron asignados a cada tratamiento de pastoreo, y pastoreo más suplementación, las raciones diarias fueron calculadas en base al 10% de materia seca sobre su alimentación base. Se pesó la cantidad de alimento consumido diariamente y la ganancia de peso en cada fase de experimentación.

El consumo de los follajes se representa en las siguientes figuras, de acuerdo a la época.

Figura 13. Consumo de follaje (Kg) época lluviosa



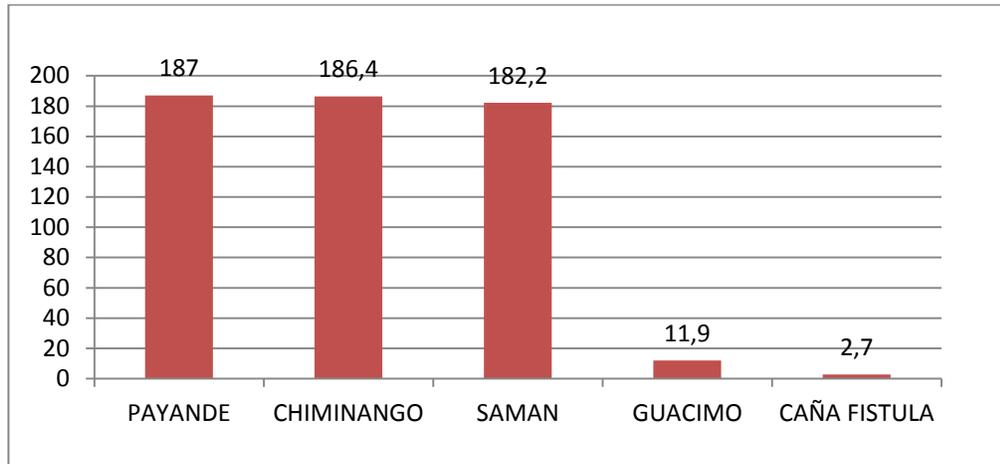
En la figura 13, se observa que durante la época lluviosa, la especie de mayor consumo fue el Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*), del cual se registró 156.3 kg, seguido por Chiminango (*Pithecellobium dulce*), del cual se reportaron 116.3 kg y Samán (*Pithecellobium saman*) que obtuvo 103.3 kg. Se indica además que Caña fístula (*Cassia fistula*) y Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), fueron consumidos en cantidades muy pequeñas (4,3 kg y 0,2 kg respectivamente).

Estos resultados se articulan con los reportados en los análisis químicos nutricionales y antinutricionales de los forrajes, en los cuales se indicó que Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*), registró 17,4% de proteína, Chiminango (*Pithecellobium dulce*), 18,2% de proteína y Samán (*Pithecellobium saman*) obtuvo 21,1% de proteína, es decir los que mayor porcentaje de proteína reportaron.

En cuanto a los niveles de fibra se obtuvieron resultados en Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*), registró 40,2% de fibra, Chiminango (*Pithecellobium dulce*), 28,3% de fibra y Samán (*Pithecellobium saman*) obtuvo 29,9% de fibra.

Así mismo, los metabolitos secundarios de las plantas de los forrajes evaluados tuvo una gran influencia en el consumo, considerando que los niveles de fenoles de la especie Caña fístula (*Cassia fistula*) fueron más altos en esta época con respecto a las demás especies estudiadas, caso contrario ocurrió con la especie Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) que reportó los niveles de fenoles más bajos para esta época.

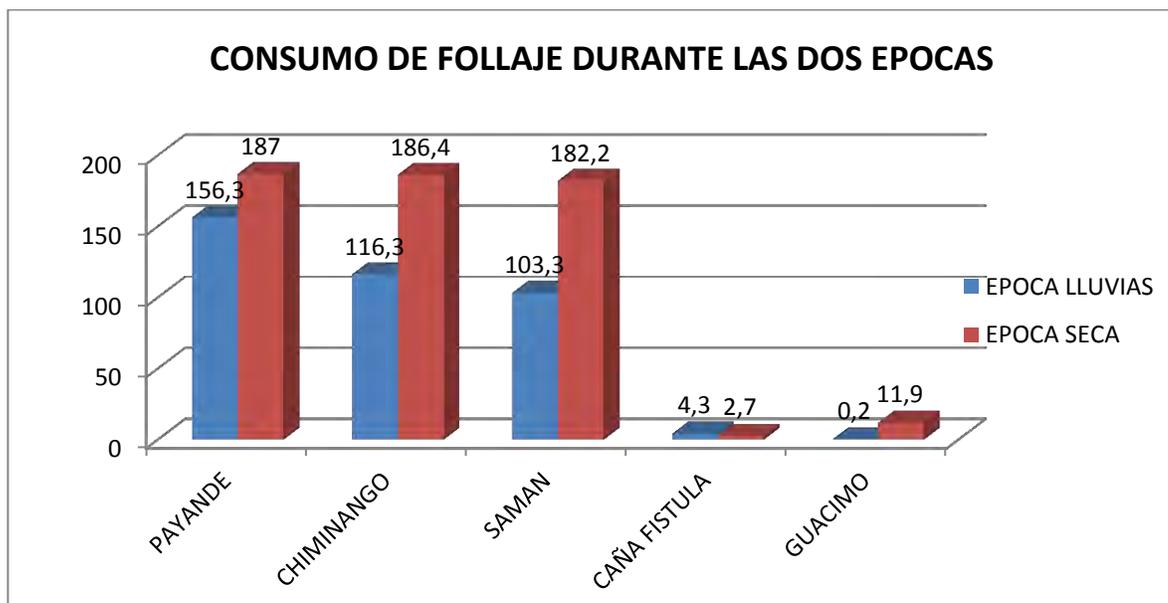
Figura 14. Consumo de follaje (Kg) época seca.



En la Figura 14 se ilustra en consumo de follaje durante la época seca, lo cual se observó que las especie de mayor consumo fue el Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*), seguido por Chiminango (*Pithecellobium dulce*) y Samán (*Pithecellobium saman*) es decir, se mantuvo la misma tendencia en el consumo de los forrajes de la época anterior, pero en esta época las cantidades de consumo fueron superiores, probablemente porque los animales debieron suplir las deficiencias nutricionales del forraje que obtuvieron de los potreros, con estos forrajes arbóreos que les proporcionaron mayores contenidos de nutrientes, tal como se encontró en los resultados de los análisis bromatológicos.

Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y Caña fístula (*Cassia fistula*) fueron los forrajes de menor consumo de las cinco especies ofrecidas, tal como se registró en la época lluviosa, sin embargo, durante la época seca se registraron mayores consumos de estas dos especies, siendo el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) el de mayor aceptación por parte de los animales.

Figura 15. Consumo de follaje (Kg) durante las dos épocas.



En la Figura 15 se ilustra el consumo de follaje durante las dos épocas. Muestra que la especie que más aceptación tuvo en la Hacienda Versailles fue el Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*) y el segundo lugar lo obtuvo el Chiminango (*Pithecellobium dulce*), muy cercano al consumo de Payandé.

En la hacienda California la especie más consumida durante las dos épocas fue sin lugar a dudas el Samán (*Pithecellobium saman*), con una gran diferencia de consumo fue la especie Caña fistula (*Cassia fistula*).

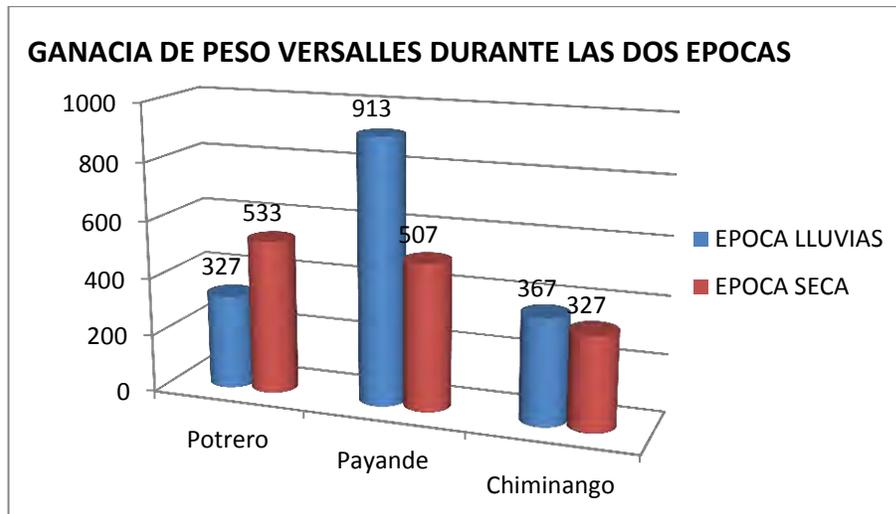
En la hacienda Villa de Fátima el Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) fue muy poco consumido durante las dos épocas aunque en la época seca se observó un aumento en el consumo de dicha especie.

Durante la época seca se observa un aumento en el consumo de las especies, a excepción de la Caña fistula (*Cassia fistula*), probablemente porque durante esta época se disminuye la cantidad y calidad de alimento para pastoreo.

6.11 GANANCIA DE PESO

De acuerdo a las Figuras 16, 17 y 18 de puede observar los diferentes resultados encunto a ganacia de peso en cada una de las fincas.

Figura 16. Ganancia de peso (g/a/d) durante las dos épocas Hacienda Versailles.

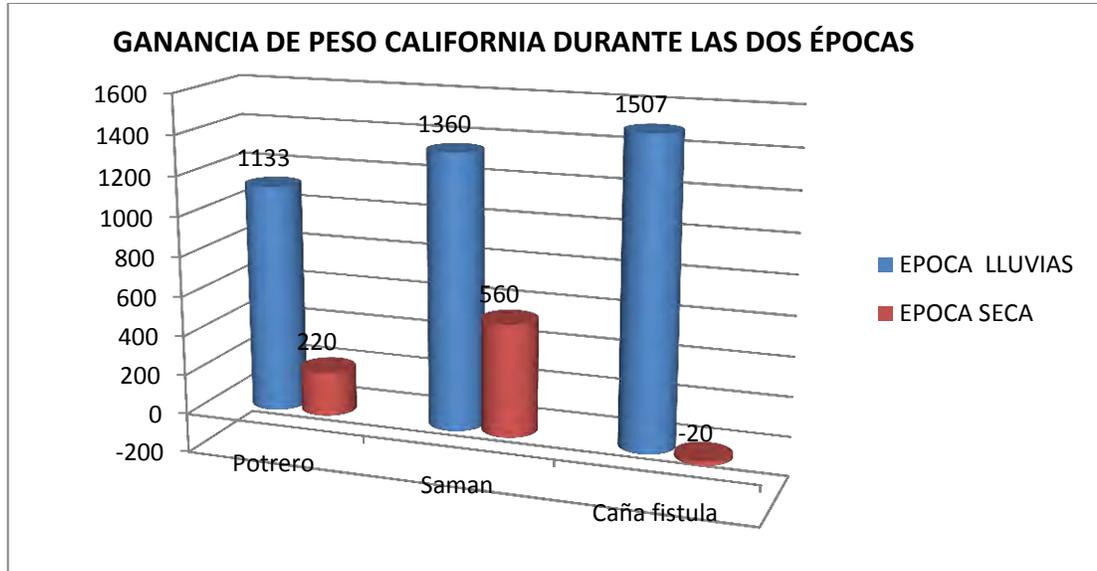


De acuerdo con la Figura 16, en la Hacienda Versailles la ganancia de peso durante la prueba en la época de lluvias fue menor en los animales que pastorearon en potrero, sin suplementación, con un incremento promedio de peso de 327g/día con pasto Ángleton (*Dichanthium aristatum*), seguido por los animales suplementados con Chiminango (367g/día), y los animales que registraron mayor ganancia de peso, fueron aquellos que consumieron Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*), con una ganancia de peso diaria promedio de 913 g/día.

En la época seca se encontró que la mayor ganancia de peso la presentó el grupo que no se suplementó y se mantuvo sólo en potrero, con un incremento promedio diario de 533g/día con pasto Ángleton (*Dichanthium aristatum*), seguidos por aquellos que se suplementaron con Payandé (507g/día) y finalmente, la ganancia peso menor se registró en el grupo suplementado con Chiminango (*Pithecellobium dulce*), con un incremento de 327g/día.

Los incrementos de pesos pueden deberse al consumo en pastoreo más la suplementación con Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*) y Chiminango (*Pithecellobium dulce*) durante la época lluviosa, ya que las dos especies fueron bien aceptadas y se consumieron casi en su totalidad, en cambio en la segunda temporada seca, se disminuyeron los consumos de estas especies a pesar de tener buena disponibilidad de follaje arbóreo y la baja variedad en el pastizal bajo.

Figura 17. Ganancia de peso (g/a/d) durante las dos épocas Hacienda California.



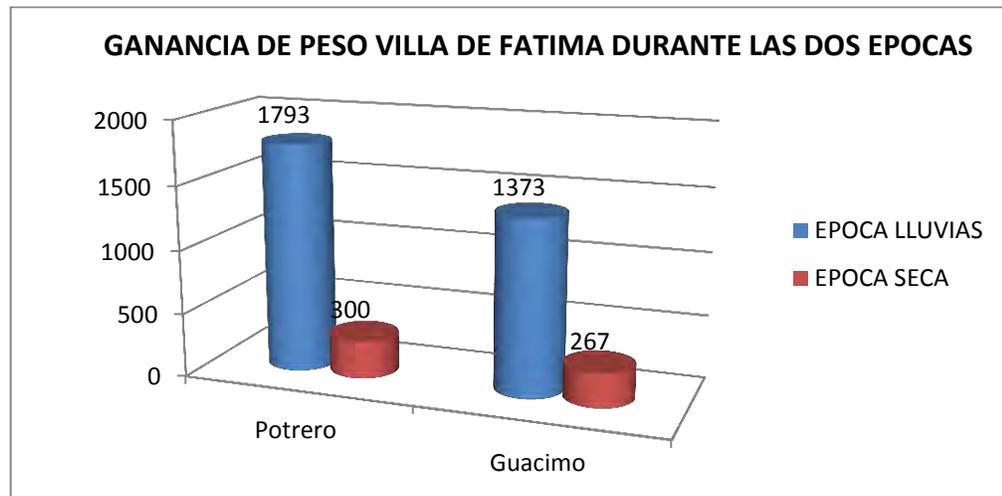
La Figura 17 indica las ganancias de peso registrados en la Hacienda California, en ella se indica que la época de lluvias registró mayores ganancias de peso que en la época seca, es así como en la época lluviosa la mayor ganancia de peso fue para el grupo que consumió Caña fístula (1507g/día), seguido por Samán (1360g/día) y el grupo que registró menor ganancia de peso en la época de lluvias fue aquel que pastoreó en el potrero y no recibió suplementación de forrajes arbóreos (1133 g/día).

La época seca registró menores ganancias de peso, comparada con la época de lluvias, es así como la mayor ganancia la registraron los animales que consumieron Samán (560 g/día), seguido por el grupo de animales que pastorearon en potrero sin suplementación (220 g/día), y respecto al grupo que consumió Caña fístula (*Cassia fistula*), se indica que registraron pérdida de peso (-20g/día), esta pérdida probablemente se deba a que esta especie presentó un nivel alto de fenoles para la época seca con relación a la época lluviosa, donde la disponibilidad de gramíneas es mayor y el nivel de fenoles es también menor, lo que redundó en el bajo consumo voluntario.

Probablemente la ganancia de peso fue mayor en la época de lluvias ya que hubo mayor cantidad de pasto, época en la cual se presentó el mayor consumo de estas especies por los animales en investigación, mientras en la época seca las ganancias de peso fueron menores, ya que la variedad del pastizal disminuyó, afectando el consumo voluntario. También se reporta pérdidas de peso para el

caso de la *C. fistula* en la época seca, por lo que se concluye que los animales no asimilaban esta especie en la dieta en experimentación.

Figura 18. Ganancia de peso (g/a/d) durante las dos épocas Hacienda Villa de Fátima.



La Figura 18 indica la ganancia de peso en la hacienda Villa de Fátima, en ella se denota que la época de lluvias registra mayores ganancias de peso que en la época seca y en cualquier época el incremento fue mayor en el grupo de animales que pastorearon en potrero sin suplementación, sin embargo, en la época de lluvias la ganancia de peso en los animales que no se suplementaron fue mayor que en la época seca (1793 g/día sin complementación comparado con 1373 g/día suplementados con Guácimo).

Por su parte, la época seca en esta hacienda registró menores ganancias de peso comparadas con la época de lluvias. De la época seca se indica que los animales que pastorearon potrero y no recibieron suplementación registraron un incremento levemente superior de peso, en comparación con aquellos animales que recibieron Guácimo (300g/día vs 267g/día, respectivamente).

Probablemente los incrementos de peso registrados durante la primera época en los animales que no se suplementaron fueron porque el pasto tenía mayor porcentaje de materia seca que los demás estudiados en las otras haciendas, mientras que en la segunda época se reportó, de igual manera, en el grupo no suplementado, incremento notorio del peso, ya que los niveles de proteína de dicho sistema igualmente subieron.

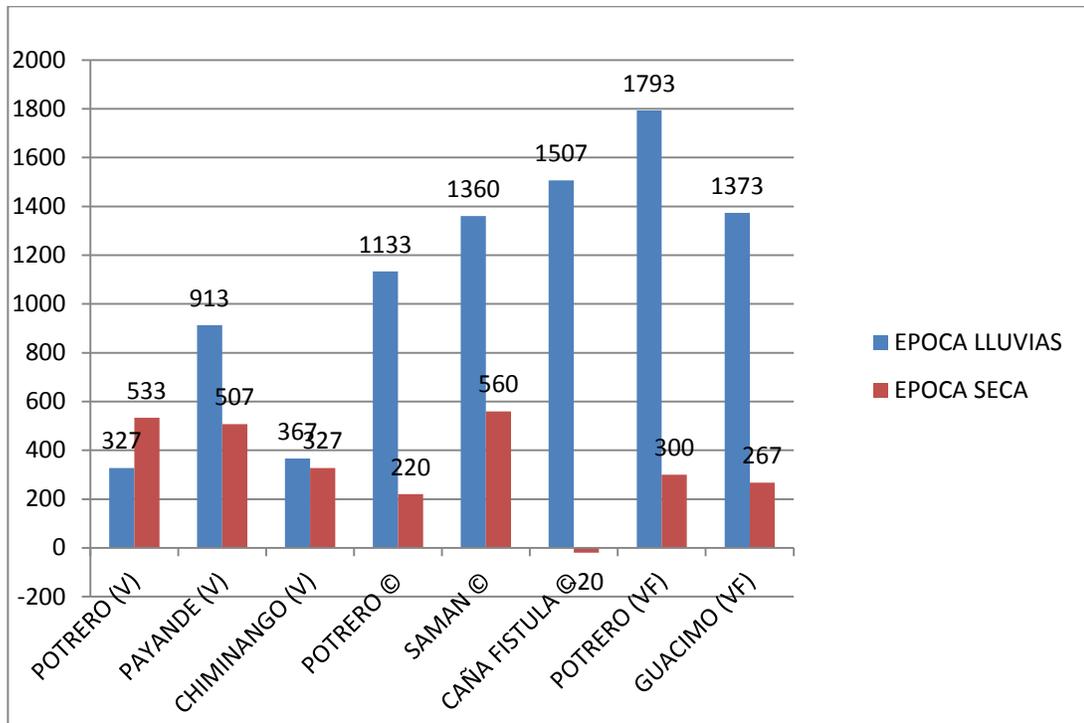
De acuerdo con el análisis estadístico para la época de lluvias, no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos. Para la época seca, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los

tratamientos ($P < 0,05$) T0 y T1. Al aplicar la prueba de comparación de medias Duncan se encontraron diferencias entre los tratamientos T0 y T1, siendo el mejor tratamiento T0 (tratamiento testigo) donde los animales no recibieron suplementación, con una ganancia diaria promedio de 533g, T1 suplementación con Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*) con una ganancia diaria promedio de 507g. Para el tercer y cuarto lugar, en cuanto a consumo y ganancia de peso, lo obtuvieron los tratamientos T3 (*P. saman*) y T2 (*P. dulce*), y los tratamientos que ocuparon los últimos lugares fueron T4 (*C. fistula*) y T5 (*G. ulmifolia*).

La ganancia de peso vivo diario promedio de 0.514 kg, siendo semejantes con los pesos incrementados durante la época seca en los tratamientos de potrero en la Hacienda Versailles, tratamiento de Payandé en la época seca y samán durante la época seca.

La máxima ganancia fue de 0.986 kg en el mismo estudio, resultado semejante con esta investigación en lo referente al incremento durante la época de lluvias de la Hacienda California con los animales que no fueron suplementados. La ganancia mínima fue de 0.061 kg durante la época de lluvias, siendo semejante al peso obtenido en los animales que se suplementaron con Caña fístula.

Figura 19. Ganancia de peso (g/a/d) durante las dos épocas en todas las haciendas.



Finalmente, en la Figura 19 se muestra la ganancia diaria de peso durante las dos épocas en las haciendas, lo que permite inferir que la mejor ganancia de peso durante la época de lluvias se da en potrero sin suplementación en la Hacienda Villa de Fátima, seguido por el potrero con suplementación con Caña fistula en la Hacienda California para la misma época, en cambio la mayor ganancia de peso para la época seca fue para el *P. saman* seguido por potrero sin suplementación y *P. lanceolatum* para las Haciendas California y Versailles, respectivamente.

6.12 ANÁLISIS DE COSTOS

En los siguientes cuadros se discriminan los valores de los costos de producción de las haciendas ganaderas Versalles, California, y Villa de Fátima ubicadas en el valle del Patía (Cauca) en donde se desarrolló la investigación con bovinos en sistema de pastoreo y pastoreo más suplementación con especies arbóreas.

Cuadro 1. Análisis económico del sistema de pastoreo-Hacienda Versalles

CUADRO RELACION COSTO VERSALLES PASTOREO								
DETALLE	CANTIDAD	MESES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	TOTAL ANIMALES EN HACIENDA	COSTO DE MANTENIMIENTO POR ANIMAL	TOTAL ANIMALES EN ESTUDIO	COSTO TOTAL POR LOTE DE GANADO EN ESTUDIO 5
Salario Mayordomo	1	1	710.000	710.000	430	1.651	5	8.256
Salario Vaquero	1	1	617.200	617.200	430	1.435	5	7.177
Jornales	15	1	21.000	315.000	430	733	5	3.663
MEDICAMENTOS								
vacunas	430	1	1.300	559.000	430	1.300	5	6.500
cipermetrina (cm)4 por animal	1720	1	44	75.680	430	176	5	880
desparasitante (cm)7 por animal	3010	1	700	2.107.000	430	4.900	5	24.500
vitaminas (cm)7 por animal	3010	1	2.000	6.020.000	430	14.000	5	70.000
SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS								
sal (kg)	430	1	500	215.000	430	500	5	2.500
miel de purga kg	215	1	1.400	301.000	430	700	5	3.500
MANTENIMIENTO DE POTRERO								
Jornales	22	1	21000	465.500	430	1.083	5	5.413
Tordon 101 LITRO	22	1	18000	396.000	430	921	5	4.605
TOTAL				11.781.380	430	27.399	5	136.993

Cuadro 2. Análisis económico del sistema de pastoreo más suplementación-Hacienda Versalles

CUADRO RELACION COSTO VERSALLES PASTOREO + SUPLEMENTACION								
DETALLE	CANTIDAD	MESES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	TOTAL ANIMALES EN HACIENDA	COSTO DE MANTENIMIENTO POR ANIMAL	TOTAL ANIMALES EN ESTUDIO	COSTO TOTAL POR LOTE DE GANADO EN ESTUDIO 10
Salario Mayordomo	1	1	710.000	710.000	430	1.651	10	16.512
Salario Vaquero	1	1	617.200	617.200	430	1.435	10	14.353
Jornales	15	1	21.000	315.000	430	733	10	7.326
MEDICAMENTOS								
vacunas	430	1	1.300	559.000	430	1.300	10	13.000
cipermetrina (cm)4 por animal	1720	1	44	75.680	430	176	10	1.760
desparasitante (cm)7 por animal	3010	1	700	2.107.000	430	4.900	10	49.000
vitaminas (cm)7 por animal	3010	1	2.000	6.020.000	430	14.000	10	140.000
SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS								
sal (kg)	430	1	500	215.000	430	500	10	5.000
miel de purga kg	215	1	1.400	301.000	430	700	10	7.000
MANTENIMIENTO DE POTRERO								
Jornales	22	1	21000	465.500	430	1.083	10	10.826
Tordon 101 LITRO	22	1	18000	396.000	430	921	10	9.209
JORNAL PARA SUPLEMENTACION CON FOLLAJE								
Jornal	30	1	21.000,00	630.000	430	1.465	10	
TOTAL				12.411.380	430	28.864	10	144.318

En los cuadros anteriores se determina los gastos totales y unitarios de personal, medicamentos, suplementos alimenticios, mantenimiento de potreros, que son los utilizados para mantener a los animales en óptimas condiciones.

En el Cuadro 1 se observa los gastos mensuales de los animales en pastoreo, en el Cuadro 2 se observa los gastos de los animales en pastoreo más suplementación, en donde da como resultado un gasto adicional de un jornal diario para la suplementación de los animales.

En el Cuadro 3 se realiza una proyección de los beneficios de cada sistema productivo para la Hacienda Versalles, en donde se compara la producción de animales en pastoreo, y los animales que se encuentran pastoreando y además que cuentan con suplementación.

Cuadro 3. Proyección de beneficio Hacienda Versalles.

HACIENDA VERSALLES								
ALIMENTACION	NUMERO DE ANIMALES	PESO PROMEDIO POR ANIMAL COMPRA	INCREMENTO DE PESO MES 1	INCREMENTO DE PESO MES 2	INCREMENTO DE PESO PROMEDIO MENSUAL	MESES DE DURACION DE ENGORDE PARA VENTA	INCREMENTO DE PESO ESPERADO PARA VENTA	TIEMPO ESTIMADO PARA ALCANZAR EL PESO DE VENTA
POTRERO	5	340	9,8	16	12,9	9	140	11
PAYANDE	5	340	27,4	15,2	21,3	9	140	7
CHIMINANGO	5	340	11	9,8	10,4	9	140	13

De acuerdo a los datos obtenidos por la propietaria de la Hacienda Versalles, los animales tardan 9 meses en alcanzar el peso promedio de venta (480Kg), pero con los resultados obtenidos en la prueba de incremento de pesos se determina que los animales que no han sido suplementados tardarían 11 meses en alcanzar el peso esperado, mientras que los animales suplementados con Payandé (*Pithecellobium lanceolatum*) obtiene mejores rendimientos en pesos en menor tiempo (7 meses), con lo que se puede inferir que sería más rentable obtener el peso esperado en menor tiempo.

Por el contrario, el resultado obtenido con la suplementación de Chiminango (*Pithecellobium dulce*) no es recomendable ya que tardarían más tiempo (13 meses) en alcanzar el peso que el esperado.

En el Cuadro 4 se muestra la relación costo/beneficio con su utilidad y rentabilidad para la Hacienda Versalles.

Cuadro 4. Relación costo/beneficio Hacienda Versalles más utilidad y rentabilidad.

CUADRO RELACION DE RELACION BENEFICIO/COSTO - UTILIDAD Y RENTABILIDAD																	
HACIENDA	PRECIO DE COMPRA POR KILO	PESO DE ANIMAL COMPRA	PRECIO DE VENTA ANIMAL	PESO DE ANIMAL VENTA	PRECIO DE COMPRA POR ANIMAL	PRECIO DE VENTA POR ANIMAL	UTILIDAD BRUTA	COSTO SIN SUPLEMENTACION	COSTO+ SUPLEMENTACION	INVERSION TOTAL POR ANIMAL SIN SUPLEMENTACION	INVERSION TOTAL POR ANIMAL CON SUPLEMENTACION	UTILIDAD NETA SIN SUPLEMENTACION	UTILIDAD NETA CON SUPLEMENTACION	RENTABILIDAD% SIN SUPLEMENTACION	RENTABILIDAD% CON SUPLEMENTACION	RELACION BENEFICIO/COSTO SIN SUPLEMENTACION	RELACION BENEFICIO/COSTO CON SUPLEMENTACION
VERSALLES	3000	340	3150	480	1020000	1512000	492000	27399	28864	1047399	1048864	464601	463136	47,0	46,9	17,0	16,0

Para determinar la relación costo/beneficio y rentabilidad se determinó por el método de Brilman y Marie¹⁹⁰, para la Hacienda durante todo el periodo experimental.

6.12.1 Utilidad = Beneficio - Costos. La utilidad calculada de pastoreo sin suplementación indica que el sistema generó ganancias por \$464.601 por animal. La utilidad calculada de pastoreo más suplementación indica que el sistema generó ganancias por \$463.136 por animal.

6.12.2 Rentabilidad= Ingresos-egresos/egresos*100. La rentabilidad obtenida en sistema de pastoreo sin suplementación muestra que se obtuvieron ganancias del 47%.

La rentabilidad obtenida en el sistema de pastoreo más suplementación muestra que se obtuvieron ganancias del 46,9%.

Resultados que conduce a que, sin lugar a dudas, se considere esta una alternativa sustentable, debido a la generación de ganancias en cualquiera de las unidades productiva.

6.12.3 Relación beneficio/ costo = Ingresos – Egresos. La relación beneficio/costo sin suplementación indica que por cada peso invertido se recuperan 17 pesos.

Y la relación beneficio/costo con suplementación indica que por cada peso invertido se recuperan 16 pesos.

En el Cuadro 5 y 6 se muestra el análisis económico del sistema de pastoreo-Hacienda California y el análisis económico del sistema pastoreo más

¹⁹⁰ BRILMAN, J., MAIRE, C., Manual de valoración de empresas. Editorial Díaz de Santos, S.A. Madrid, España, 367p. BASAÑA, E., BRUNO. N., y GONZÁLEZ, R., 1992. Temas de administración financiera. Editorial Macchi. Buenos Aires, Argentina. 1992. p. 1990. 329.

suplantación durante la prueba experimental, respectivamente, de la siguiente manera:

Cuadro 5. Análisis económico del sistema de pastoreo-Hacienda California

CUADRO RELACION COSTO CALIFORNIA PASTOREO								
DETALLE	CANTIDAD	MESES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	TOTAL ANIMALES EN HACIENDA	COSTO DE MANTENIMIENTO POR ANIMAL	TOTAL ANIMALES EN ESTUDIO	COSTO TOTAL POR LOTE DE GANADO EN ESTUDIO 5
Salario Mayordomo	1	1	616.000	616.000	200	3.080	5	15.400
Salario Vaquero	1	1	616.000	616.000	200	3.080	5	15.400
Jornales	15	1	21.000	315.000	200	1.575	5	7.875
MEDICAMENTOS								
vacunas	200	1	1.300	260.000	200	1.300	5	6.500
cipermetrina (cm)4 por animal	800	1	44	35.200	200	176	5	880
desparasitante (cm)7 por animal	1400	1	700	980.000	200	4.900	5	24.500
vitaminas (cm)7 por animal	1400	1	2.000	2.800.000	200	14.000	5	70.000
SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS								
sal (kg)	200	1	500	100.000	200	500	5	2.500
miel de purga kg	0	1	0	0	200	0	5	0
MANTENIMIENTO DE POTRERO								
Jornales	3	1	21000	52.500	200	263	5	1.313
Tordon 101 LITRO	7	1	18000	126.000	200	630	5	3.150
TOTAL				5.900.700	200	29.504	5	147.518

Cuadro 6. Análisis económico del sistema de pastoreo más suplementación-Hacienda California

CUADRO RELACION COSTO CALIFORNIA PASTOREO+SUPLEMENTACION								
DETALLE	CANTIDAD	MESES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	TOTAL ANIMALES EN HACIENDA	COSTO DE MANTENIMIENTO POR ANIMAL	TOTAL ANIMALES EN ESTUDIO	COSTO TOTAL POR LOTE DE GANADO EN ESTUDIO 10
Salario Mayordomo	1	1	616.000	616.000	200	3.080	10	30.800
Salario Vaquero	1	1	616.000	616.000	200	3.080	10	30.800
Jornales	15	1	21.000	315.000	200	1.575	10	15.750
MEDICAMENTOS								
vacunas	200	1	1.300	260.000	200	1.300	10	13.000
cipermetrina (cm)4 por animal	800	1	44	35.200	200	176	10	1.760
desparasitante (cm)7 por animal	1400	1	700	980.000	200	4.900	10	49.000
vitaminas (cm)7 por animal	1400	1	2.000	2.800.000	200	14.000	10	140.000
SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS								
sal (kg)	200	1	500	100.000	200	500	10	5.000
miel de purga kg	0	1	0	0	200	0	10	0
MANTENIMIENTO DE POTRERO								
Jornales	3	1	21000	52.500	200	263	10	2.625
Tordon 101 LITRO	7	1	18000	126.000	200	630	10	6.300
JORNAL PARA SUPLEMENTACION CON FOLLAJE								
Jornal	30	1	21.000,00	630.000	200	3.150	10	31.500
TOTAL				6.530.700	200	32.654	10	326.535

En los cuadros anteriores se determina los gastos totales y unitarios de personal, medicamentos, suplementos alimenticios, mantenimiento de potreros que son los utilizados para mantener a los animales en óptimas condiciones.

En el Cuadro 5 se observa los gastos mensuales de los animales en pastoreo, en el Cuadro 6 se observa los gastos de los animales en pastoreo más

suplementación, en donde da como resultado un gasto adicional de un jornal diario para la suplementación de los animales.

En el Cuadro 7 se realiza una proyección de los beneficios de cada sistema productivo para la Hacienda California, en donde se compara la producción de animales en pastoreo, y los animales que se encuentran pastoreando y además que cuentan con suplementación.

Cuadro 7. Proyección de beneficio Hacienda California.

HACIENDA CALIFORNIA								
ALIMENTACION	NUMERO DE ANIMALES	PESO PROMEDIO POR ANIMAL COMPRA	INCREMENTO DE PESO MES 1	INCREMENTO DE PESO MES 2	INCREMENTO DE PESO PROMEDIO MENSUAL	MESES DE DURACION DE ENGORDE PARA VENTA	INCREMENTO DE PESO ESPERADO PARA VENTA	TIEMPO ESTIMADO PARA ALCANZAR EL PESO DE VENTA (MESES)
POTRERO	5	340	34	6,6	20	6	140	7
CAÑA FISTULA	5	340	45,2	-0,6	22	6	140	6
SAMAN	5	340	40,8	16,8	29	6	140	5

De acuerdo a los datos obtenidos por el mayordomo de la Hacienda California, los animales tardan 6 meses en alcanzar el peso promedio de venta (450Kg), pero con los resultados obtenidos en la prueba de incremento de pesos se determina que los animales que no han sido suplementados tardarían 7 meses en alcanzar el peso esperado, mientras que los animales suplementados con Samán (*Pithecellobium saman*) obtendrían mejores rendimientos en pesos en menor tiempo (5 meses), con lo que se puede inferir que sería más rentable obtener el peso esperado en menor tiempo. Con la suplementación con Caña fístula (*Cassia fistula*) se obtiene el peso esperado en el tiempo normal de producción de la Hacienda.

En el Cuadro 8 se muestra la relación costo/beneficio con su utilidad y rentabilidad para la Hacienda California.

Cuadro 8. Relación costo/beneficio Hacienda California más utilidad y rentabilidad

CUADRO RELACION DE RELACION BENEFICIO/COSTO - UTILIDAD Y RENTABILIDAD																	
HACIENDA	PRECIO DE COMPRA POR KILO	PESO DE ANIMAL COMPRA	PRECIO DE VENTA KILLO	PESO DE ANIMAL VENTA	PRECIO DE COMPRA POR ANIMAL	PRECIO DE VENTA POR ANIMAL	UTILIDAD BRUTA	COSTO SIN SUPLEMENTACION	COSTO+ SUPLEMENTACION	INVERSION TOTAL POR ANIMAL SIN SUPLEMENTACION	INVERSION TOTAL POR ANIMAL CON SUPLEMENTACION	UTILIDAD NETA SIN SUPLEMENTACION	UTILIDAD NETA CON SUPLEMENTACION	RENTABILIDAD% SIN SUPLEMENTACION	RENTABILIDAD% CON SUPLEMENTACION	RELACION BENEFICIO/COSTO SIN SUPLEMENTACION	RELACION BENEFICIO/COSTO CON SUPLEMENTACION
CALIFORNIA	2800	340	3000	470	952000	1410000	458000	29502	32654	981502	984654	428498	425346	46,7	46,5	14,5	13,0

6.12.4 Utilidad = Beneficio - Costos. La utilidad de pastoreo sin suplementación indica que el sistema generó ganancias por \$428.498 por animal.

La utilidad de pastoreo más suplementación indica que el sistema generó ganancias por \$425.346 por animal.

6.12.5 Rentabilidad= Ingresos-egresos/egresos*100. La rentabilidad obtenida en sistema de pastoreo sin suplementación muestra que se obtuvieron ganancias del 46,7%.

La rentabilidad obtenida en el sistema de pastoreo más suplementación muestra que se obtuvieron ganancias del 46,5%.

Resultados que conduce a que, sin lugar a dudas, se considere ésta una alternativa sustentable, debido a la generación de ganancias en cualquiera de las unidades productiva.

6.12.6 Relación beneficio/ costo = Ingresos – Egresos. La relación beneficio/costo sin suplementación indica que por cada peso invertido se recuperan 14,5 pesos.

Y la relación beneficio/costo con suplementación indica que por cada peso invertido se recuperan 13 pesos.

En el Cuadro 9 y 10 se muestra el análisis económico del sistema de pastoreo-Hacienda Villa de Fátima y el análisis económico del sistema pastoreo más suplantación durante la prueba experimental, respectivamente, de la siguiente manera:

Cuadro 9. Análisis económico del sistema de pastoreo-Hacienda Villa de Fátima.

CUADRO RELACION COSTO VILLA DE FATIMA PASTOREO								
DETALLE	CANTIDAD	MESES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	TOTAL ANIMALES EN HACIENDA	COSTO DE MANTENIMIENTO POR ANIMAL	TOTAL ANIMALES EN ESTUDIO	COSTO TOTAL POR LOTE DE GANADO EN ESTUDIO 5
Salario Mayordomo	1	1	616.000	616.000	250	2.464	5	12.320
Salario Vaquero	1	1	616.000	616.000	250	2.464	5	12.320
Jornales	10	1	21.000	210.000	250	840	5	4.200
MEDICAMENTOS					250	0	5	0
vacunas	250	1	1.300	325.000	250	1.300	5	6.500
cipermetrina (cm)4 por animal	1000	1	44	44.000	250	176	5	880
desparasitante (cm)6 por animal	1500	1	700	1.050.000	250	4.200	5	21.000
vitaminas (cm)6 por animal	1500	1	2.000	3.000.000	250	12.000	5	60.000
SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS					250	0	5	0
sal (kg)	250	1	1.500	375.000	250	1.500	5	7.500
miel de purga kg	50	1	1.400	70.000	250	280	5	1.400
MANTENIMIENTO DE POTRERO					250	0	5	0
Jornales	4	1	21000	84.000	250	336	5	1.680
Tordon 101 LITRO	11	1	18000	198.000	250	792	5	3.960
Tractor combustible lts 180	15	1	8.500,00	127.500,00	250	510	5	2.550
conductor tractor	1	21000	21.000,00	21.000,00	250	84	5	420
TOTAL				6.736.500	250	26.946	5	134.730

Cuadro 10. Análisis económico del sistema de pastoreo más suplementación-Hacienda Villa de Fátima.

CUADRO RELACION COSTO VILLA DE FATIMA PASTOREO + SUPLEMENTACION								
DETALLE	CANTIDAD	MESES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	TOTAL ANIMALES EN HACIENDA	COSTO DE MANTENIMIENTO POR ANIMAL	TOTAL ANIMALES EN ESTUDIO	COSTO TOTAL POR LOTE DE GANADO EN ESTUDIO 5
Salario Mayordomo	1	1	616.000	616.000	250	2.464	5	12.320
Salario Vaquero	1	1	616.000	616.000	250	2.464	5	12.320
Jornales	10	1	21.000	210.000	250	840	5	4.200
MEDICAMENTOS								
vacunas	250	1	1.300	325.000	250	1.300	5	6.500
cipermetrina (cm) 4 por animal	1000	1	44	44.000	250	176	5	880
desparasitante (cm)6 por animal	1500	1	700	1.050.000	250	4.200	5	21.000
vitaminas (cm)	1500	1	2.000	3.000.000	250	12.000	5	60.000
SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS								
sal (kg)1 animal	250	1	1.500	375.000	250	1.500	5	7.500
miel de purga kg	50	1	1.400	70.000	250	280	5	1.400
MANTENIMIENTO DE POTRERO								
Jornales	4	1	21000	84.000	250	336	5	1.680
Tordon 101 LITRO	11	1	18000	198.000	250	792	5	3.960
Tractor combustible lts 180	15	1	8.500,00	127.500,00	250	510	5	2.550
conductor tractor	1	21000	21.000,00	21.000,00	250	84	5	420
JORNAL PARA SUPLEMENTACION CON FOLLAJE								
Jornal	30	1	21.000,00	630.000	250	2.520	5	12.600
TOTAL				6.736.500	250	29.466	5	147.330

En los cuadros anteriores se determina los gastos totales y unitarios de personal, medicamentos, suplementos alimenticios, mantenimiento de potreros que son los utilizados para mantener a los animales en óptimas condiciones.

En el Cuadro 9 se observa los gastos mensuales de los animales en pastoreo, en el Cuadro 10 se observa los gastos de los animales en pastoreo más suplementación, en donde da como resultado un gasto adicional de un jornal diario para la suplementación de los animales.

En el Cuadro 11 se realiza una proyección de los beneficios de cada sistema productivo para la Hacienda Villa de Fátima, en donde se compara la producción de animales en pastoreo, y los animales que se encuentran pastoreando y además que cuentan con suplementación.

Cuadro 11. Proyección de beneficio Hacienda Villa de Fátima.

HACIENDA VILLA DE FATIMA								
ALIMENTACION	NUMERO DE ANIMALES	PESO PROMEDIO POR ANIMAL COMPRA	INCREMENTO DE PESO MES 1	INCREMENTO DE PESO MES 2	INCREMENTO DE PESO PROMEDIO MENSUAL	MESES DE DURACION DE ENGORDE PARA VENTA	INCREMENTO DE PESO ESPERADO PARA VENTA	TIEMPO ESTIMADO PARA ALCANZAR EL PESO DE VENTA
POTRERO	5	280	53,8	9	31	5	140	4
GUACIMO	5	280	41,2	8	25	5	140	6

De acuerdo a los datos obtenidos el propietario de la Hacienda Villa de Fátima, los animales tardan 5 meses en alcanzar el peso promedio de venta (480Kg), pero con los resultados obtenidos en la prueba de incremento de pesos se determina

que los animales que no han sido suplementados obtiene el peso esperado y obtienen mejores rendimientos en menor tiempo (4 meses), mientras que los animales suplementados con Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) tardarían 6 meses en alcanzar el peso de venta, con lo que se puede inferir que sería más rentable obtener el peso esperado en menor tiempo, sin la suplementación con Guácimo (*Guazuma ulmifolia*).

En el Cuadro 12 se muestra la relación costo/beneficio con su utilidad y rentabilidad para la Hacienda California.

Cuadro 12. Relación costo/beneficio Hacienda Villa de Fátima más utilidad y rentabilidad

CUADRO RELACION DE RELACION BENEFICIO/COSTO - UTILIDAD Y RENTABILIDAD																		
HACIENDA	PRECIO DE COMPRA POR KILO	PESO DE ANIMAL COMPRA	PRECIO DE ANIMAL VENTA KILO	PESO DE ANIMAL VENTA	PRECIO DE COMPRA POR ANIMAL	PRECIO DE VENTA POR ANIMAL	UTILIDAD BRUTA	COSTO SIN SUPLEMENTACION	COSTO+ SUPLEMENTACION	INVERSION TOTAL POR ANIMAL SIN SUPLEMENTACION	INVERSION TOTAL POR ANIMAL CON SUPLEMENTACION	UTILIDAD NETA SIN SUPLEMENTACION	UTILIDAD NETA CON SUPLEMENTACION	RENTABILIDAD% SIN SUPLEMENTACION	RENTABILIDAD% CON SUPLEMENTACION	RELACION BENEFICIO/COSTO SIN SUPLEMENTACION	RELACION BENEFICIO/COSTO CON SUPLEMENTACION	
VILLA DE FATIMA	3000	280	3100	480	840000	1488000	648000		26976	29466	866976	869466	621024	618534	74,7	74,5	23,0	21,0

6.12.7 Utilidad = Beneficio - Costos. La utilidad calculada de pastoreo sin suplementación indica que el sistema generó ganancias por \$621.024 por animal.

La utilidad calculada de pastoreo más suplementación indica que el sistema generó ganancias por \$618.534 por animal.

6.12.8 Rentabilidad= Ingresos-egresos/egresos*100. La rentabilidad obtenida en sistema de pastoreo sin suplementación muestra que se obtuvieron ganancias del 74,7%.

La rentabilidad obtenida en el sistema de pastoreo más suplementación muestra que se obtuvieron ganancias del 74,5%.

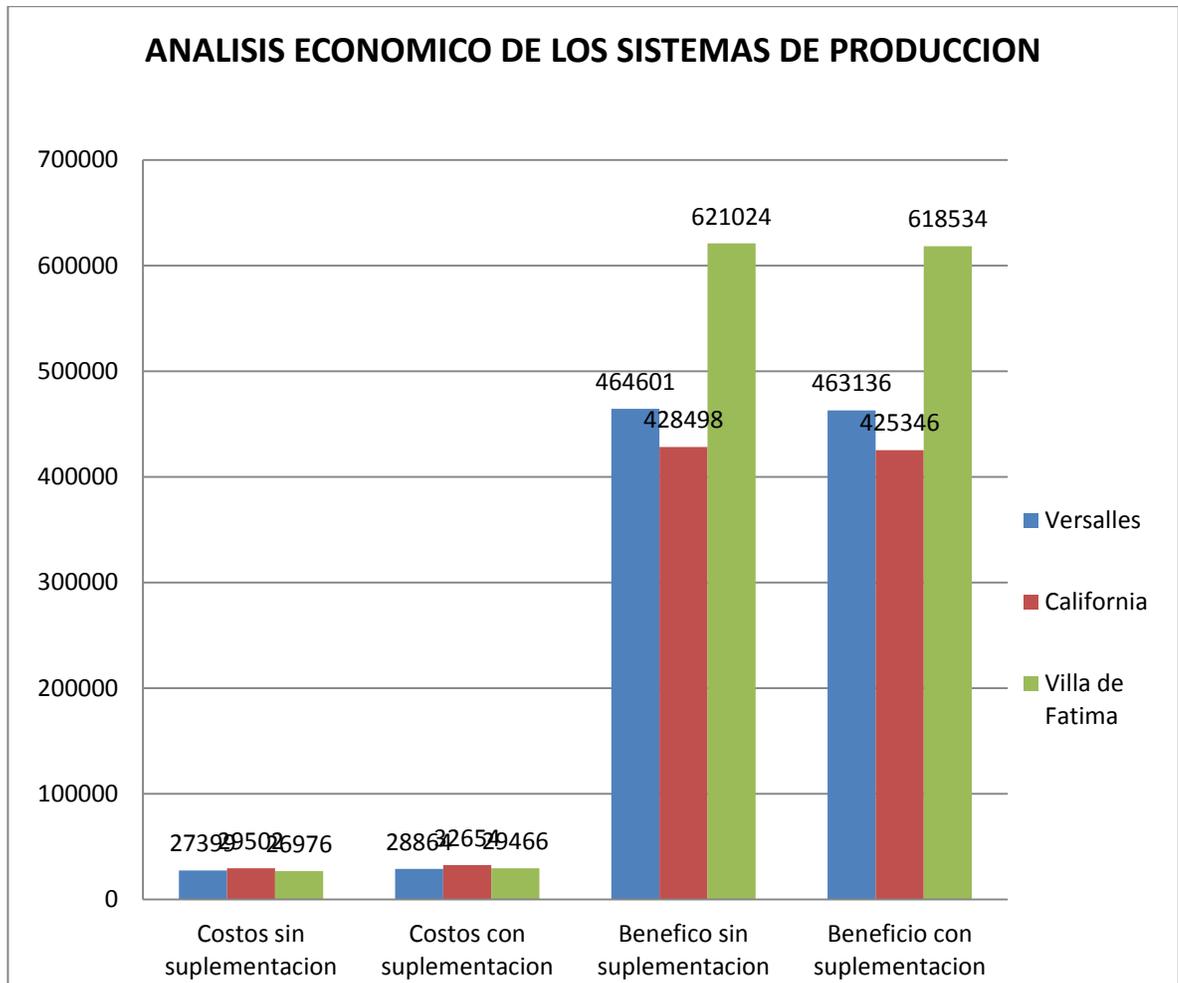
Resultados que conducen a que sin lugar a dudas se considere ésta una alternativa sustentable, debido a la generación de ganancias en cualquiera de las unidades productiva.

6.12.9 Relación beneficio/ costo = Ingresos – Egresos. La relación beneficio/costo sin suplementación indica que por cada peso invertido se recuperan 23 pesos.

Y la relación beneficio/costo con suplementación indica que por cada peso invertido se recuperan 21 pesos.

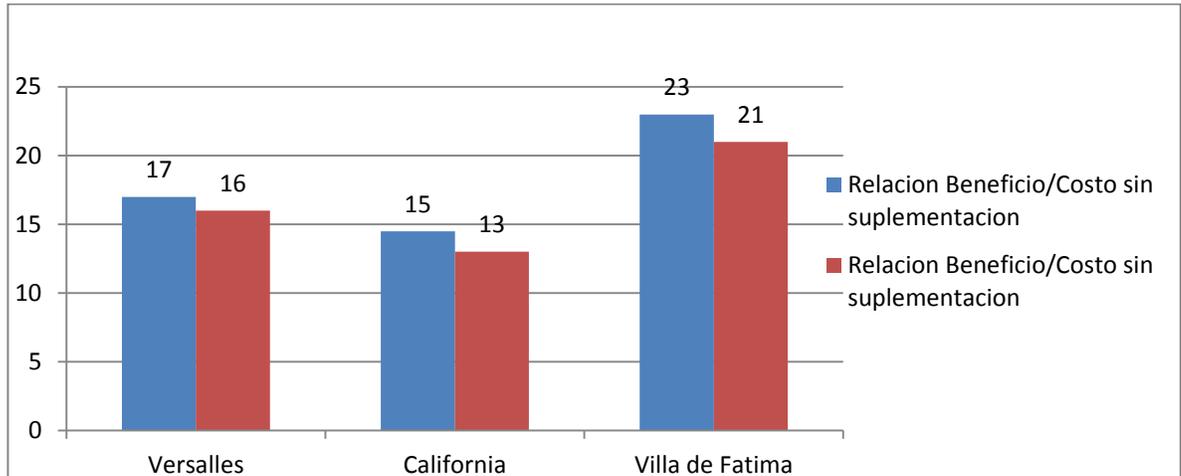
En la Figura 20 encontramos el análisis económico de costos y beneficios, tanto en pastoreo como en pastoreo más suplementación.

Figura 20. Análisis económico de los sistemas de producción.



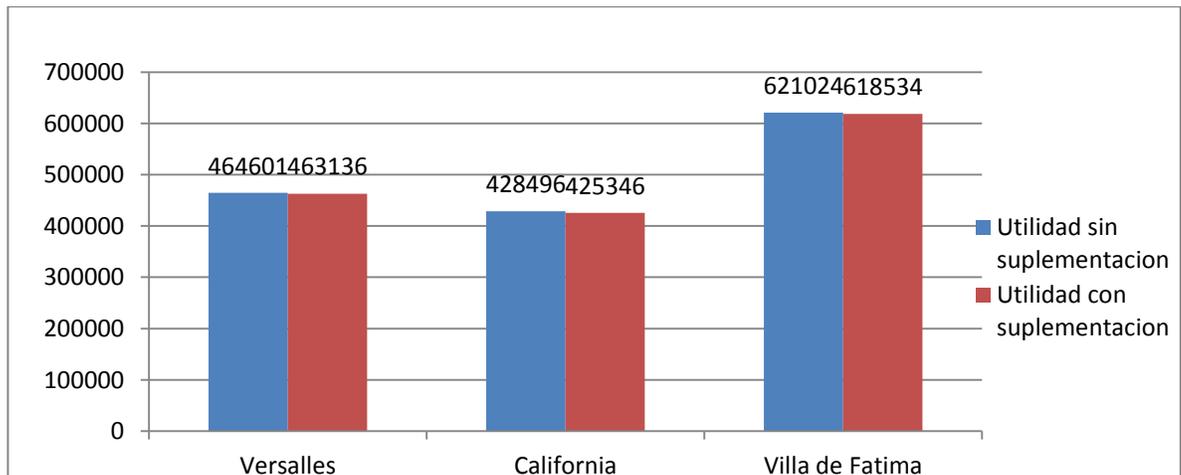
En la Figura 21 se analiza la relación beneficio/costo de los sistemas de producción en cada Hacienda.

Figura 21. Análisis gráfico de relación costo/beneficio de los sistemas de producción en los dos sistemas en cada Hacienda.



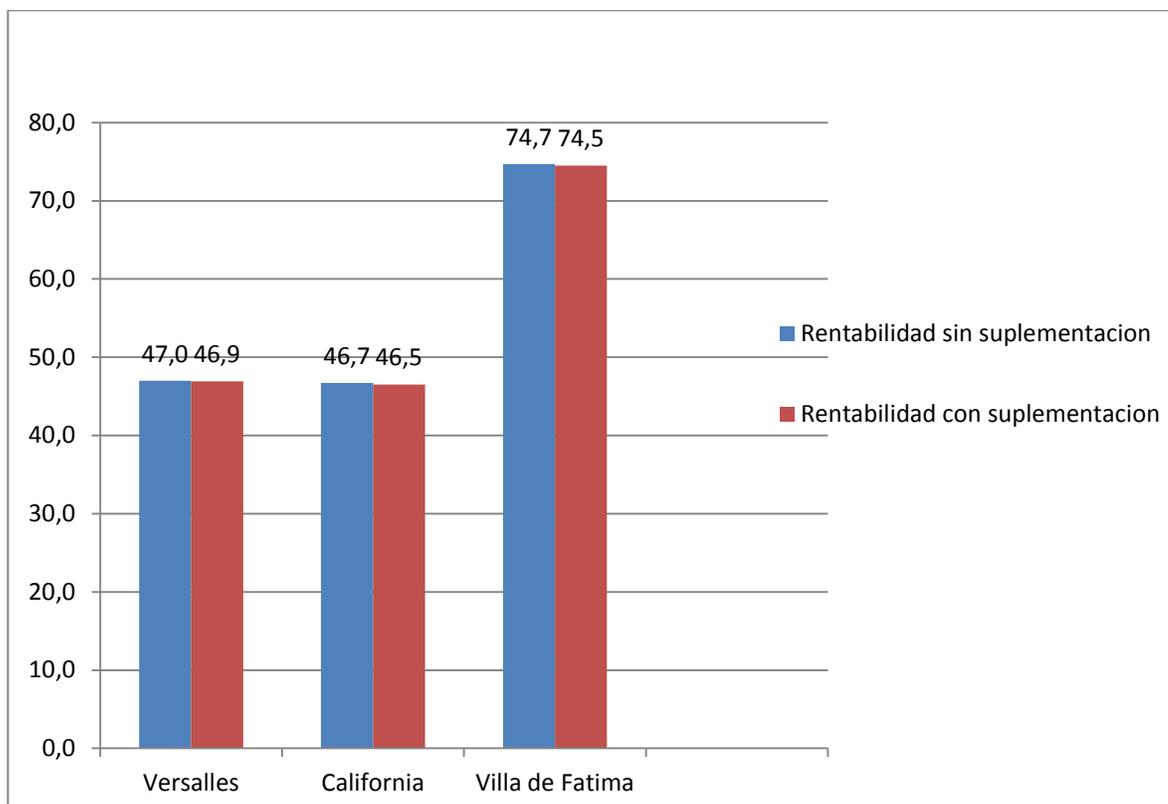
En la Figura 22 se relaciona la utilidad en los sistemas de producción tanto en pastoreo, como en pastoreo más suplementación.

Figura 22. Utilidad en los sistemas de producción tanto en pastoreo, como en pastoreo más suplementación.



En la Figura 23 se observa la rentabilidad de los sistemas de producción tanto en pastoreo como en pastoreo más suplementación.

Figura 23. Análisis gráfico de rentabilidad de los sistemas de producción en los dos sistemas.



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Los resultados de la MS obtenidos en los forrajes evaluados, permiten inferir que estas arbóreas y arbustivas representa una fuente alimenticia disponible para esta época crítica, considerando que se denotan las adaptaciones de las especies vegetales a las condiciones climáticas, que producen aportes de MS, que se pueden considerar óptimos para emplearse en la alimentación de bovinos.
- Los valores nutricionales de los forrajes evaluados aumentaron en la época de lluvia, sin embargo se constituyen en buena alternativa de alimentación en el bs-T.
- Las especies *P. lanceolatum* y *P. dulce* revisten buen potencial nutricional, considerando que a pesar de la oferta del pasto en potrero, los animales la consumieron ávidamente.
- Las especies *P. lanceolatum*, *P. dulce* y *P. saman* alcanzan una estabilidad nutricional y fenológica, considerando que sus características no variaron, aun frente a la presencia del Fenómeno del Niño durante la prueba experimental.
- Las especies *P. lanceolatum*, *P. dulce* y *P. saman* mostraron un excelente efecto frente al comportamiento animal, donde se evidencio en una gran curiosidad por observar, oler y probar el alimento, reflejándose así en el consumo voluntario y ganancia de peso.

7.2 RECOMENDACIONES

- Realizar análisis de digestibilidad de las especies trabajadas en esta investigación.
- Realizar un análisis bromatológico de los frutos de las especies evaluadas en este trabajo.
- Realizar un análisis de suelos en las fincas estudiadas, con el fin de determinar la calidad del mismo.
- Implementar un manejo agronómico a las especies estudiadas con el fin de fomentar el consumo por parte de los animales.
- Realizar un análisis cuantitativo de metabolitos secundarios con el fin de determinar de manera exacta sus niveles.

BIBLIOGRAFÍA

_____. Estimación de la composición botánica en pasturas y en sistemas silvopastoriles. (sin año). p. 225.

_____. *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. 1844. p. 174-175. Revisado en Marzo de 2015. En: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/45-legum38m.pdf.

ÁLVAREZ, A, ARMENTEROS, I, CORRALES, A, DOMÍNGUEZ, N FERNÁNDEZ, N y GONZÉLEZ QUEVEDO, M. FITOMED. Infomed Red Telemática de Salud en Cuba. 2004.

ÁLVAREZ, J. Tanino: la revolución enológica. Mito o Realidad. Revista Enología N° 2. Año IV. 2007. p. 4.

ALVEAR CAICEDO, C y MELO MELO, W. Caracterización botánica, nutricional y fenológica de especies arbóreas y arbustivas de uso potencial para sistemas silvopastoriles (SSP) en la zona de bosque muy seco tropical (bms-T) del norte de Nariño y sur del Cauca. Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Zootecnista. Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Pecuarias. Programa de Zootecnia. 2012. 122 p.

ARGOTYY BENAVIDES, F y COLLAZOS MUÑOZ, A. Composición florística y estructural del bosque secundario, granja botana, Universidad de Nariño. Tesis de grado Ingeniero Agroforestal. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. 2001. 163 p.

BAQUERO, L. et al Aquí van todos los autores. Suplementación de vacas doble propósito con frutos de algarrobbillo (*Pithecellobium saman*) durante el verano, Boletín de investigación N° 2 Valledupar Cesar. 1998

BAVERA, G. Hábitos de abrevado. Aguas y aguadas para el ganado. Sitio argentino de producción animal. 3°, Ed, del autor, Rio Cuarto. 2009. p. 1.

BENAVIDES, J. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. 1995.

BENAVIDES, J., Árboles y Arbustos forrajeros en América Central. Compilador. Serie Técnica. Informe Técnico # 236. Tomos I y II. 1994. p. 721.

BOTERO, R y RUSSO, R. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. San José de Costa Rica. 1998. p. 124-125.

BRAVO SALAS, J. Manejo de Pastizales; definición de conceptos y método de muestreo [diapositivas]. Torreón Coahuila-México. 2013. 15 diapositivas.

BRILMAN, J., MAIRE, C., Manual de valoración de empresas. Editorial Díaz de Santos, S.A. Madrid, España, 367p. BASAÑA, E., BRUNO. N., y GONZÁLEZ, R., 1992. Temas de administración financiera. Editorial Macchi. Buenos Aires, Argentina. 1992. p. 1990. 329.

CAÑOSA, M y ACUÑA, C. Extracto de las conferencias pronunciadas en las Jornadas de Cría Bovina, Fac. de Agron. y Vet., U.N.R.C. 1996.

CARDOZO VARGAS, J. El Matarratón (*Gliricidia sepium*) en la alimentación de rumiantes. Monografía para obtener el grado de especialización. Bogotá D.C. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Especialización Nutrición Animal Sostenible. 2013. p. 24.

CATIE. *Guazuma ulmifolia Lam.*, Especie de árbol de uso múltiple en América Central. p. 56, Serie técnica, Informe técnico No. 165.

CECCONELLO, G., BENEZRA, M y OBISPO, N. Composición química y degradabilidad ruminal de los frutos de algunas especies forrajeras de un bosque seco tropical. Zootecnia Tropical. Vol. 21. Número. 2, 2003. p. 149-165.

CHOW, F y CRUZ, J. Caracterización florística, estructural y silvocultural del arbolado urbano en nueve vías principales del Municipio de Managua. Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. 2009. p. 25.

CIPAGAUTA HERNANDEZ, M y ORJUELA CHAVES, J. Utilización de técnicas agrosilvopastoriles para contribuir a optimizar el uso de la tierra en el área intervenida de la amazonia. CORPOICA-FONADE. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. p. 6.

DOMÍNGUEZ CHAUZÁ, L y ERAZO CORAL, A. Evaluación de la fenología, reproducción y contenido nutricional de dos especies nativas: COLLA BLANCA *Verbesina arborea* y MUNCHIRO *Boehmeria fallax*, en el Municipio de Pasto, Departamento de Nariño. Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Agroforestal. Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. 2004. 114 p.

- DOMÍNGUEZ, E. Instrumentos para la medición de variables dasométricas. Central sindical independiente y de funcionarios. España. 2010.
- DOMÍNGUEZ, E. Instrumentos para la medición de variables dasométricas. Central sindical independiente y de funcionarios. España. 2010.
- ERNANI, P. *Cassia-rosea*. Taxonomía e nomenclatura Circular Técnica 117. Embrapa Florestas. 2006.
- ESQUIVEL, H, IBRAHIM, M, HARVEY, C, BENJAMIN, T y SINCLAIR. T. Arboles dispersos en los potreros de ranchos ganaderos en un eco-sistema de trópico seco. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14. 2011. p. 933-941.
- FICK, R., MCDOWELL, R., MILES, H., WILKINSON, N., FUNK, P., CONRAD, H., VALDIVIA, R., Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. Animal Science Department. Universidad de Florida. USA. 1979. p. 80.
- FISCHLER, A., WORTMANN, C. Green manures for maize-bean systems in eastern Uganda: Agronomic performance and farmers' perceptions. *Agroforestry Systems* 47(1-3). 1999. p. 123-138.
- FLOREZ, E. *Samanea saman*. (Jacq). Merr. Manual de semillas de árboles tropicales. Costa Rica. (sin año). p. 686.
- FRANCIS, J. *Guazuma ulmifolia* Lam. Guácima, SO-ITF-SM-47-New Orleans. LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 2006. p. 255.
- FONOLLÁ, J., SILVA, J., BOZA, J. Valoración nutritiva de Acacia salicina y Robinia pseudoacacia en ganado caprino. Programa de lucha contra la desertificación del Mediterraneo. Ministerio de Agricultura de España. 1998.
- GARCÍA, D y MEDINA, M. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. 2006.
- GARCIA, D, MEDINA, M, MORATINOS, O, COVA, L, TORRES, A, SANTOS, O y PERDOMO, D. Caracterización químico-nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado. 2009.
- GARCÍA, D. *et al.*, Composición química, factores antinutricionales potenciales y valor nutritivo de dos especies del género *Pithecellobium* (2006) p. 182

GARCÍA, D., MEDINA, M., DOMÍNGUEZ, A., BALDIZÁN, A y SOCA, M. Composición química, factores antinutricionales potenciales y valor nutritivo de dos especies del género *Pithecellobium*. Pastos y forrajes, Vol. 29, N° 2. 2006. p. 182.

GARCÍA, D., MEDINA, M., HUMBRÍA, C., DOMÍNGUEZ, A., BALDIZÁN, A., COVA, L y SOCA, M. Composición proximal, niveles de metabolitos secundarios y valor nutritivo del follaje de algunos árboles forrajeros tropicales. Archivos de Zootecnia. Vol. 55. Número 212, 2006. p. 377.

GARZÓN, E y DELGADO, J. Análisis multicriterio del estado de las pasturas de la hacienda ganadera GARCIA abajo en Corinto (Cauca-Colombia). Rev. Vet. Zoot. 61 (I). 2014. p. 64-82.

GILMAN, E y WATSON, D. *Cassia fistula* Golde-Shower. Forest Service Department of Agriculture. Southern group of state forests. Fact sheet ST-127. 1993. p. 1-3.

GIMÉNEZ ZAPIOLA, M. La etología aplicada a la ganadería. Márgenes Agropecuarios, Vol. 14 (163). 1999. p. 30-31.

GIRALDO, A. Potencial de la arborea guácimo (*Guazuma ulmifolia*), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles. Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. 1999.

GÓMEZ, M., MOLINA, H., MOLINA, J., MURGUEITIO, E. 1990. Producción de biomasa en seis ecotipos de Matarratón (*Gliricidia sepium*). Livestock Research for Rural Development. Vol. 2 No. 2.

GONZALES, L. Influencia del comportamiento de alimentación y social, y del uso de bicarbonato sódico sobre el pH ruminal en el cebo intensivo de terneros. Tesis Doctoral. Facultad de Veterinaria. Universidad Autónoma de Barcelona. 2007.

GRANDIN, T. ¿Acechar como un predador para manejar el ganado sin estrés? Departamento de ciencia animal. Colorado State University, Fort Collins. 2001. p. 1.

HERNANDEZ, S y GUTIERREZ, M. Manejo de sistemas Agrosilvopastoriles. s.f. p. 1.

HOLDRIDGE, L., Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica. 1978. p. 215.

HORMAZA MARTÍNEZ, P., FORERO HERNÁNDEZ, D., RUIZ ROMERO, R., y ROMERO ANGULO, H. Fenología de la palma de aceite africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) y del híbrido interespecífico (*Elaeis oleífera* (Kunt) Cortes x

Elaeis guineensis Jacq.). Centro de Investigación en Palma de Aceite. Departamento Administrativo de Ciencias, Tecnología e Innovación Colciencias. Bogotá-Colombia. 2010. p.

HURTADO, D, NOCUA, S, NARVAEZ SOLARTE, W y VARGAS SANCHEZ, J. Valor nutricional de la morera (*Morus* sp.), Matarratón (*Gliricidia sepium*), pasto india (*Panicum máximum*) y arboloco (*Montanoa quadrangularis*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*). *vet. zootec.* 6(1): 2012. p. 56-65.

IDEAM. Boletín informativo sobre el monitoreo de los fenómenos de variabilidad climática “el niño” y “la niña”. Boletín N° 63, 64, 66 y 67. 2014. p. 2.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. Localización fincas en estudio- Valle del Patía-Cauca. [On line], 2015.

INSUASTY SANTACRUZ, E. APRÁEZ GUERRERO, E. y CERÓN GALVEZ, A. Caracterización botánica, nutricional y fenológica de especies arbóreas y arbustivas de bosque muy seco tropical. *Ciencia Animal*, (6), 2013. p. 109-124.

JIMENEZ TOVAR, Y y RESTREPO SAENZ, C. Funcionamiento ruminal de animales alimentados con forrajes de baja calidad y suplementados con frutos de saman (*Pithecellobium saman*). Trabajo de Grado, presentado para optar el título de zootecnista. Bogotá. Universidad de la Salle. Facultad de Zootecnia. 1999. p. 23.

KEIM, J. Fibra en la dieta de vacas lecheras a pastoreo. Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. 2013.

LAGGER, J., TOLKAMP, B., HASKELL, M., OTROSKY, N., MEGLIA, G., MATA, H y LARREA, A. Comportamiento social en vacas y vaquillonas en Tambos: Dominantes y Subordinadas. *Revistar veterinaria Argentina*. 2011. p. 1.

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

LIGOUT, S., PORTER, R., Social discrimination in lambs: the role of indirect familiarization and methods of assessment. *Journal of Animal Behaviour* 65. 2003. p. 1109-1115.

LLANDERAL OCAMPO, T. Sistemas Silvopastoriles. SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Montecillo. México. s.f. p. 1.

LOKER, M. Where is the beef? Incorporating cattle into sustainable agroforestry systems in the Amazon Basin. *Agroforestry Systems* 25. 1994. p. 227-241.

LÓPEZ TECPOYOTL, G. Sistemas Agroforestales. SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Puebla. México. 2007. p. 1.

MAHECHA, L., ROSALES, M. Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl]. Gray), en la producción animal en el trópico. *Livestock Research for Rural Development* 17 (9) 2005.

MALLEUX, J. Estudio de la relación D.A.P con el diámetro de la copa en un bosque húmedo subtropical. Facultad de Ciencias Forestales-CEDINFOR. *Revista Forestal del Perú*. Vol. 4 (1-2): 1-5. (sin año).

MARTÍNEZ MARTÍNEZ, L. Influencia del número y separación de los puntos en la composición botánica. Tesis Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. División de Ciencia Animal. Departamento de Recursos Naturales Renovables. 1999. 22 p.

MAS, E. ¿Qué es la Agroforestería? Árboles en Acción. USDA Servicio de Conservación de Recursos Naturales. (sin año). p. 1.

MEDINA, M, *et al.* Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*. Instituto Nacional de Investigación Agrícolas Venezuela. ISSN: 0798-7269. Vol. 27. Núm., 2. 2009. 121-134 p.

MENDOZA, P y LASCANO, C. Mediciones en la pastura en ensayos de pastoreo. Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas. (sin año). 143-165 p.

MEZA SANCHEZ, R. Importancia y prácticas de sistemas agroforestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de investigaciones Regional del Noroeste Campo Experimental Todos Santos. México. 2003. p. 1.

MUÑOZ RAMIREZ, S y VILLOTA PORTILLO, T. Evaluación de macrofauna y composición florística en sistemas productivos de Café (*Coffea arabica* L.), Municipio de la Unión, Nariño. Trabajo de grado Ingeniero Agroforestal. San Juan de Pasto. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal. 2014. 31 p.

MURGUEITIO R, E, AUGUSTO CUARTAS, C y CARO GAMBOA, M. Módulo de sistemas silvopastoriles. Núcleos Municipales de Extensión y Mejoramiento para pequeños ganaderos. ASISTEGAN. FEDEGAN. Bogotá D.C. 2009. p. 11.

MURGUEITIO, E y CALLE, Z. Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Fundación CIPAV. Cali s.f. p. 36.

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

NAVAS PANADERO, A. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. Revista de Medicina Veterinaria. N° 19. 2010. p. 116.

NELSON, J. and FUR'S, A., Ethology. Journal of Ethology. 1966.

NEWSTROM, E., FRANKIE, W and BAKER, G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at La Selva, Costa Rica. Biotrópica 26: 141-159.

NIEMBRO ROCAS, A. *Cassia fistula* L. Part II-Species Descriptions-Cassia fistula. Instituto de ecología, A.C. Xalapa, Veracruz. México.) sin año). p. 366.

NOREÑA GRISALES, J. Metodologías para la evaluación de praderas de kikuyo *Pennisetum clandestinum* Holchst. Ex. Chiov. Revista despertar lechero. Edición N° 31. Medellín-Colombia. 2009. 20-33 p.

OFI-CATIE. *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. Leguminosae mimosoideae. Revisado en Marzo de 2015.

OFI-CATIE. *Samanea saman* (Jacq.) Merrill. Leguminosae mimosoideae. Revisado en Diciembre de 2015. p. 859.

OJEDA *et al.* Selección de especies leñosas por vacunos en silvopastoreo de un bosque semicaducifolio en Venezuela. Archivos de Zootecnia. Vol. 61. Núm. 235. p. 361.

OJEDA, A., OBISPO, N., CANELONES, C y MUÑOZ, D. Selección de especies leñosas por vacunos en silvo-pastoreo de un bosque semicaducifolio en Venezuela. Archivos de Zootecnia. Vol. 61, número. 235, 2012. p. 361.

OJEDA, P, RESTREPO, J VILLADA, D y GALLEGGO, J. Sistemas silvopastoriles, una opción para el manejo sustentable de la ganadería. Manual de capacitación: Sistemas agrícolas sostenibles en la Región Andina. Santiago de Cali, Valle del Cauca. 2003. 1-52 p.

OLARTE NUÑEZ, L. Evaluación de la diversidad florística y estructural de un bosque secundario en el Municipio de Santa Rosa (Cauca-Colombia). Trabajo de

grado Especialista en Ecología con Énfasis en Gestión Ambiental. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño. Vicerrectoría de Investigaciones, posgrados y relaciones Internacionales. Especialización en Ecología con Énfasis en Gestión Ambiental. 2009. 67 p.

OROZCO BARRANTES, E. manual de bancos forrajeros. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 2014.

ORWA, C, MUTUA, A, JAMNADASS, R y ANTHONY, S. Agroforestry Database a tree reference and selection guide versión 4.0. 2009. p. 1.

OTERO, M e HIDALGO, L. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parásitos gastrointestinales (una revisión). *Livestock Research for Rural Development*. 16 (2). 2004.

PADILLA PORTILLA, M. Evaluación de la producción cuyícola bajo arreglos silvopastoriles con Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), Acacia de la Pradera (*Senegalia angustissima*), Reventador (*Clibadium sp*), Guatemala (*Tripsacum andersonni*) e Imperial (*Axonopus scoparius*) en clima medio del Departamento de Nariño. Tesis de grado para optar el título de Magister. San Juan de Pasto. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrarias. Área de énfasis producción animal. 2013. 145 p.

PALOMEQUE FIGUEROA, E. Sistemas Agroforestales. Huehuetán, Chiaoas, México. 2009. p. 1.

PALOU OLIVER, A, PICÓ SEGURA, C, BONET PIÑA, M, OLIVER VARA, P, SERRA VICH, F, RODRÍGUEZ GUERRERO, A y RIBOT RIUTORT, J. El libro blando de los esteroides vegetal. El libro blanco de los esteroides vegetales en alimentación. 2º Edición. España. 2005. p. 81.

PEREYRA, H y LEIRAS, M. Comportamiento bovino de alimentación, rumia y bebida. *Fleckvieh-Simmental*. 9 (51). p. 24-27.

PÉREZ, A, IBRAHIM, N, VILLANUEVA, C, SKARPE, C y GUERIN, H. Rasgos funcionales que determinan la calidad nutricional y preferencia de leñosas forrajeras en sistemas de alimentación ganadera en zonas secas. Sistemas silvopastoriles, o camino para a economía verde na pecuária mundial. VII Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroforestais para a Producao pecuária Sustentável. (sin año). p. 189.

PÉREZ, H. Evaluación de la hoja del árbol de caulote (*Guazuma ulmifolia*) como alimento para humanos. 2010. p. 31.

PÉREZ, J, AVILES, F, ALBARRÁN, B, ROJAS, S, y ORTEGA, C. Identificación, usos y medición de leguminosas arbóreas forrajeras en ranchos ganaderos del sur del estado de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14. 2011. p. 739-748.

PEZO, D. Curso manejo de Pastos. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencias Animal. (sin año). Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/77675316/Composicion-Botanica-determinacion#scribd>.

PHILLIPS, C y MORRIS, I. The ability of cattle to distinguish between and their preference for, floors with different levels of friction, and their avoidance of floors contaminated with excreta. *Animal Welfare*. 2002. 21-29 p.

PINTO RUIZ, R, HERNANDEZ, D, GÓMEZ, A, QUIROGA, M y PEZO, D. Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: Usos y características nutricionales. *Universidad y ciencia* vol.26 no.1. 2010.

RAMIREZ AVILES, L, KU VERA, J y ALAYÓN GAMBOA, J. Follaje de árboles y arbustos en los sistemas de producción bovina de doble propósito XX Reunión ALPA, XXX Reunión APPA. *Archivo Latinoamericano de producción animal*. Vol. 15. (Supl. 1). Cusco-Perú. 2007. p. 251.

RAMIREZ R, W. Manejo de Sistemas Agroforestales. p. 11.

RODRIGUEZ, G y RONCALLO, B. Producción de forraje y respuesta de cabras en crecimiento en arreglos silvopastoriles basados en *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena Leucocephala* y *Crescentia cujete*. *CORPOICA Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 14 (1). 2013. p. 77-89.

ROJAS RODRIGUEZ, F y TORRES CÓRDOBA, G. Árboles del valle central de Costa Rica: reproducción Caña Fístula (*Cassia fistula*). *Revista forestal Mesoamericana Kurú*. Vol. 9, N° 23. Costa Rica. 2012. p. 49.

ROMAN MIRANDA, L. Evaluación de cinco especies arbóreas nativas como fuente de alimento para rumiantes en el trópico seco. Tesis para obtener el título de Doctora en Ciencias Pecuarias. Colima, Colima. México. 2001. p. 56.

ROMAN, L. Evaluación de cinco especies arbóreas nativas como fuente de alimento para rumiantes en trópico seco. 2001., p. 81.

ROSALES, M, MURGUEITIO, E, OSORIO, H, SPEEDY, A y SÁNCHEZ, M. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica (conclusiones y evaluación de la conferencia electrónica). s.f. p. 417.

RUIZ VÁSQUEZ, T y FEBLES PÉREZ, G. Enfoque acerca del trabajo sobre árboles y arbustos desarrollados por el Instituto de Ciencia Animal de Cuba.

Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Grupo multidisciplinario de leguminosas. Cuba. s.f. p. 309.

SANS, F. La diversidad de los agroecosistemas. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente. 16 (1). 2007. p. 44-49.

SERRANO, J, ANDRADE, H y MORA, J. Caracterización de la cobertura arbórea en una pastura del trópico seco en Tolima, Colombia. Agronomía Mesoamericana 25 (I). 2014. p. 99-110.

SIRE CONAFOR-PRONARE. *Guazuma ulmifolia* Lam. Paquetes tecnológicos. (sin año). p. 1. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/928Guazuma%20ulmifolia.pdf>.

SKOLMEN, R. *Pithecellobium saman* (Jacq). Benth. Mokey-pod. Department of Agriculture, Forest Service. 1990. p. 507-510.

SKOLMEN, R. *Samanea saman* (Jacq) Merr Samán, monkey-pod. 1990. p. 461.

SOSA RUBIO, E, PÉREZ RODRÍGUEZ, D, ORTEGA REYES, L y ZAPATA BUENFIL, G. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. Tropical trees and shrubs forage potencial for sheep feeding. Téc Peru Méx; 42 (2). 2004. p. 130.

SRTI. Smithsonian Tropical Research Institute. *Pithecellobium lanceolatum*. Disponible en: biogeodb.stri.si.edu/bioinformatics/sarigua/species/77.

STAPLES, G y ELEVITCH, C. *Samanea saman* (rain tree). Fabaceae (legume family). Species profiles for pacific island agroforestry. www.traditionaltree.org 2006. p. 2.

TRUJILLO, E. El Samán campano: a la sombra del gigante. Consultado en Diciembre de 2014. Disponible en: www.revista-m.com

UGALDE, L. Conceptos básicos de dasometría. Consultado: Septiembre 2.015. Disponible en <http://www.sidalc.net/repdoc/a5909e/a5909e.pdf>

VAN SOEST, P. Evaluación de forrajes y calidad de los alimentos para Rumiantes. 1994.

VARGAS PARRA, R. Efecto de la frecuencia e intensidad de pastoreo sobre el rendimiento, composición botánica y calidad nutritiva de una pradera mixta *Lolium perenne* L – *Trifolium repens* L. Tesis Licenciado en Agronomía. Valdivia-Chile.

Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela de Agronomía. 2010. 110 p.

VEGA, M. Planificación agroforestal participativa para el enriquecimiento de fincas categorizadas organizadas con especies leñosas perennes útiles. Tesis Maestría. CATIE. Alto Beni. Bolivia. 2005. p. 105.

VELASCO, M, PEREZ GROVAS, R, GONZALEZ, V, HERNANDEZ, A, SALVADOR, M y MARTINEZ, J. Etnobotánica, fenología y producción de nainas en arboles de *Cassia grandis* L.f. del centro de Chiapas. Artículo Científico. Rev. Fitotec. Méx. Vol. 22 (4). 2010. p. 333-341.

WATTIAUX, Y., y HOWARD, W. Alimentación de concentrados. Esenciales lecheras-Nutrición y alimentación. Universidad de Wilsconsin-Madison. 2003. 25-28 p.

YZARRA TITO, W y LÓPEZ RÍOS, F. Manual de observaciones fenológicas. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-Senamhi Ministerio de Agricultura. Perú. 8sin año). p. 10.

ZAPATA, P. Efecto del guácimo (*Guazuma ulmifolia*), carao (*Cassia grandis*) y roble (*Tabebuia rosea*) sobre la productividad primaria neta aérea y composición florística de pasturas naturales en Muy Muy y Matiguas, Nicaragua. Tesis Maestría. CATIE. 2010. p. 58.

ZULUAGA S, A, ZAPATA CADAVID, A, URIBE, F, MURGUEITIO, E, CUARTAS, C, NARANJO, J, HERNANDO MOLINA, C, SOLARTE, L y VALENCIA, L. Capacitación de establecimiento de sistemas silvopastoriles. FEDEGAN. SENA. Bogotá. p. 6.

ANEXOS

Tabla 14. Anexo. Análisis proximal de las especies con potencial forrajero en una zona de bosque seco tropical (bs-T)

NUTRIMENTO	<i>Pithecellobium lanceolatum</i>		<i>Pithecellobium dulce</i>		<i>Guazuma ulmifolia</i>		<i>Pithecellobium saman</i>		<i>Cassia fistula</i>	
	EPOCA		EPOCA		EPOCA		EPOCA		EPOCA	
	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca	Lluviosa	Seca
% MS	44,5%	30,9%	41,4%	35%	41,9%	36,6%	47,1%	36,7%	45,3%	47,3%
% PC	17,4%	22,1%	18,2%	23,3%	15,2%	14,9%	21,1%	23,5%	16,0%	13,8%
EB Kcal/100g	459	462	487	478	464	457	523	504	490	475
% FC	40,2%	57%	28,3%	46,8%	32,9%	53,3%	29,9%	55,6%	25%	50,7%
% ELN	21,7%	7,1%	39,3%	20,9%	36,3%	20,7%	34,8%	11,9%	48,2%	23,4%
% CENIZAS	15,1%	9,7%	8,55%	5,68%	9,24%	8,07%	4,5%	4,63%	6,31%	7,33%
% E.E.	5,6%	4,1%	5,62%	3,38%	6,37%	2,98%	9,72%	4,33%	4,52%	4,74%
% FDN	55,2%	53,6%	49,3%	40,4%	58,4%	56,8%	51,8%	52,1%	33,8%	38,1%
% FDA	39,5%	39,1%	31,3%	29,7%	26,3%	39,5%	34,9%	38,3%	24,2%	30%
% LIGNINA	10,3%	12,2%	11,4%	10,2%	10,1%	16,4%	12,5%	13,3%	7,78%	12,1%
% CELULOSA	23%	26,1%	18,7%	19,5%	14,8%	22,9%	20,9%	25,0%	14,7%	18,1%
% HEMICELULOSA	15,8%	14,6%	18%	10,7%	32,1%	17,4%	16,9%	13,8%	9,62%	8,13%