



Universidad Central de Venezuela
Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias
Postgrado en Producción Animal
Trabajo de Grado

PATRONES DE DEFOLIACIÓN DE *LEUCAENA LEUCOCEPHALA* (LAM. DE WIT) POR BECERROS EN UN ÁREA DE LA CUENCA SUR DEL LAGO DE MARACAIBO

Estudiante graduada: Adriana Del Carmen Morgado Osorio

Tutor: Eduardo Andrés Chacón

Asesores: Luís Arriojas y Luís Paredes⁽⁺⁾

Maracay, Junio de 2014

PATRONES DE DEFOLIACIÓN DE *LEUCAENA LEUCOCEPHALA*(LAM. DE WIT) POR BECERROS EN UN ÁREA DE LA CUENCA SUR DEL LAGO DE MARACAIBO

ADRIANA DEL CARMEN MORGADO OSORIO

TUTOR: Dr. EDUARDO ANDRÉS CHACÓN

Trabajo de grado presentado al Postgrado de Producción Animal por la Ing. Adriana Del Carmen Morgado Osorio como requisito parcial para optar al título de Magíster Scientiarum en Producción Animal, Mención Sistemas de Producción con Rumiantes

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTADES DE AGRONOMÍA Y CIENCIAS VETERINARIAS

POSTGRADO EN PRODUCCIÓN ANIMAL

Maracay, Junio de 2014

DEDICATORIA

A la Memoria de las Abuelas Eliana Osorio y María Martínez. Al Prof. y gran Amigo Luis Paredes... Que Dios los tenga en su Santa Gloria!

A mis Padres, Hermanos, Sobrinos y a Graciela Morgado!

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso y a la Santísima Virgen María en la Advocación de la Virgen de la Caridad y la Virgen del Valle, a los Santos y Ángeles quienes me guían y alimentan mi espíritu en todo momento. A mis padres Silvia y Elías por ser los seres más maravillosos de este mundo. A mis hermanos Silvelys, Adrian y Mayela quienes siempre me motivan para seguir adelante. A mis hermosos sobrinos Jean Franco y Brian Jesús que sirva de ejemplo y guía en sus vidas. A Graciélita por siempre estar pendiente y a toda mi familia...

Al Prof. Eduardo Chacón por su dedicación, comprensión, ayuda, conocimiento, amistad y por su lección de vida.

Al Prof. Luis Arriojas mi respeto y admiración por su apoyo incondicional en la consecución de este logro, Dios lo bendiga...

Econ. Ingrid Barrades por todos sus consejos...

A la Dra. Susmira Godoy por todo su apoyo; y a la amiga Ada Lugo por sus sabios consejos.

Al Prof. Wilfre Machado y a Javier Roso por todo su apoyo.

Al Sr. Celestino Vega por su gran apoyo.

Al Postgrado en Producción Animal de la Universidad Central de Venezuela y a todos sus profesores por la formación.

Al Fondo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación por el financiamiento otorgado.

A la familia Sulbarán propietarios de la Hacienda "La Grapa"... por tratarme como un miembro más de ellos... Al Sr. José Ríos y a su familia por toda la ayuda en el campo, definitivamente sin su ayuda hubiese sido dificultoso la realización de esta investigación.

A los técnicos de la empresa Lácteos los Andes C.A (León y Ruperto), por el apoyo en la recolección de las muestras.

Al personal del Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela.

A mis amigas Elizabeth Valecillos, Ydaima Cousin, Annerys López, Marelimar Bravo, Marbelia Villavicencio, Silvia Lozano, Catearis Mata, Zuli Peñaloza, Karina Rivas, Yaquelin Gonzalez, Mónica Román, Yeimi Delgado por su valiosa colaboración en todo momento.

Hubo muchas personas (Técnicos, Profesores...), que me ayudaron y quizás ahora que voy a mencionarlas se me quede alguien por fuera mil disculpas si olvido mencionar a alguien: Mayda Rivas, Arilú Vivas, Hilda Parra, Catalina Ramis, Glen Hernández, Zoraida Linares, Julio Loaiza, Mauro Jiménez, Youlhnali, Ana Torres, Jesús Viloría, Pablo Pizzani, Rolando Hernández, Abisai Gutierrez, María Hernández, Adolfo Torres, Ana Herrera...

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo General.....	2
2.2. Objetivos Específicos.....	2
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
3.1. Generalidades.....	3
3.2. Origen, distribución y caracterización de la <i>Leucaena leucocephala</i>	4
3.3. Potencial de la <i>Leucaena leucocephala</i> como planta forrajera.....	9
3.4. Utilización de leucaena como recurso alimenticio para rumiantes... 15	
3.4.1. Valor nutritivo.....	15
3.4.2. Suplementación con leucaena.....	17
3.5. Conducta ingestiva del rumiante a pastoreo.....	21
3.6. Conducta ingestiva en rumiantes a potreros con <i>Leucaena leucocephala</i>	29

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
4.1. Ubicación y características agroecológicas del área experimental.	32
4.2. Descripción del experimento y tratamientos.....	33
4.2.1. Etapa pre experimental.....	34
4.2.2. Etapa experimental.....	35
4.2.2.1. Estimación de la MV y MS presente.....	35
4.2.2.1.2. Toma de muestras de vegetación.....	35
4.2.2.2. Determinación de la estructura y composición química de biomasa de leucaena y herbáceas acompañantes.....	40
4.2.2.3. Estudio de la conducta ingestiva y cambios de peso de rumiantes.....	41
4.2.2.3.1. Manejo de potreros.....	41
4.2.2.3.2. Manejo de los animales.....	41
4.2.2.3.3. Procedimiento experimental.....	42
4.3. Análisis estadístico de los datos.....	44
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	46
5.1. Registro de precipitaciones.....	46
5.2. Análisis físico-químico del suelo.....	47
5.3. Levantamiento de vegetación herbácea en potreros experimentales.	48
5.4. Estimación de la materia seca presente y estructura de los bancos de leucaena y herbáceas acompañantes.....	49
5.4.1. Biomasa y estructura de la biomasa de la <i>Leucaena leucoce-</i> <i>phala</i> y herbáceas acompañantes.....	50
5.4.2. Proteína cruda, componentes de la pared celular y niveles	

de calcio (Ca) y fosforo (P) de la biomasa de <i>Leucaena leucocephala</i> y herbáceas acompañantes.....	55
5.5. Oferta forrajera de <i>Leucaena leucocephala</i> y herbáceas acompañantes.....	60
5.6. Patrones de defoliación de la leucaena y herbáceas acompañantes.	62
5.7. Utilización de vegetación arbustiva y herbácea.....	67
5.8. Conducta ingestiva y cambio de peso de los animales.....	69
5.9. Análisis de correlación canónica.....	75
VI. DISCUSIÓN GENERAL.....	83
6.1. Características de la biomasa presente.....	83
6.2. Oferta forrajera y defoliación.....	85
6.3. Utilización.....	86
6.4. Interrelación animal-planta.....	87
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
IX. ANEXOS.....	103

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
1	Potencial de crecimiento de la <i>Leucaena leucocephala</i> en función de la fertilidad de los suelos y la precipitación.....	10
2	Posibles situaciones que se pueden presentar en la utilización de Bancos de <i>Leucaena</i>	14
3	Análisis químico proximal y digestibilidad de la materia orgánica de <i>L. leucocephala</i> en diferentes condiciones de corte.....	16
4	Ganancia diaria de peso en becerros postdestete bajo tres modalidades alimenticias EE. La Antonia.....	18
5	Efecto del acceso a bancos de <i>Leucaena</i> sobre producción de leche.....	22
6	Impacto de la investigación tecnológica sobre la respuesta biofísica y bioeconómica. Programa de desempeño tecnológico en recursos alimentarios de Lácteos los Andes (PDTRA – LLA).....	23
7	Distribución de los animales por grupos de peso.....	42
8	Matriz de datos multivariantes.....	45
9	Características físico-químicas del suelo del área experimental..	48
10	Composición porcentual de las herbáceas presentes en bancos de leucaena.....	49
11	Estructura de la <i>Leucaena leucocephala</i>	50
12	Biomasa y estructura de la vegetación herbácea en dos épocas del año.....	52
13	Proteína cruda, componentes de la pared celular y niveles de calcio (Ca) y fosforo (P) de la biomasa de la <i>Leucaena leucocephala</i> y herbáceas acompañantes durante la época de lluvias....	57
14	Proteína cruda, componentes de la pared celular y niveles de calcio (Ca) y fosforo (P) de la biomasa de la <i>Leucaena leucocephala</i> y herbáceas acompañantes durante la época de sequía....	58

15	Oferta forrajera de leucaena.....	60
16	Oferta forrajera de leucaena/ animal.....	61
17	Oferta forrajera de herbáceas.....	61
18	Oferta forrajera de herbáceas/animal.....	62
19	VARIABLES DISCRIMINANTES PARA LA ESTIMACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE BIOMASA DE LA <i>Leucaena leucocephala</i>	64
20	Promedio de utilización de los componentes de la <i>Leucaena leucocephala</i> en dos épocas del año.....	67
21	Promedio de utilización del componente herbáceo de los potreros de <i>Leucaena leucocephala</i> en dos épocas del año.....	68
22	Conducta ingestiva de becerros en bancos de leucaena en las épocas de lluvias y sequía.....	70
23	Coeficientes de correlación canónica entre los conjuntos de variables de conducta ingestiva y oferta forrajera para la época de sequía.....	77
24	Prueba de hipótesis para los coeficientes de correlación canónica entre los conjuntos de variable de conducta ingestiva y oferta forrajera para la época de sequía.....	77
25	Estadísticos de múltiples variables y aproximaciones F.....	77
26	Coeficientes canónicos estandarizados para las variables de conducta ingestiva y oferta forrajera en la época de sequía.....	78
27	Coeficientes de correlación canónica entre los conjuntos de variables de conducta ingestiva y oferta forrajera para la época de lluvias.....	79
28	Prueba de hipótesis para los coeficientes de correlación canónica entre los conjuntos de variable de conducta ingestiva y oferta forrajera para la época de lluvias.....	80
29	Estadísticos de múltiples variables y aproximaciones F.....	80
30	Coeficientes canónicos estandarizados para las variables de conducta ingestiva y oferta forrajera en la época de lluvias.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1 Carta topográfica 5943. “Hacienda La Grapa” Sur Cuenca del Lago de Maracaibo, Sector Caño Silva, Municipio Sucre, Edo Zulia.....	33
2 Esquema del área experimental y sitios de muestreo de vegetación herbácea y arbustiva.....	37
3 Plan de muestreo de vegetación herbácea y arbustiva para estimación de disponibilidad forrajera.....	39
4 Registro de precipitación anual “Hacienda La Grapa” Sur Cuenca del Lago de Maracaibo.....	46
5 Altura de plantas (cm) de <i>Leucaena leucocephala</i> en potreros experimentales en las dos épocas de evaluación.....	54
6 Altura de gramíneas acompañantes del banco de leucaena en potreros experimentales.....	54
7 Biomasa presente (KgMS/ha) en ramas de leucaena de diferentes diámetros en dos épocas de evaluación.....	62
8 Altura (cm) de plantas de <i>Leucaena leucocephala</i> en dos épocas del año.....	63
9 Materia seca de herbáceas acompañantes del banco de leucaena	65
10 Altura de las herbáceas acompañantes del banco de leucaena en las dos épocas de evaluación.....	66
11 Comportamiento animal de los diferentes grupos expresado como porcentaje del tiempo utilizado en realizar diferentes actividades en la época de lluvias.....	71

12	Comportamiento animal de los diferentes grupos expresado como porcentaje del tiempo utilizado en realizar diferentes actividades en la época seca.....	71
13	Comportamiento animal, expresado como porcentaje del tiempo utilizado en realizar diferentes actividades en la época de lluvias	73
14	Comportamiento animal, expresado como porcentaje del tiempo utilizado en realizar diferentes actividades en la época de sequía	73
15	Cambios de peso de becerros utilizados en el ensayo en dos épocas de evaluación.....	75

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexos	Pág.
1 Imagen satelital de las coordenadas UTM de la “Hacienda La Grapa”.....	103
2 Nombres comunes y familias de las especies herbáceas presentes en el banco de leucaena.....	104
3 Materia seca y estructura de la <i>Leucaena leucocephala</i> potreros 17 y 18 época de lluvias y época seca.....	105
4 Materia seca y estructura de la <i>Leucaena leucocephala</i> promedio de los potreros 17 y 18 época de lluvias y época seca.....	106
5 Oferta forrajera de leucaena/KgPV al inicio y al final de la defoliación en la época de lluvia.....	107
6 Oferta forrajera de leucaena/KgPV al inicio y al final de la defoliación en la época de sequía.....	108
7 Oferta forrajera de leucaena/animal al inicio y al final de la defoliación en la época de lluvias.....	109
8 Oferta forrajera de leucaena/animal al inicio y al final de la defoliación en la época de sequía.....	110
9 Oferta forrajera de herbáceas g/KgPV al inicio y al final de la defoliación en dos épocas de evaluación.....	111
10 Oferta forrajera de herbáceas Kg/animal al inicio y al final de la defoliación en dos épocas de evaluación.....	112
11 Promedio de utilización de los componentes de la <i>Leucaena leucocephala</i> en dos épocas del año en el potrero 17.....	113
12 Promedio de utilización de los componentes de la <i>Leucaena leucocephala</i> en dos épocas del año en el potrero 18.....	114

RESUMEN

Con la finalidad de estudiar los patrones de comportamiento de becerros de diferentes edades defoliando *Leucaena leucocephala* y herbáceas acompañantes, en dos épocas del año (lluvia vs sequía), se realizó un experimento en la Hacienda La Grapa, ubicada en la zona sur de la Cuenca del Lago de Maracaibo en el estado Zulia (Coordenadas UTM: Norte:1001216.62735 y 999050.887043, Este: 248900.521923 y 249564.933636 al Sureste de María Dolores). Se utilizaron dos potreros (17 y 18) que forman parte de un banco de un cultivo de leucaena, con un total de 24 becerros distribuidos en tres categorías por peso (ocho becerros por grupo), A) $\leq 50\text{KgPV}$ B) $51-70\text{KgPV}$ C) $\geq 71\text{KgPV}$ para el estudio de defoliación y conducta animal, respectivamente. Se realizaron mediciones en la pastura para la estimación de la materia seca presente, estructura, oferta forrajera, disponibilidad y las interrelaciones con la conducta ingestiva. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva, análisis multivariantes discriminante y correlación canónica. La estimación de la biomasa, estructura y disponibilidad forrajera se realizó tomando las muestras de biomasa aérea de vegetación arbustiva y herbácea los días 1, 3, 5 y 7 de la semana seleccionada en el período experimental, en las épocas estudiadas. La toma de muestras de biomasa aérea de la vegetación arbustiva se inició el día 1, estimándose la materia seca (Kg MS/ha) mediante muestreos destructivos realizados en las cuatro hileras centrales de leucaena (5 m lineales/hilera/celda), seleccionadas sistemáticamente. Posteriormente (días 3, 5, 7), se realizó un muestreo apareado a las muestras seleccionadas en el día 1. Para la biomasa aérea de la vegetación herbácea, los muestreos se hicieron en los espacios entre hileras de la arbustiva. En este procedimiento y para cada celda se utilizaron dos marcos rectangulares de 0,25 x 2 m. por cada hilera muestreada (8 marcos en total). La distribución en las fracciones hojas y tallos de la biomasa disponible ($\varnothing < 6\text{mm}$) y no disponible ($\varnothing > 6\text{mm}$) presentó valores de 187 y 33 Kg/MS/ha respectivamente en la época de lluvia y de 195 y 68 Kg MS/ha en la época seca, observándose una mayor producción de ramas disponibles ($\varnothing < 6\text{mm}$) en las dos épocas de evaluación. Se obtuvo una mayor disponibilidad de biomasa en ramas mayores y menores de leucaena en los días iniciales del ensayo. La proteína cruda presentó valores más altos en las hojas (Lluvia: 26% vs. Sequía: 35%) que en los tallos (Lluvia: 8% vs. Sequía: 10%). Los cambios de conducta ingestiva de los diferentes grupos etarios bajo estudio no estuvieron condicionados por el peso de los animales, si no por la actividad que realizan, siendo el ramoneo, el pastoreo y la deambulación las actividades más efectuadas por los animales en ambas épocas independientemente de su peso; para los grupos evaluados se obtuvo porcentaje de tiempo del ramoneo, el pastoreo y la deambulación en lluvia y sequía de A) (39,91% y 46,79%; 41,48% y 33,10%; 15,21% y 14,98%). B) (40,36% y 49,25%; 43,76% y 31,81%; 10,89 y 15,30). C) 42,81% y 46,63%; 49,61% y 36,17%; 3,67 y 14,10), respectivamente. Las relaciones entre las características de la vegetación y la respuesta ingestiva de los grupos etarios bajo estudio estuvieron determinadas por la materia verde en ramas disponibles, la altura de la leucaena y la actividad que realizaron los animales en ambas épocas. Por su relativo alto valor nutritivo y el grado de uso observado en los animales se recomienda la

incorporación de la leucaena como banco de proteínas en sistemas de producción con becerros desde temprana edad.

Palabras Claves: *Leucaena leucocephala*, patrones de comportamiento, defoliando, grupos etarios, becerros, valor nutritivo.

ABSTRACT

In order to study the patterns of behavior of calves of different ages defoliating *Leucaena leucocephala* and herbaceous companions, in two seasons (rainy vs dry), an experiment was conducted at Hacienda La Grapa, located in the southern part of the Basin of Maracaibo Lake, in Zulia state (UTM: North:1001216.62735 and 999050.887043, East: 248900.521923 and 249564.933636). Two paddocks (17 and 18) as part of a bank of a growing leucaena and to study the feeding behavior and live weight changes in ruminants a total of 24 calves were used distributed in three weight classes (eight calves per group) , A) $\leq 50\text{KgPV}$ B) 51 - 70KgPV C) $\geq 71\text{KgPV}$. Measurements were made in the pasture to estimate dry matter above ground, structure, forage allowance, availability and their interrelationships with ingestive behavior, the latter being analyzed through descriptive statistics and multivariate discriminant analysis and canonical correlation. The estimation of biomass, structure and forage availability was made on samples of aboveground woody plants and herbaceous vegetation on days 1, 3, 5 and 7 of the selected week corresponding experimental period. Sampling of aboveground biomass of shrubs was initiated on day 1, estimating dry matter (kg DM / ha) using destructive techniques in the four central rows of leucaena (5 linear m / row / cell), systematically selected. Successive samplings (days 3, 5 y 7) paired samples to that selected on day one were performed. For aboveground biomass of herbaceous vegetation, samplings were made in the spaces between rows of bush. In this procedure in each cell two quadrats, 0,25m x 2,00m were used, totaling eight quadrats sampled. The fractions distribution of leaves and stems of the available biomass ($\varnothing < 6\text{mm}$) and not available ($\varnothing > 6\text{mm}$) showed values of 187 and 33 kg / DM / ha respectively in the rainy season and 195 and 68 kg DM / ha in the dry season; it was observed an increasing production of available branches (diameter $< 6\text{mm}$) during both times of assessment. Increased availability of biomass in larger and smaller branches of leucaena in the initial days of the trial was obtained. Crude protein showed higher values in the leaves (wet season: 26% vs. dry season: 35%) than the stems (wet season: 8% vs. dry season: 10%). Changes of the intake behavior of different age groups under study were not conditioned by the weight of the animals but for their activities, being grazing and ambulation activities the most performed by animals in both periods regardless of weight. The time spent by the different evaluated groups on browsing, grazing and ambulation during rainy and dry season were A) (39,91% and 46,79%; 41,48% and 33,10%; 15,21% and 14,98%). B) (40,36% and 49,25%; 43,76% and 31,81%; 10,89 and 15,30). C) 42,81% and 46,63%; 49,61% and 36,17%; 3,67 and 14,10), respectively. Relationships between vegetation characteristics and the ingestive response of the age groups under study was determined by the green stuff of branches available and the height of leucaena in both seasons and the response of animals to the activities they performed. The use of leucaena in calves results favorable and can be use it as a supplement food, without impairment of the animal production response, so its inclusion is recommended in diets for pre and post weaning calves.

Keywords: *Leucaena leucocephala*, behavior patterns, defoliating, age groups, calves, nutritional value.

I. INTRODUCCIÓN

Las gramíneas y leguminosas forrajeras son principalmente la base de la alimentación para los rumiantes en el trópico; sin embargo, la mayoría de las gramíneas son deficientes en proteínas y energía, por tal razón, y a fin de obtener una respuesta productiva adecuada de los rumiantes, se recurre a la suplementación proteica, en la cual las leguminosas tropicales juegan un papel importante, especialmente en los períodos cuando se incrementan los requerimientos nutricionales del animal (preñez avanzada, inicio de lactación y crecimiento). Las leguminosas forrajeras pueden contribuir a mejorar la dieta de los rebaños en condiciones tradicionales o extensivas de explotación. Es bien conocido que la suplementación con follaje de leguminosas arbóreas permite aumentar las ganancias de peso, mejorar la condición corporal e incrementar la eficiencia reproductiva de los animales.

Dentro de las leguminosas arbustivas, *Leucaena leucocephala* ha sido utilizada en la alimentación del ganado vacuno, debido a su capacidad de adaptación a diversas condiciones agroecológicas. Es una especie de alto contenido proteico, demostrándose en gran cantidad de investigaciones su potencial nutricional. Experiencias en el trópico (Australia, Cuba, México, República Dominicana, Colombia y Venezuela), reportan el efecto positivo de la suplementación proteica con leucaena en parámetros de interés económico como producción de leche y carne. También existen algunos estudios sobre los patrones y dinámica de defoliación con vacunos adultos como una herramienta para mejorar su manejo en condiciones de potrero; pero poco se conoce de trabajos con becerros pre y postdestete.

Los sistemas de producción con bovinos de doble propósito en el trópico y particularmente en Venezuela se caracterizan por modalidades de crianza con becerros donde se utilizan dietas comerciales costosas

(sustitutos lácteos e iniciadores sólidos). En esta etapa fisiológica del animal se debe garantizar un óptimo desarrollo ruminal. En este sentido el uso de leucaena puede ser una estrategia de alimentación que permita a los animales optimizar el uso de la dieta fibrosa.

Tomando en consideración lo anteriormente expuesto, el presente trabajo pretende contribuir al conocimiento sobre esta materia, para lo cual se plantea la realización de un trabajo de investigación con los siguientes objetivos:

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- 2.1.2. Determinar los patrones de comportamiento en becerros de diferentes edades defoliando *Leucaena leucocephala* y herbáceas acompañantes, en dos épocas del año (Lluvias vs sequía).

2.2 Objetivos Específicos:

- 2.2.1. Estimar la disponibilidad forrajera en bancos de *Leucaena leucocephala* y herbáceas acompañantes.
- 2.2.2. Determinar la estructura y la composición química de la biomasa aérea de la *Lucaena leucocephala*.
- 2.2.3. Describir los cambios de conducta ingestiva de los diferentes grupos etarios bajo estudio.
- 2.2.4. Establecer relaciones entre las características de la vegetación y la respuesta ingestiva de los grupos etarios bajo estudio.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Generalidades.

Los sistemas tradicionales de bovinos de carne, leche o doble propósito en el trópico se caracterizan por el uso de pastos nativos e introducidos en condiciones de potrero. Esto ha traído como consecuencia bajos índices de productividad por animal y por unidad de superficie, debido a las limitaciones existentes para la producción de forrajes, tales como la baja fertilidad de los suelos, el déficit hídrico durante la estación de sequía (Payne y Smith, 1975; Sánchez, 2007). Las deficiencias de proteína en las gramíneas que constituyen la principal fuente de forraje, determinan bajos valores de consumo voluntario en los animales. Aunado a esto, se incluyen las malas prácticas de manejo comúnmente usadas por los ganaderos (Chacón *et al.*, 1993; Minson, 1991; Pizarro, 2005).

La escasa oferta forrajera durante gran parte del año, (cantidad y calidad de forraje), es un factor determinante en la baja productividad alcanzada por los animales en áreas de manejo extensivo en el trópico americano. Puede afirmarse que la producción animal está afectada por los factores clima-suelo-planta-animal-hombre. Cualquiera de ellos, o varios en forma simultánea, pueden afectar negativamente la producción y productividad (Borges *et al.*, 2012).

En Venezuela, actualmente, los sistemas de producción con rumiantes demandan la elevada utilización de insumos (suplementos) para cubrir los requerimientos nutricionales, especialmente de proteína, tal como lo señalan Domínguez *et al.* (1998). Cabe destacar que, en la elaboración de alimentos suplementarios se incluyen materias primas e insumos costosos y por extensión se incrementan los costos totales de producción (Melo, 2001). De allí la necesidad de evaluar la factibilidad del uso de leguminosas

forrajeras en pastoreo, para sustituir parcial o totalmente la suplementación con alimento balanceado, a fin de elevar los índices de producción de carne y leche a un menor costo.

De las especies leguminosas, las arbustivas son por lo general más persistentes que las herbáceas, debido en gran parte a su sistema radical profundo que les permite una mayor producción de biomasa durante la época de sequía. *Leucaena leucocephala*, constituye una de las leguminosas arbustivas más promisorias en condiciones tropicales, especialmente en áreas donde las características del suelo favorecen el desarrollo de su máxima potencialidad como fuente de proteína y energía digestible (Ruiz y Febles 1987; Raspall *et al.*, 1989; Preston y Leng, 1989; Peralta *et al.*, 2012).

En el caso de los becerros, las tasas de crecimiento en el periodo postdestete se reducen por la eliminación de la dieta líquida y la calidad y cantidad de la oferta forrajera y del suplemento alimenticio utilizado. Por lo tanto, encontrar una alternativa de suplementación de bajo costo durante esta etapa de crecimiento, mejoraría el estado nutricional y la ganancia diaria de peso. Por lo antes expuesto, el presente estudio pretende ser un aporte al conocimiento del uso de leucaena en becerros, ya que el mayor esfuerzo de investigación en Venezuela en cuanto al uso de esta leguminosa ha sido en la producción de leche (Chacón *et al.*, 2001).

3.2. Origen, distribución y caracterización de la *Leucaena leucocephala*.

Probablemente después de la alfalfa, leucaena ha sido la leguminosa más estudiada desde el punto de vista forrajero, existiendo gran cantidad de revisiones con menor o mayor grado de detalle (Skerman, 1977; Allen y Allen, 1981; Arriojas, 1986; D'Mello, 1992; Chacón *et al.*, 2006; Espinoza *et al.*, 2007).

Leucaena leucocephala es una especie tropical originaria de Centro, Sur América y la Península de Yucatán en México. También es conocida como *L. glauca* y Acacia Forrajera, pertenece a la familia *mimosaceae*. Se han descrito más de catorce especies distintas pertenecientes al género *leucaena*.

Es un árbol de larga vida que puede crecer hasta 18 metros de altura requiriendo para su óptimo crecimiento temperaturas entre 25 y 30 °C, adaptándose bien en un amplio margen de pluviosidad (650 hasta 3000 mm/año), comportándose mejor entre 850 y 1500 mm/año. Crece en una amplia variedad de suelos, desde neutros, hasta alcalinos, siempre y cuando sean bien drenados, no compactados ni ácidos. Los mejores resultados se obtienen en suelos con pH de 6.5 a 7.5. Suelos inferiores a 5.5 pH no son recomendables (Zarate, 1987; Shelton y Brewbaker, 1994; Espinoza *et al.*, 2007).

Desde el punto de vista botánico, *Leucaena leucocephala* puede describirse como un árbol o arbusto caducifolio o perennifolio, con copa redondeada, ligeramente abierta y rala. Posee Hojas alternas, bipinnadas, de 9 a 25 cm de largo, verde grisáceas y glabras, con folíolos 11 a 24 pares, de 8 a 15 mm de largo, elípticos y algo oblicuos. El Tronco usualmente torcido, se bifurca a diferentes alturas y las Ramas son cilíndricas ascendentes. La corteza externa es lisa a ligeramente fisurada, gris negruzca, con abundantes lenticelas longitudinales protuberantes. La Interna es de color crema-amarillento, fibrosa, amarga, con olor a ajo. Posee un grosor total de 3 a 4 mm. Presenta cabezuelas, con 100 a 180 flores blancas, de 1.2 a 2.5 cm de diámetro, donde cada flor mide de 4.1 a 5.3 mm de largo, posee pétalos libres y cáliz de 2.3 a 3.1 mm (Zarate, 1987; Shelton y Brewbaker, 1994; Tapias *et al.*, 2008).

Los Frutos se caracterizan por presentar vainas oblongas, en capítulos florales de 30 o más vainas, de 11 a 25 cm de largo por 1,2 a 2,3 cm de ancho, verdes estando tiernas y cafés al alcanzar la madurez.

Contienen en este punto de 15 a 30 semillas ligeramente elípticas de 0,5 a 1 cm de largo por 3 a 6 mm de ancho, aplanadas, color café brillante, dispuestas transversalmente en la vaina. La semilla está cubierta por una cera que retarda la absorción de agua durante la germinación. Posee una raíz profunda y extendida, donde la raíz primaria penetra en las capas profundas del suelo y aprovecha el agua y los minerales por debajo de la zona a la que llegan las raíces de muchas plantas agrícolas (Zarate, 1987; Shelton y Brewbaker, 1994; Tapias *et al*, 2008).

Leucaena se asocia a bacterias fijadoras de nitrógeno en las raíces. Nodula espontáneamente con el rizobium del lugar lo que le permite buena adaptación aún en sitios con factores limitantes (nutrición y disponibilidad de agua). Sus nódulos grandes y prolíficos se encuentran en las raicillas de las capas superficiales y aireadas del suelo. Es una especie de fácil adaptación y fuerte capacidad competitiva con otros cultivos y/o árboles nativos en situaciones de estrés. Es lenta para establecerse, pero una vez establecida, su productividad es alta aún bajo defoliación regular. Puede producir anualmente hasta 23 toneladas MS/ha, en densidades de 66.600 plantas/ha y cosechas a intervalos de 60 días. Tiene capacidad para formar follaje fácilmente, presentando sus hojas un alto contenido de nitrógeno (4,3 % peso seco). Un árbol con copa bien desarrollado puede producir entre 500 y 1.500 g de semilla limpia y hasta 50 ton/ha de hojas y vainas verdes. (Zarate, 1987; Shelton y Brewbaker, 1994; Tapias *et al*, 2008).

Una vez cosechadas, las semillas de *leucaena*, pueden ser almacenadas a 7 °C con un 70 % de humedad relativa conservándose hasta por seis años. Este período puede extenderse considerablemente en ambientes secos y reduciendo la temperatura y la humedad (5°C y 13%, respectivamente). Bien conservadas, las semillas tienen una longevidad que oscila entre los 3 y 15 años. Con respecto al cultivo *Leucaena leucocephala* presenta requerimientos específicos de altitud sobre los 900 a 1000 msnm,

la temperatura puede ser un factor limitante para su desarrollo (Zarate, 1987; Shelton y Brewbaker, 1994; Tapias *et al*, 2008).

Durante la fase de establecimiento de la planta, deben tomarse en cuenta factores como preparación del suelo, calidad de la semilla (escarificación), uso de rhizobium, el cual si está presente en el suelo no es indispensable. Para forraje, *L. leucocephala* se debe plantar a 0,5x 0,5 m ó 0,5 x 1 m.

Para acelerar el desarrollo de las plantas en vivero, se deben llenar las bolsas de polietileno (7 x20 cm) con una mezcla de suelo (pH entre 6 y 7), materia orgánica y arena (3:1:1) o utilizar un buen suelo sin mezclar y colocarlos a sombra parcial durante los primeros 8 días. En tres meses y medio y con una altura promedio de 35 cm, las plantas están listas para la siembra definitiva. Si la plantación se establece por siembra directa, es conveniente roturar el suelo y hacer control de malezas, para asegurar un buen prendimiento y desarrollo inicial de la plantación. La planta se recupera rápidamente del corte y del pastoreo, tolerando adecuadamente la defoliación regular (Zarate, 1987; Shelton y Brewbaker, 1994; Tapias *et al*, 2008).

Se ha demostrado que leucaena posee una gran importancia desde el punto de vista ecológico. De acuerdo a Calle *et al.* (2011), lejos de comportarse como una especie invasora, leucaena juega un papel clave en la rehabilitación o restauración ecológica de tierras degradadas. Frente a la erosión, degradación y compactación de los suelos y la consecuente pérdida en la capacidad productiva de la tierra, leucaena es un recurso vital para recuperar la estabilidad, la fertilidad y el potencial agrícola de la tierra al reducir la vulnerabilidad del ecosistema frente al cambio climático en la medida que se aproveche de forma adecuada su eficiencia en la fijación de nitrógeno, la producción de materia orgánica y la regulación de la humedad y temperatura del suelo, factores que determinan su potencial para restaurar terrenos afectados por la erosión.

Su uso cuidadoso podría incluso contribuir a la recuperación de poblaciones de plantas en peligro de extinción. A la sombra de la leucaena regeneran muchos árboles nativos que no logran establecerse en los pastizales sin sombra. Es decir, en vez de inhibir el crecimiento de los árboles nativos, la leucaena facilita el establecimiento de muchos de ellos, en especial aquellos que toleran la sombra y requieren suelos moderadamente fértiles. Leucaena no invade los ecosistemas maduros y bien conservados, expresándose sus ventajas adaptativas únicamente en los sitios con suelos empobrecidos y erosionados (Calle *et al.*, 2011).

Se ha demostrado igualmente que la inclusión de plantas de leucaena afectan positivamente el comportamiento de otras especies vegetales (Wencomo, 2009) asociadas como *Gliricidia sepium*, *Acacia pennatula*, *Guazuma ulmifolia*, *Swietenia sp.*, *Cedrela sp.*, *Prosopis laevigata*, *Pithecellobium dulce*, *Calliandra houstoniana*, *Inga sp.*, *Erythrina sp.*, *Albizia lebbbeck.*, *Leucaena diversifolia* y *Annonas squamosa*, entre otras (Zarate, 1987). Estudios recientes indican que la asociación de leucaena con pastos nativos mejora la composición química de los mismos al favorecer la disponibilidad de materia seca y garantizar una oferta aceptable de proteína cruda en las gramíneas (10 a 12%). Adicionalmente la presencia de la arbórea aumenta en un seis por ciento la presencia de los pastos incrementando significativamente la densidad del pastizal (Tapias *et al.*, 2008).

A pesar de las innegables ventajas de leucaena, el follaje y las vainas de la planta contienen mimosina (Hegarty, 1981). La mimosina es un aminoácido que puede alcanzar niveles de hasta 12 % de la Materia Seca tanto del follaje como de las vainas de la planta, siendo este valor mucho más bajo en hojas jóvenes (3-5%). La mimosina es muy tóxica para aves y cerdos, no así en rumiantes, los cuales poseen, previo período de acostumbramiento, la capacidad de desdoblar este aminoácido a través de los microorganismos del rumen. Aún así, pueden generarse cuadros de

toxicidad en rumiantes suplementados por largos periodos de tiempo con raciones que contengan más de 30% de leucaena, produciendo efectos tóxicos sobre el animal y disminuyendo su capacidad productiva.

Estudios realizados en tamizaje fitoquímico en *Leucaena leucocephala* indicaron una marcada presencia de taninos y alcaloides, además de otros compuestos como saponinas, triterpenos, esteroides, compuestos reductores y flavonoides (Chongo *et al.*, 1998). La respuesta de los animales a la ingestión de taninos condensados (TC) depende de concentración de éstos en las plantas, por ende plantas con concentraciones de TC entre 5 y 10% de la MS reducen el consumo y la digestibilidad del forraje, mientras que, concentraciones comprendidas entre 2 y 4% de la MS favorecen la absorción intestinal de las proteínas debido a la disminución de la proteólisis por parte de la microflora ruminal (Otero e Hidalgo, 2004).

Igualmente es muy susceptible al ataque del hemíptero *Heteropsyla cubana* lo que influye notablemente en su comportamiento (Jones, 1979).

3.3. Potencial de la *Leucaena leucocephala* como planta forrajera.

Leucaena leucocephala, es considerada la leguminosa forrajera con mayor versatilidad; puede ser utilizada para reforestación, sombra, combustible, fertilizante orgánico y control de erosión. Destaca igualmente su alto potencial forrajero y aceptabilidad por parte de los animales, lo cual le permite competir favorablemente en capacidad productiva y valor nutritivo con especies como la Alfalfa y el Raygrass, superando a estas especies vegetales en el contenido de proteína sobrepasante, calcio, fósforo y β Carotenos, por lo que, se considera ideal en la suplementación alimenticia del rumiante (NAS, 1979; Meulen *et al.*, 1979; Arriojas, 1986; NRC, 2001; Chacón *et al.*, 2006; Razz, 2013).

La producción de forraje (kg MS) de la leucaena depende, cómo ya se indicó, de la acción conjunta de factores como fertilidad del suelo,

condiciones ambientales, precipitaciones, riego, altura y frecuencia de corte, densidad y el cultivar utilizado, entre otros. En función de los mismos y del manejo general de la planta, se han registrado alrededor del mundo rendimientos de forraje que van de 4 a más de 20 ton MS/año (Camacaro *et al.*, 2002; González *et al.*, 2003; Chacón *et al.*, 2006; Molina *et al.*, 2008; Medina *et al.*, 2011; Bacab *et al.*, 2012). En Venezuela, aunque no se tienen cifras de superficie sembrada, se podría estimar que existen entre 800 y 1500 has, distribuidas principalmente en los estados de la zona centro occidental: Zulia, Falcón, Lara, Yaracuy, Táchira, Trujillo, Barinas, Portuguesa, Cojedes y Aragua (Espinoza *et al.*, 2003), variando la producción de forraje comestible por los animales en un rango que se extiende de 3 y 30 Ton. MS/ha/año, con tasas de crecimiento entre 1 y 4 cm/día (Chacón *et al.*, 2006) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Potencial de crecimiento de la *Leucaena leucocephala* en función de la fertilidad de los suelos y la precipitación.

Localidad	Tasa de Crecimiento (cm/día)
Capacho (Edo. Táchira)	1
San Felipe (Edo. Yaracuy)	3
Camellón de Boscán (Cuenca del Lago de Maracaibo)	2
Camellón del Pino (Cuenca del Lago de Maracaibo)	3,5 - 3,8
Camellón Tucaní, Santa María (Cuenca del Lago de Maracaibo)	2,8
Km 33 Puente Zulia (Cuenca del Lago de Maracaibo)	3 - 4

Fuente: Chacón *et al.* (2006)

Analizando los factores que afectan el rendimiento de esta arbustiva, puede afirmarse que la época del año incide en la producción de biomasa forrajera y la capacidad de rebrote (número y vigor), aumentando

significativamente durante la época de lluvias. El volumen y distribución del agua sea natural o artificial (riego complementario) constituyen uno de los factores más importantes a considerar en la producción de forraje de leucaena, debido a la respuesta casi inmediata de la planta a este factor, en especial durante la época seca. Lo anterior podría ser explicado debido a la presencia del sistema radical profundo de la planta, que le permite una mayor exploración del suelo y así mantener una elevada absorción de agua y nutrimentos aún en la estación seca, garantizando de esta manera una buena producción de forraje durante todo el año (Dávila y Urbano, 1996; González *et al.*, 2003; Bacab *et al.*, 2012).

El corte o defoliación, igualmente, afecta la producción de materia seca total, aumentando ésta a medida que se disminuye la frecuencia de corte. Alturas de corte entre 40 y 60 cm permiten obtener brotes con mayor talla, rendimiento y proporción de forraje comestible (53,6%) en comparación con alturas de poda entre 40 y 20 cm (45 y 44%, respectivamente) (Dávila y Urbano, 1996).

Los factores antes expuestos afectan igualmente la arquitectura de la planta (altura, diámetro de ramas, área foliar, relación hoja/tallo). Según Urbano *et al.* (1996), la altura de leucaena, el diámetro del tallo y número de ramas varían con la edad de la planta, incrementándose 1 cm por año en condiciones de corte o pastoreo. Dávila y Urbano (1996) observaron que durante el corte esta variable se incrementó en 1,65cm/año, mientras que bajo pastoreo aumentó 1,14cm/año respectivamente. Espinoza *et al.* (1996), reportan un efecto significativo ($P < 0,01$) de las precipitaciones y altura de corte sobre el rendimiento (Kg MS) de las ramas primarias, secundarias y terciarias de Leucaena, indicando igualmente que la combinación de altura e intervalo entre cortes afectan el índice de área foliar y la relación hoja/tallo.

Otro de los factores que afecta tanto la producción de biomasa como la arquitectura de la planta de leucaena es la fertilidad del suelo. La época en la cual es necesario fertilizar corresponde a la etapa temprana de

crecimiento, cuando la conformación del sistema radical es incipiente, limitando su capacidad de exploración en el suelo.

Se ha determinado que *L. leucocephala*, en monocultivo o asociada, posee gran capacidad para fijar importantes cantidades de nitrógeno en cortos periodos de tiempo, demostrándose que al utilizar leucaena, es posible sustituir la fertilización nitrogenada en un rango de 0 a 200 kg N/ha, sin embargo, la densidad de siembra afecta significativamente la fijación y transferencia de nitrógeno por parte de la arbustiva. Esta capacidad potencial de fijar el nitrógeno atmosférico (560 kg/ha/año) y también cantidades apreciables del fósforo insoluble que se encuentra presente en el suelo, permite disminuir los costos de fertilización. Como toda leguminosa, la leucaena tiende a ser exigente en calcio y azufre, factor que debe tomarse en cuenta al establecer un programa de fertilización, el cual debe ser realizado sobre la base de un previo análisis de suelo para definir con exactitud el tipo y dosis del fertilizante a aplicar (Sánchez, 1991; Dávila y Urbano, 1996; Camacaro *et al.*, 2004; Petit-Aldana *et al.*, 2012).

Camacaro y Machado (2005) evaluaron la producción de biomasa y la utilización de la leucaena fertilizada con azufre (S), Cobre (Cu) y Zinc (Zn) y pastoreada por ovinos, evaluando altura promedio de la planta, número de ramas, longitud de tallos con $\varnothing < 6$ mm y > 6 mm, número, longitud y materia seca de hojas, materia seca de tallos con $\varnothing < 6$ mm y > 6 mm (MST>). Los resultados obtenidos indican pese a que la fertilización no afecta la utilización de leucaena por parte de ovinos a pastoreo, si se observa un aumento significativo ($P < 0,05$) de la biomasa disponible en la materia seca de hojas y tallos con $\varnothing < 6$ mm, resaltando el efecto del Azufre (S) (solo o combinado) y la mezcla de Cobre (Cu) y Zinc (Zn) con los otros elementos.

La época (lluvia/sequia) y los patrones de siembra en bancos de leucaena (hileras simples/dobles), afectan la producción de biomasa disponible y su composición química. Sobre este aspecto (Torres *et al.*, 2000

y Torres *et al.*, 2005) afirman que los factores mencionados (época del año y patrón de siembra) pese a no tener influencia directa sobre el contenido de proteína cruda (PC%), si afectan la producción de biomasa y el contenido de proteína cruda por hectárea , detectándose diferencias ($P < 0,05$) en el contenido y producción de proteína entre la biomasa disponible medida como ramas finas con $\varnothing < 6$ mm (23,3% PC y 509 kg/ha) y no disponible medida como ramas gruesas con $\varnothing > 6$ mm (17,2% PC y 211 kg/ha). Igualmente la modalidad conjuntamente con la densidad de siembra afecta el contenido de PC de las ramas de leucaena, reportándose medias de 531 kg PC/ha para las hileras dobles sobre 191 kg PC/ha de las hileras simples (Torres *et al.*, 2005).

Existen una serie de factores que solos o en conjunto afectan el potencial forrajero y la arquitectura de *Leucaena leucocephala*. Una de las estrategias más utilizadas es el pastoreo de los animales en los denominados bancos de proteína, los cuales se caracterizan por la siembra de especies herbáceas o de árboles y arbustos con follaje de alto contenido proteico, dispuestos en arreglos de altas densidades de plantas que pueden ser pastoreados directamente o cosechados y llevados a los animales, durante cortos períodos diarios (1,5 a 2,5 horas diarias aproximadamente) (Camero e Ibrahim, 1995; Palma, 2006). Para la apropiada implementación de bancos de proteína utilizando leucaena, es necesario tomar en cuenta el manejo agronómico de la arbustiva, control de malezas, poda periódica (beneficia relación hoja-tallo, aumenta proporción de material comestible y eficiencia del ramoneo) y la fertilización adecuada (incrementa rendimiento de biomasa utilizable) (Sánchez, 1991). El tiempo de ramoneo es considerado igualmente como uno de los factores más importantes en el establecimiento y efectividad del banco de proteína utilizando leucaena (Álvarez y Prestón, 1976; Palomo *et al.*, 1980; Palma *et al.*, 2000; Palma, 2006; Pérez *et al.*, 2008).

Chacón *et al.* (2006) establece por su parte la importancia del manejo adecuado de los bancos de proteína con *Leucaena leucocephala*, afirmando que para un óptimo rendimiento son necesarios dos módulos de pastoreo (banco de leguminosa y gramínea acompañante), ajustando el método de pastoreo y la carga animal de acuerdo al crecimiento diferencial de la gramínea y de la leguminosa. Sobre esta base los autores recomiendan las siguientes estrategias: proporción del banco entre el 20 a 25% de la superficie total, pastoreo nocturno de 2 – 3 horas promedio, períodos de descanso de 5 a 8 semanas, períodos de ocupación de 1 a 2 semanas, carga animal en función de la tasa de crecimiento y fertilización en función del suelo y clima. En el Cuadro 2 se muestran diferentes situaciones que pueden presentarse en la utilización de bancos de leucaena para la suplementación de rumiantes, así como las medidas correctivas a aplicar de ser el caso.

Cuadro 2. Posibles situaciones que se pueden presentar en la utilización de bancos de leucaena.

Situación	Causa	Correctivo
Leucaena defoliada y gramínea excedente	Subpastoreo de gramínea. Pasto viejo	Eliminar excedente con pastoreo o pase de rotativa
Leucaena excedente y gramínea defoliada	Subpastoreo de leucaena	Ajustar Carga
Leucaena excedente y gramínea excedente	Subpastoreo	Ajustar Carga
Leucaena defoliada y gramínea defoliada	Sobrepastoreo	Ajustar Carga

Fuente: Chacón *et al.* (2006).

3.4. Utilización de leucaena como recurso alimenticio para rumiantes

3.4.1. Valor nutritivo.

Resulta innegable el importante valor nutricional de leucaena en la alimentación de rumiantes en los distintos sistemas de producción utilizados en Venezuela (Medina y Sánchez, 2010). Esta leguminosa arbórea puede ser considerada como un referencial tecnológico válido como forraje cortado o para pastoreo, constituyendo una fuente directa de proteína cruda, proteína sobrepasante, energía y minerales, en la producción de carne y/o leche (600g/animal/día y 8 l/vaca/día respectivamente) (Soler *et al.*, 1999; NRC, 2001; Chacón *et al.*, 2006; Rodas *et al.*, 2006; Espinoza *et al.*, 2007; Medina y Sánchez, 2010; Peralta *et al.*, 2012).

La edad de la planta tiene un marcado efecto en la composición nutricional de leucaena, disminuyendo la calidad y el aporte de nutrientes a medida que se incrementa este parámetro. Estudios realizados sobre este aspecto indican que esta leguminosa arbórea refleja un contenido de materia seca y proteína cruda de 33,19 y 32,82%, respectivamente, un nivel de fibra cruda de 24,27% y Energía Metabolizable de 9,23 Mj/kg de MS en plantas con 45 días de rebrote (Palma *et al.*, 1999) (Cuadro 3).

Verdecia *et al.* (2012), reportan un incremento significativo ($P > 0,05$) de la Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Acida (FDA), Lignina Detergente Acida (LDA), Hemicelulosa, flavonoides, alcaloides y saponinas al incrementarse la edad de la planta (61,66 %; 31,48 %; 20,73 %; 30,18 %; 43,54; 77,5; 3,05 y 10,7 g/kg respectivamente). El contenido de proteína por el contrario disminuye con la edad, lo cual puede estar relacionado con la reducción de la síntesis de compuestos proteicos, debido al decrecimiento de la cantidad de hojas e incremento de la proporción de tallos. El contenido de Energía Metabolizable sigue la tendencia descrita para el componente proteico.

El incremento de la Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Acida (FDA), Lignina Detergente Acida (LDA), Hemicelulosa con la edad pudiera deberse a los cambios fisiológicos y anatómicos que ocurren al envejecer la planta, lo que provoca la disminución de la proporción del contenido celular citoplasmático; se reduce el lumen celular con sus componentes solubles y se incrementan los fibrosos. Esto se acentúa mucho más al incrementarse el rendimiento, debido al balance hídrico de la planta y cantidad de nitrógeno disponible en el suelo, entre otros elementos. (Verdecia *et al.*, 2012).

Cuadro 3. Análisis químico proximal y digestibilidad de la materia orgánica de *L. leucocephala* en diferentes condiciones de corte.

Caracterización Nutricional	Tiempo de rebrote (días)		
	45	90	150
Proteína cruda (PC%)	32,82	32,16	31,72
Extracto etéreo (EE%)	3,06	3,60	3,05
Fibra cruda (FC%)	24,27	24,78	24,26
Cenizas (%)	1,83	2,14	2,05
Extracto libre de nitrógeno (ELN, %)	38,02	37,32	38,93
Energía Metabolizable (EM, Mj/Kg MS)	9,23	9,69	10,19
Materia seca (MS, %)	33,19	29,55	35,95

Fuente: Palma *et al.* (1999).

Estudios realizados por (Espinoza *et al.*, 1998) reportan una tendencia a obtener los mayores contenidos de proteína cruda (25-35%) en aquellos tratamientos con menor intervalo entre cortes (6 semanas) en comparación con intervalos entre cortes de 9 semana.

Debido al alto valor nutritivo y crecimiento vigoroso, la leucaena puede soportar altas cargas animales. En condiciones favorables, las pasturas de leucaena con gramíneas pueden mantener seis novillos por hectárea, lo que equivale aproximadamente a 48 ovejos adultos (Espinoza *et al.*, 1999).

3.4.2. Suplementación con leucaena.

El uso de bancos de proteína es una de las vías de manejo de pastos donde se ha demostrado como inciden favorablemente en el peso de los animales. Entre las estrategias para el período seco los bancos de proteína proveen forraje de buena calidad, tiempo en el cual el pastizal decae en productividad y valor nutritivo, limitando su consumo y utilización por parte de los animales.

Entre los bancos de proteína de leguminosas arbustivas mayormente utilizados en los países tropicales, se destaca el uso de la especie *Leucaena leucocephala*. Espinoza y Argenti (1993) consideran que esta planta es una leguminosa con altos niveles de aceptabilidad y persistencia bajo condiciones de pastoreo.

En Becerros post destete, la suplementación con leucaena ha dado resultados satisfactorios, bajo pastoreo directo o como parte de bloques multinutricionales. La ganancia diaria de peso de los animales, aunque no supera la alcanzada por becerros suplementados con alimento balanceado comercial (750 g/día) y bloque multinutricional (571 g/an/día), excede los 500 g/día, tal como se evidencia en el Cuadro 4 (Chacón *et al.*, 2001). De forma similar, Dávila y Urbano (1996) reportan que en la zona Sur del Lago de Maracaibo, la suplementación de becerros con pequeñas cantidades de leucaena fresca (1kg/becerro), generan una tasa de crecimiento muy similar a la obtenida mediante la suplementación con 1 kg de alimento balanceado.

Por lo tanto es factible el suministro de forraje fresco de *Leucaena* a los becerros en forma progresiva, dependiendo del tamaño de los animales y de la disponibilidad de la arbustiva (Dávila y Urbano, 2005).

Cuadro 4. Ganancia diaria de peso en becerros postdestete bajo tres modalidades alimenticias EE. La Antonia

Tratamiento	GDP (g/an/día)
Testigo (A)	750
BMN (B)	571
Acceso a bancos de <i>Leucaena</i> (C)	529

(A) Testigo: manejo comercial (pastoreo de gramíneas + 0,75 Kg de alimento concentrado + sales minerales *ad libitum*); (B) Pastoreo de gramíneas + bloque multinutricional + sales minerales *ad libitum*; (C) Pastoreo de gramíneas + banco de *Leucaena* + sales minerales *ad libitum*

Fuente: Chacón *et al.* (2001).

El consumo de *Leucaena leucocephala* con gramíneas mejora igualmente el peso de los novillos a pastoreo, reportándose ganancias entre 500 y 600 g/animal/día, lo cual equivale a 700-800 kg/ha/año (Hernández *et al.*, 2001).

Maure *et al.* (2012), realizó un ensayo utilizando novillos con un peso promedio de 330 kg pastoreando *Brachiaria decumbens* con *Leucaena leucocephala* (cuatro días de ocupación / 28 días de descanso), por un período de 160 días promedio, midiendo disponibilidad de materia seca (MS), consumo, ganancia de peso y costos variables asociados. Los resultados obtenidos indican que la disponibilidad de Materia Seca de la leguminosa fue de 310 kg de MS ha⁻¹. En este estudio, el peso final de los animales suplementados con *Leucaena leucocephala* y sal mineral fue de 407±10,9 Kg en promedio, valor superior al obtenido por novillos no suplementados (395±6,97 Kg.). Adicionalmente, el análisis mostró que la

suplementación con la arbustiva generó un mayor ingreso neto, menor costo de producción y mayor rentabilidad, en comparación con el obtenido con novillos sin suplementación (157,70 vs 119,60 USD, respectivamente).

Leucaena ha sido utilizada con éxito en la suplementación de corderos post destete (15 kgPV), demostrándose que no existen diferencias significativas en el consumo, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia de animales consumiendo 50% de harina de leucaena en el suplemento, en sustitución del alimento balanceado comercial (Espinoza *et al.*, 2005). Resultados similares se reportan con corderas West Africans alimentadas con follaje de leucaena, las cuales obtuvieron mayor ganancia diaria de peso ($P < 0,05$) en comparación con aquellas suplementadas con *Gliricidia sepium* y Harina de Ajonjolí (87, 63 y 53 g/día, respectivamente) (Combellas *et al.*, 1999). El mismo autor concluye que, el follaje de esta arbustiva tiene buena aceptabilidad y consumo por parte de los animales, siendo factible su uso como suplemento proteico para ovinos en crecimiento.

Leucaena puede ser igualmente utilizada como suplemento para vacas lecheras en condiciones tropicales. La suplementación de vacas mestizas doble propósito, durante la sequía, con follaje de la arbustiva por media hora después del ordeño, incrementa la producción de leche en más de 20% y disminuye los costos de producción al eliminar el uso de alimento balanceado (García *et al.*, 1994).

En un estudio realizado con bancos de *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y el testigo (Pastoreo de estrella más 3,5 Kg de concentrado), se obtuvieron producciones de leche promedio por animal de 9,03 L/vaca/día, 8,79 L/vaca/día y 9,76 L/vaca/día respectivamente (Soler, 1998).

Estudios realizados con bancos de *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* asociadas con gramíneas del género *brachiaria*, indican que para las asociaciones se obtuvo una producción de leche promedio por animal de 8,96 L/vaca/día, mientras que para las gramíneas puras fue de 8,21

L/vaca/día, con un incremento a favor de las leguminosas de 0,77 L/vaca/día, siendo esta diferencia no significativa. Sin embargo, al estimar la productividad promedio de los sistemas se nota una marcada e importante diferencia desde el punto de vista económico, con valores de 13.343,2 L/ha/año en las arbóreas y 5.244,1 L/ha/año para el sistema tradicional (Urbano *et al.*, 2006).

Siguiendo la misma línea de investigación, Faría *et al.* (2007), evaluó el efecto de la sustitución del alimento concentrado (17% PC), por pastoreo en bancos de leucaena durante dos horas diarias sobre la producción de leche y condición corporal de vacas mestizas, tanto en la época seca como la lluviosa. En ambas épocas el pastoreo en bancos de leucaena sustituyó el 100% del aporte nutricional equivalente a 2 kg de alimento concentrado, manteniendo la misma producción de leche que los animales que recibieron el tratamiento control (4 kg alimento/día), sin que se evidenciara una movilización de reservas corporales o algún efecto adverso en la variación de peso vivo. El acceso al banco por 2 ó 3 horas es lo recomendable, tal como lo demuestran estudios de investigadores mexicanos y cubanos (Palma *et al.*, 2000; Febles *et al.*, 1995; Ruiz *et al.*, 1995).

Por su parte, González *et al.* (2012), realizaron una investigación con la finalidad de evaluar los efectos de un banco de proteína utilizando *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit en vacas en producción durante la época de lluvia. Los tratamientos utilizados fueron: pastoreo 2 horas/día en bancos de leucaena (T1), pastoreo por dos horas, cada dos días en bancos de Leucaena (T3) y un “testigo” (pastoreo en potreros de Guinea (*Panicum máximum* Jacq.)). La investigación se realizó durante 3 meses, utilizando 12 vacas en producción, con valores iniciales en producción de leche y peso corporal de 4,27 kg leche/vaca/día y 386,50 Kg/PV, respectivamente. Las variables evaluadas fueron: producción de leche y peso corporal. Los resultados no mostraron diferencias significativas ($P > 0,05$) para producción de leche, pero si para peso corporal de las vacas bajo estudio,

concluyéndose que la suplementación con bancos de proteína utilizando *Leucaena*, mejora el peso corporal de las vacas (424 Kg/PV) en comparación con el testigo (370,75 Kg/PV), alcanzándose incrementos de 3% en producción de leche y 47% en peso corporal, a los 90 días de evaluación.

Ensayos realizados por Roncallo *et al.* (2012), le permiten afirmar que la suplementación con 30% de ensilaje de *Pennisetum purpureum* más *Leucaena leucocephala* en vacas doble propósito, incrementó entre 19,4 y 22,91% equivalente a (3,98±0,18 y 3,81±0,18 L/vaca/día) en relación al testigo. También el contenido de grasa en la leche al suministrar el suplemento compuesto por ensilaje *Pennisetum purpureum* más *Leucaena leucocephala* fue mayor (5,21 vs. 4,27%), en contraste con el testigo.

En Trabajos realizados en Venezuela, auspiciados por la empresa privada, (Cuadro 5), la suplementación de vacas lecheras con bancos de *Leucaena* ha generado entre un 6,5% y 17,3% de aumento en la producción de leche (310 y 1100g/vaca/día). En el Cuadro 6, se muestra el impacto de diferentes tecnologías alimentarias sobre la respuesta animal, siendo el banco de *Leucaena* donde se observa la mejor respuesta bioeconómica, medida como ganancia diaria de peso, incremento porcentual en la producción de leche e ingreso adicional obtenido (Bs./animal/día).

3.5. Conducta ingestiva del rumiante a pastoreo.

Es bien conocido que en el trópico, la producción de leche y carne con bovinos se realiza, en su mayoría, en sistemas de producción basados en el uso de pasturas nativas e introducidas. Las primeras constituyen el sostén de la cría y levante en ganadería de carne; mientras que, las segundas son la fuente de forraje para la ceba y producción de leche. En sistemas doble propósito, también estas pasturas proveen la dieta fibrosa y

garantizan la sustentabilidad alimentaria de los rebaños en condiciones de pastoreo. (Chacón, 2010).

Cuadro 5. Efecto del acceso a bancos de *Leucaena* sobre producción de leche.

Localidad	Sin banco (kg/vaca/día)	Con banco (kg/vaca/día)	Diferencia (g/vaca/día)	Cambio (%)
Santa Inés. Sur del Lago (Zulia) (1)	7,94	8,46	520	+ 6,5
Tucani (Mérida) (2)	5,2	6,1	900	+ 21,1
Sta. Elena de Arenales (Mérida) (3)	6,7	7,3	600	+ 8,9

1) Mestizos Perijaneros*Holstein; 2Kg. Concentrado/vaca/día+ Bloques multinutricionales+ Pastoreo de tanner asociado a gramíneas y leguminosas nativas.

2) Mestizos Perijaneros*Carora; 1Kg. Concentrado comercial+ pastoreo de tanner, estrella asociado a gramíneas y leguminosa nativas.

3) Mestizos Carora; 1,5Kg. Concentrado comercial/vaca/día

Fuente: Pasteurizadora Táchira, C.A. (2002); Lácteos Los Andes, C.A. (2004); (Chacón, 2010).

Cuadro 6. Impacto de la investigación tecnológica sobre la respuesta biofísica y bioeconómica. Programa de desempeño tecnológico en recursos alimentarios de Lácteos los Andes (PDTRA – LLA)

Tecnología	Respuesta (g/an/día) (1)	Incremento en Producción (%) (1)	Ingreso Adicional (Bs/an/día) (2)
Uso del banco de leguminosas nativas con becerros predestete	75 – 131	18,3 – 28,2	225 – 939
Uso del banco de leguminosas nativas con vacas en producción	700	11,3	546
Uso del banco de leucaena con vacas en producción	900	11,7	702
Uso del banco de Kudzú tropical con vacas en producción	470	10,7	367
Uso de dietas líquidas con vacas en producción	200 – 500	3,0 – 11,0	376 – 393
Uso de premezclas de H leucaena + grasa + minerales + urea + melaza con becerros predestete	135	29,0	185
Efecto de la eliminación de tatucos sobre la producción de leche	---	5,0 – 10,0	---

(1). Vacas de doble propósito con producción promedio entre 6 y 7 litros por día.

(2). Estimado con precio base de Bs. 7,80 por litro de leche y Bs. 3,000 por kg de carne en pie.

Fuente: Chacón (2010)

Es necesario enfatizar un adecuado manejo de las pasturas y bancos de proteína, a fin de garantizar una exitosa suplementación del ganado y la mayor producción posible (carne/leche), tomando en cuenta, entre otros, aspectos como la disponibilidad en cantidad y calidad de la biomasa forrajera, y sus fluctuaciones durante el año. Destaca igualmente el estudio del comportamiento ingestivo (patrón de selección, cosecha e ingestión) de rumiantes en condiciones de campo, elemento relevante por su aplicación práctica en el diseño de mejores sistemas de alimentación y optimización del uso de las comunidades vegetales que sustentan la producción con bovinos (Ortega *et al.*, 2009; Chacón, 2011^a).

En condiciones de pastoreo, los rumiantes tienen amplias oportunidades de selección de la dieta y en consecuencia variaciones importantes en el consumo de materia seca y nutrientes. Se conoce que los rumiantes consumen selectivamente la vegetación en respuesta, entre otros, a la calidad y cantidad del forraje disponible. Debido a esto, el pastoreo selectivo ha sido catalogado como el factor principal de conducción en la dinámica de los sistemas de pastoreo, porque afecta a ambos, animales y vegetación. La selectividad al pastar determina que el animal pueda maximizar la ingesta de nutrientes, de ahí que su cuantificación esté considerada como una de las herramientas más importantes para la producción de animales en pastoreo, ya que de ella depende que los animales puedan seleccionar de manera efectiva y eficiente las plantas (Ortega *et al.*, 2009; Chacón, 2011^a).

Entre los factores involucrados en el proceso de selección se encuentran el componente biótico (animal y vegetación - Calidad y cantidad) y componente abiótico (clima, suelo, topografía, distancias a fuentes de agua) (Chacón, 2011^a). La topografía y distancia a los abrevaderos determinan primariamente los patrones de distribución a gran escala, y actúan conjuntamente con los factores bióticos modificando los patrones de selección y consumo de la dieta a mediano y largo plazo. Generalmente,

existe una relación entre el tiempo que permanecen los herbívoros en una comunidad vegetal y la disponibilidad (Cantidad y calidad) del forraje presente. Este patrón de comportamiento depende de las decisiones de los animales a diferentes escalas temporales y espaciales. En condiciones de alta disponibilidad forrajera la tasa de consumo se incrementa, mientras que la velocidad de pastoreo decrece (Baumont *et al.*, 2004; Chacón, 2011^a). Debido a este comportamiento, el estudio del pastoreo selectivo y su cuantificación han sido catalogados como factores importantes en la dinámica de los sistemas de pastoreo, ya que afecta tanto a los animales como a la vegetación y determinan que el animal pueda escoger el forraje de manera efectiva y eficiente, maximizando la ingesta de nutrientes (Hirata *et al.*, 2008).

Visto de esta forma, el análisis del comportamiento ingestivo de rumiantes a pastoreo incluye la interacción de factores donde se cuentan entre otros la hora del día, el bocado, comportamiento social (etología) y calidad y características morfológicas del forraje, siendo esta última de importancia fundamental (Chilibroste, 2001; Baumont *et al.*, 2004; Chacón, 2011). Estudios demuestran que el consumo de Materia Verde es superior en las horas más frescas del día (7 am y 7 pm), incrementándose el consumo de materia seca en 35% y desapareciendo rápidamente el forraje a medida que transcurre la sesión de pastoreo (Chilibroste, 2001; De Elía, 2002). Por su parte, el bocado en un animal a pastoreo involucra la selección del forraje, su aprehensión, masticación, insalivación y tragado, variando el número y peso de los bocados que toma el animal en función de la estructura de la vegetación (cantidad de materia seca disponible, altura de las plantas, densidad del forraje y cobertura) determinando así la tasa de consumo, la cual junto con el tiempo de pastoreo, definen la cantidad de forraje consumido (Guerin *et al.*, 2006).

La etología por su parte, analiza los diferentes aspectos que rigen el comportamiento animal en condiciones naturales o modificadas, a fin de

implementar en forma correcta planes de manejo, alimentación o sanidad, de allí la importancia de su estudio (De Elía, 2002). Sobre este aspecto, Espinoza *et al.* (2008) establece que en vaquillas, las actividades realizadas con mayor frecuencia se circunscriben a pastoreo, rumia, hojarasqueo (consumo de hojas caídas secas), ramoneo, descanso, ingesta de agua y excreción fecal y urinaria, observándose un mayor uso del tiempo en actividades relacionadas al consumo (pastoreo, ramoneo, hojarasqueo). Por otra parte, el acceso libre o restringido al bosque en la época seca afecta la distribución del tiempo dedicado a cada una de las actividades mencionadas. De esta forma, animales sin suplementación y con acceso solo a pasto utilizaron el 53% del tiempo pastoreando, mientras que en los tratamientos con acceso restringido y libre al bosque, el tiempo dedicado al pastoreo es menor (42% en promedio), aumenta el tiempo de hojarasqueo y disminuye el descanso (Espinoza *et al.*, 2008).

Ahora bien, estudios realizados por De Elía (2002) indican, que si bien el consumo de alimento y los factores que lo afectan son primordiales en la conducta del rumiante, existen patrones específicos de *comportamiento social* que deben ser igualmente evaluados. Los bovinos al ingresar a un potrero muestran tendencia a investigar y a familiarizarse con su medio ambiente recorriendo el perímetro. Esto está asociado con mecanismos exploratorios iniciales como una mayor actividad corporal, locomoción y frecuentes cambios en su localización. El cuidado corporal o *acicalamiento*, es igualmente una conducta frecuente ya que los animales se ocupan de su comodidad física lo más que pueden. Esto implica armonía térmica con el ambiente, selección de lugares de reposo, defecar en lugares alejados de los sitios de alimentación y aseo de la piel.

Por otra parte, el territorialismo, el espacio individual (distancia durante los contactos sociales con otros miembros de la especie) y las relaciones de jerarquía y dominancia de unos animales sobre otros, son factores determinantes. Las relaciones de dominancia social parecen

establecerse a edades alrededor de los cinco meses en *Bos indicus*, en tanto que en *Bos taurus* son aun inestables al año. No obstante, existe un patrón más o menos común en el proceso de estabilización del orden social, ocurriendo la mayor cantidad de interacciones físicas inmediatamente después de agrupar a los animales. En este proceso influyen una serie de factores que determinan la posición de los animales en la escala jerárquica, incluyendo la raza, tamaño, edad, cuernos, sexo entre otros. Para que haya estabilidad es necesario que todos los miembros del grupo puedan reconocerse, que hagan una nómina de miembros estables del grupo, sin enfermedades o retiros temporales y que los animales recuerden su posición y actúen de acuerdo a ella, minimizando así los encuentros agresivos (De Elía, 2002; Landaeta, 2011).

Puede inferirse que los machos más pesados y de mayor edad dominaran la escala jerárquica dentro del rebaño. Se ha comprobado que el efecto de la organización social sobre la variación del peso vivo está directamente relacionado al concepto de dominancia, pues fundamentalmente, lo que se evidencia es la prioridad de acceso que los animales dominantes ejercen sobre los recursos disponibles. Es por ello, que los animales dominantes tendrán acceso a mayor cantidad de alimentos y en consecuencia ganarán más peso (Landaeta, 2011).

Con respecto a las características morfológicas o estructurales de la vegetación, estudios indican que entre los componentes de la pastura que tienen mayor influencia sobre la conducta ingestiva, se encuentran la cantidad y porcentaje de hojas, altura de la pastura y la distribución de la hoja/cm en el perfil de la biomasa vegetal. Estos componentes de la vegetación, modifican el tamaño del bocado, la velocidad del pastoreo, tasa de consumo, tiempo de pastoreo y consumo total. Sobre este aspecto investigaciones previas han determinado que las variables altura de la biomasa total y materia verde en el forraje ofrecido, afectan significativamente el comportamiento ingestivo del rumiante a pastoreo

(Chilibroste, 2001; Baumont *et al.*, 2004; Chacón, 2011a). De acuerdo a Chacón (2011^a), bajo condiciones de pastoreo los ovinos y vacunos prefieren seleccionar material verde en crecimiento en comparación a material seco, en proceso de maduración o senescencia. De igual manera, seleccionan hojas en lugar de tallos y de gramínea en preferencia a leguminosa, exceptuando las especies *Medicago sativa* y *Leucaena leucocephala*, las cuales son consumidas ávidamente por los vacunos, prefieren plantas herbáceas a leñosas.

Por otra parte, en rumiantes a pastoreo a medida que decrece la disponibilidad de hoja, disminuyen el tamaño del bocado, la tasa de consumo y el consumo total de forraje y se incrementa la velocidad y tiempo de pastoreo para poder compensar el rápido decrecimiento del tamaño de bocado. La altura de la planta por su parte tiene un efecto menor en el área de bocado, sin embargo, a mayor altura de pastura, el consumo por parte del rumiante tiende a incrementarse (Da Silva y Carvalho, 2005; Chacón, 2011^a).

Cuando la disponibilidad de forraje es abundante, la tasa de descarga es elevada, pero que en la medida en que la diferencia entre la disponibilidad y la fracción no cosechable, tiende a reducirse, la descarga irá en disminución, hasta minimizarse. Se conoce una secuencia natural en la descarga del pastizal por el ganado, que está relacionado a sus distintos componentes; primero son removidas en su mayoría las hojas del estrato superior, después cosecharán las hojas o vainas adheridas a partes tiernas de los tallos y finalmente ocurrirá una cosecha forzada de tallos maduros, material en senescencia e incluso muerto, en los estadios más avanzados de defoliación (Gastó, 1983; Chacón, 2011^a). Estos hallazgos explican, de una parte, el consumo diferencial de forraje en vacunos a pastoreo en pasturas con distintas características estructurales; y de otra, su aplicación en la práctica ganadera, que demanda manejos de pasturas orientados a obtener amplia disponibilidad forrajera con altos contenidos del componente

hoja, para garantizar óptimos consumos de forrajes ricos en nutrientes y de fácil cosecha por parte del animal a pastoreo/ramoneo (Chacón, 2011^a).

3.6. Conducta ingestiva en rumiantes a potreros con *Leucaena leucocephala*.

El uso de los bancos de proteína con arbustivas y en particular con leucaena está bien documentado en la literatura cubana (Febles *et al.*, 1995; Ruiz *et al.*, 1995; Valenciaga y Mora, 1997).

Espinoza *et al.* (1999) evaluaron el consumo y la utilización de la leucaena en pastoreo con ovinos, recomendando la utilización agronómica de la leucaena con diferentes combinaciones en cuanto a la altura de corte y el intervalo entre corte. Sin embargo, en Venezuela aún no se ha evaluado el efecto que pudiese tener el uso de los bancos de proteína sobre la gramínea acompañante del sistema.

Estudios realizados en vacunos cebú adultos al igual que en ovinos suplementados con bancos de leucaena, indican que la altura de la planta modifica el comportamiento ingestivo por parte de los animales, el consumo de forraje y la producción de biomasa total y comestible disponible para los bovinos. El corte a 90 cm produjo más material comestible que el corte a 120 cm, independientemente de la época del año. Además, en las plantas de ambas alturas de corte la emisión de ramas y follaje se presentó a partir de los 30 cm del suelo. Esto trajo como consecuencia que la biomasa producida en plantas de Leucaena de 90 cm estuvo distribuida entre los 30 y los 90 cm, mientras que en plantas con una altura de 120 cm, la distribución fue entre los 30 y los 120 cm, lo que indica una mayor dispersión de la biomasa en el segundo caso (Ortega *et al.*, 2009; Espinoza *et al.*, 1999).

Esto se debe a que, por lo general, la altura de corte en especies arbustivas tiene un efecto importante en la ramificación y producción de forraje, estos cambios en la estructura de la planta en consecuencia afectan significativamente algunos componentes de la conducta ingestiva de los bovinos. Se ha determinado que la selección del bocado por parte de los animales a pastoreo depende de la morfología de la planta y su forma de crecimiento (Milne, 1991). En el caso de la leucaena, los bovinos seleccionan el bocado de una misma planta pero con diferente relación de material comestible y distribución del forraje como resultado del manejo, lo que a su vez induce cambios en el número de bocados e incrementa la velocidad de ingestión y el consumo en plantas con una altura de corte de 90 cm (Wencomo, 2005; Ortega *et al.*, 2009). Estos hallazgos coinciden con los de Palma y Román (2008), quienes en ensayos con ovinos suplementados con *Leucaena* reportan que la altura de la planta afecta la disponibilidad del follaje, el consumo por parte de los animales, modificando la utilización, la forma y el tiempo de consumo. Este ensayo demuestra que a una altura máxima de 100 cm del suelo, estos parámetros se incrementan de forma significativa obteniéndose un alto porcentaje de material disponible y comestible debido a su fácil acceso, contrario a lo observado en los estratos superiores a los 100 cm, donde el material comestible no estuvo disponible para ser consumido por los ovinos. Lo anterior pudiera ser explicado en función de la arquitectura de la planta, la cual, disminuye el número de rebrotes en la medida que tiende a ser un árbol. Es importante señalar, que al introducir una gramínea en el banco de proteína se obtienen resultados favorables en el consumo total, ya que los animales compensan el consumo de nutrimentos, sobre todo en el caso de alturas iniciales superiores a 180 cm, donde la disponibilidad del follaje es inferior.

En general, existe una relación bien estrecha entre la altura, componente hoja, principalmente, selección de la dieta, consumo y la respuesta en producción de leche y ganancia de peso del ganado de carne

(Da Silva y Carvalho, 2005; Chacón, 2011^a). La selección de hoja está relacionada con altos consumos de energía y nutrientes y por extensión con la magnitud de la respuesta productiva. Sin embargo, este componente debe estar disponible para la cosecha por parte del animal, ya que si esta entramada en la biomasa de tallo y material muerto presente en la pastura, su disponibilidad está comprometida y el esfuerzo energético de cosecha de la dieta se hace mayor por el incremento en el consumo de tallo (Chacón y Aguilar, 2001; Chacón, 2011^b).

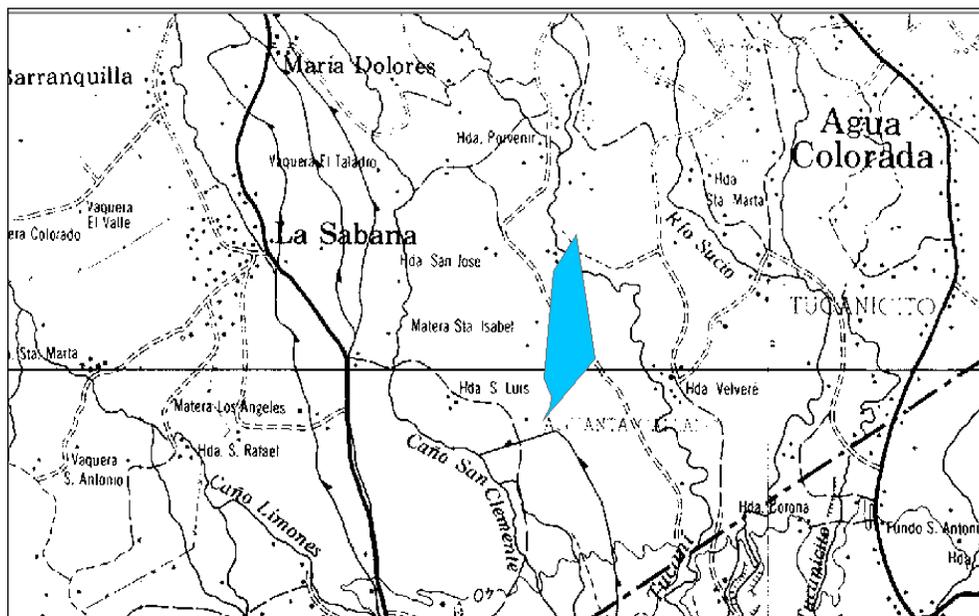
Aunque los estudios con *Leucaena* son escasos, puede afirmarse, en líneas generales, que la estructura de la vegetación modifica la conducta durante el proceso de selección, prehensión, cosecha e ingestión de la dieta del rumiante a pastoreo / ramoneo. El vacuno selecciona en el plano vertical mientras se desplaza en el plano horizontal, prefiriendo seleccionar material verde en comparación a material en proceso de senescencia, gramíneas en preferencia a leguminosas y hoja en lugar de tallo. Las características de las pasturas y de la vegetación que tiene más importancia por sus implicaciones en el consumo son la hoja (cantidad, porcentaje y distribución en el perfil de la pastura) y la altura, variables importantes en manejo de sistemas a pastoreo (Chacón, 2011^b).

El tamaño del bocado, es la variable más importante del comportamiento animal durante el consumo y está altamente influenciado por las características de la vegetación (Disponibilidad de hoja y altura) y controla el consumo a corto plazo; mientras que, el tiempo de pastoreo es el mediador entre el consumo a corto, y el consumo a mediano y largo plazo. Los movimientos masticatorios durante la ingestión de forraje son parte del comportamiento ingestivo a pastoreo y tienen importancia en la disminución del tamaño de la partícula del forraje ingerido. Es así como la interpretación de la conducta animal permite un mayor entendimiento en procura de incrementar el consumo y la respuesta productiva del animal a pastoreo (Chacón, 2011^b).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación y características agroecológicas del área experimental.

El experimento se llevó a cabo en la “Hacienda La Grapa”, ubicada en la parte sur de la Cuenca del Lago de Maracaibo, vía Santa María, sector Caño Silva, Municipio Sucre, Edo. Zulia (Coordenadas UTM: Norte: 1001216.62 y 999050.88, Este: 248900.52 y 249564.93 al Sureste de María Dolores) (Figura 1 y Anexo 1). La zona está clasificada como bosque húmedo tropical, con una altitud de 120 msnm, temperatura media anual de 28°C y humedad relativa promedio de 80%. La distribución de las lluvias durante el año es bimodal 2 picos de lluvias, uno entre abril y mayo y el otro entre octubre y noviembre, alcanza niveles de precipitación de 1800 mm, mientras que la precipitación mínima se encuentra entre los meses de septiembre y octubre (16-75mm) y diciembre a febrero (< 60mm)(Urdaneta *et al.*, 2010). Los registros pluviométricos de 5 años de antigüedad recabados en la unidad de producción establecen rangos de precipitación entre 1400 - 1600 mm. La región posee suelos caracterizados por textura gruesa (Franco arenoso), fertilidad de mediana a baja, pH 5,6 y bajo contenido de materia orgánica (Noguera *et al.*, 1994; Vera *et al.*, 2000).



Escala 1:100.000

Fuente: Departamento de Edafología. Facultad de Agronomía. UCV (2010).

Figura 1. Carta topográfica 5943. “Hacienda La Grapa” Sur Cuenca del Lago de Maracaibo, sector Caño Silva, Municipio Sucre, Edo. Zulia.

4.2. Descripción del Experimento y Tratamientos.

Se realizaron 2 ensayos similares (épocas de lluvia y sequía), con becerros de diferentes pesos que ramonearon bancos de *Leucaena leucocephala*. Se utilizaron 2 potreros (17 y 18) que forman parte de un banco de un cultivo de leucaena sembrado a una distancia de 1m entre hileras y 0,5m entre plantas más herbáceas de la finca, dichos potreros, constituían dos celdas de un total de siete de 840 m² cada una, manejadas en forma rotacional (Lluvias: 7: 56 días y Sequía: 13: 91 días) a una carga promedio equivalente a 3,7 UA/ha y una carga instantánea de 25,9 UA/ha. Dicha carga corregida por el tiempo del uso del banco (30% del total), es

equivalente a 7,8 UA/ha. Los grupos animales experimentales $n= 8$ c/u utilizados (tratamientos) fueron: A) ≤ 50 KgPV B) 51-70 KgPV C) >71 KgPV, a los cuales se les estudio su comportamiento ingestivo. Se realizaron mediciones en la pastura para obtener un estimado de la materia seca presente, estructura, oferta forrajera, disponibilidad y las interrelaciones con la conducta ingestiva. Todos los grupos (Tratamientos) pastorearon conjuntamente y en secuencia los dos potreros 17 y 18 (Repeticiones) tanto en el periodo de lluvia como en sequia. Para efectos del ensayo la entrada de los animales durante las lluvias se realizó a los 56 días de rebrote mientras que, en la sequia se garantizó suficiente MS presente similar a la del período de lluvias (91 días de rebrote).

Este estudio se dividió en dos etapas: una primera: Pre Experimental; y una segunda: Experimental, las cuales se describen a continuación.

4.2.1. Etapa pre experimental.

En esta etapa se realizó el reconocimiento general de la unidad de producción, la evaluación preliminar del banco de leucaena existente (2,3 ha) y la selección definitiva de las dos subdivisiones a utilizar en el ensayo, identificadas como potreros 17(P17) y 18(P18), respectivamente, adyacentes uno de otro y con una extensión aproximada de 840 m² cada uno. Para la selección definitiva fueron tomados en cuenta aspectos como topografía del terreno, número, tamaño y uniformidad de las plantas presentes en cada uno.

Adicionalmente se tomaron muestras de suelo de las siete subdivisiones de leucaena existentes en la finca, a una profundidad de 0-20 cm a fin de realizar análisis físico-químicos. Se llevaron registros de precipitación con un pluviómetro perteneciente a la unidad de producción. Es necesario acotar, que el registro de precipitaciones se lleva de forma rutinaria en la Finca, razón por la cual la medición se realizó durante todo el

periodo experimental. Se efectuó igualmente el levantamiento de la vegetación herbácea presente en los potreros seleccionados y el entrenamiento de tres personas para realizar las observaciones en los animales de acuerdo a la metodología utilizada (Chacón *et al.*, 2006).

Para el análisis físico del suelo (distribución del tamaño de partícula y clase textural), se utilizó el Método de Bouyoucos; mientras que para el análisis químico que incluye determinación de pH (relación 1:2.5), conductividad eléctrica (relación 1:5), materia orgánica (combustión húmeda-carbono orgánico), macros y micro nutrientes, se seleccionó el método de Walkley y Black modificado (Heanes, 1984). El levantamiento de la vegetación herbácea se realizó en los 7 potreros de leucaena, utilizando la metodología propuesta por Chacón *et al.* (2006).

4.2.2. Etapa experimental.

Se procedió a la recolección de datos de muestras de vegetación para la estimación de materia verde (MV) y materia seca (MS) presente, determinación de la estructura y composición química de la biomasa de la leucaena y herbáceas asociadas. También se hicieron los muestreos de los animales para determinar el comportamiento ingestivo y los cambios de peso de los mismos.

4.2.2.1. Estimación de la MV y MS presente.

4.2.2.1.2. Toma de muestras de vegetación.

La toma de muestras de vegetación arbustiva del banco de leucaena se realizó en los potreros 17 y 18, con una vegetación constituida por especies herbáceas y 25 hilos de leucaena (Figura 2). Dentro de cada potrero se marcaron cuatro sitios de muestreo (celdas) distribuidas en forma

sistemática de acuerdo a la metodología de Chacón *et al.* (2006). Cada celda constituye una repetición, con una dimensión de 25 m² contentivos de seis hileras, de las cuales se utilizaron cuatro para las mediciones de biomasa, una en cada día de evaluación, y dos hileras (externas), como borduras. El área efectiva de muestreo/celda fue de 20 m². (Figura 2).

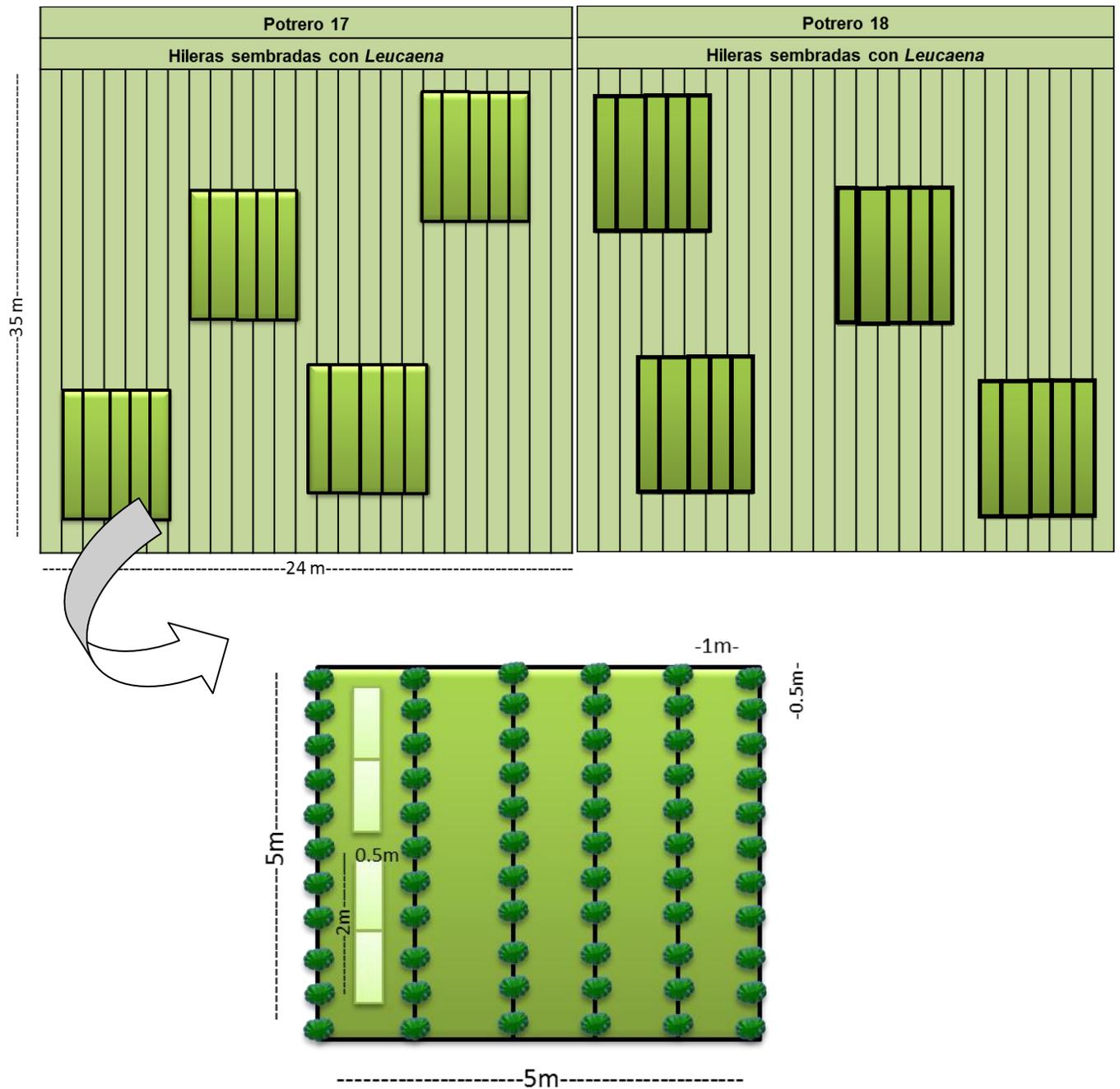


Figura 2. Esquema del área experimental y sitios de muestreo de vegetación herbácea (□) y arbustiva (●)

La estimación de la biomasa, estructura y disponibilidad forrajera se realizó tomando las muestras de biomasa aérea de vegetación arbustiva y herbácea los días 1, 3, 5 y 7 de la semana seleccionada período experimental, tanto en la época seca como en la época de lluvias. La toma de muestras de biomasa aérea de la vegetación arbustiva se inició el día 1, estimándose la materia seca (Kg MS/ha) mediante muestreos destructivos realizados en las cuatro hileras centrales de leucaena (5 m lineales/hilera/celda), seleccionadas sistemáticamente. Posteriormente (días 3, 5, 7), se realizó un muestreo apareado a las muestras seleccionadas en el día 1. Para la biomasa aérea de la vegetación herbácea, los muestreos se hicieron en los espacios entre hileras de la arbustiva. En este procedimiento y para cada celda se utilizaron dos marcos rectangulares de 0,25 x 2 m. por cada hilera muestreada (8 marcos en total) (Hernández, 1987 y Chacón *et al*; 2006).

Una vez realizado el procedimiento descrito se obtuvieron 160 muestras para vegetación arbustiva (1 muestra por planta*10 plantas/hilera* 4 hileras* 4 repeticiones) y 8 muestras de vegetación herbácea (2 por cada día de muestreo). A partir del total de las muestras tomadas de biomasa aérea de vegetación arbustiva y herbácea se hicieron muestras compuestas (1Kg/hilera), las cuales se dividieron a su vez en dos submuestras, utilizadas posteriormente para la realización de los análisis botánico y bromatológico, respectivamente. El plan de muestreo de la vegetación se muestra en la Figura 3.

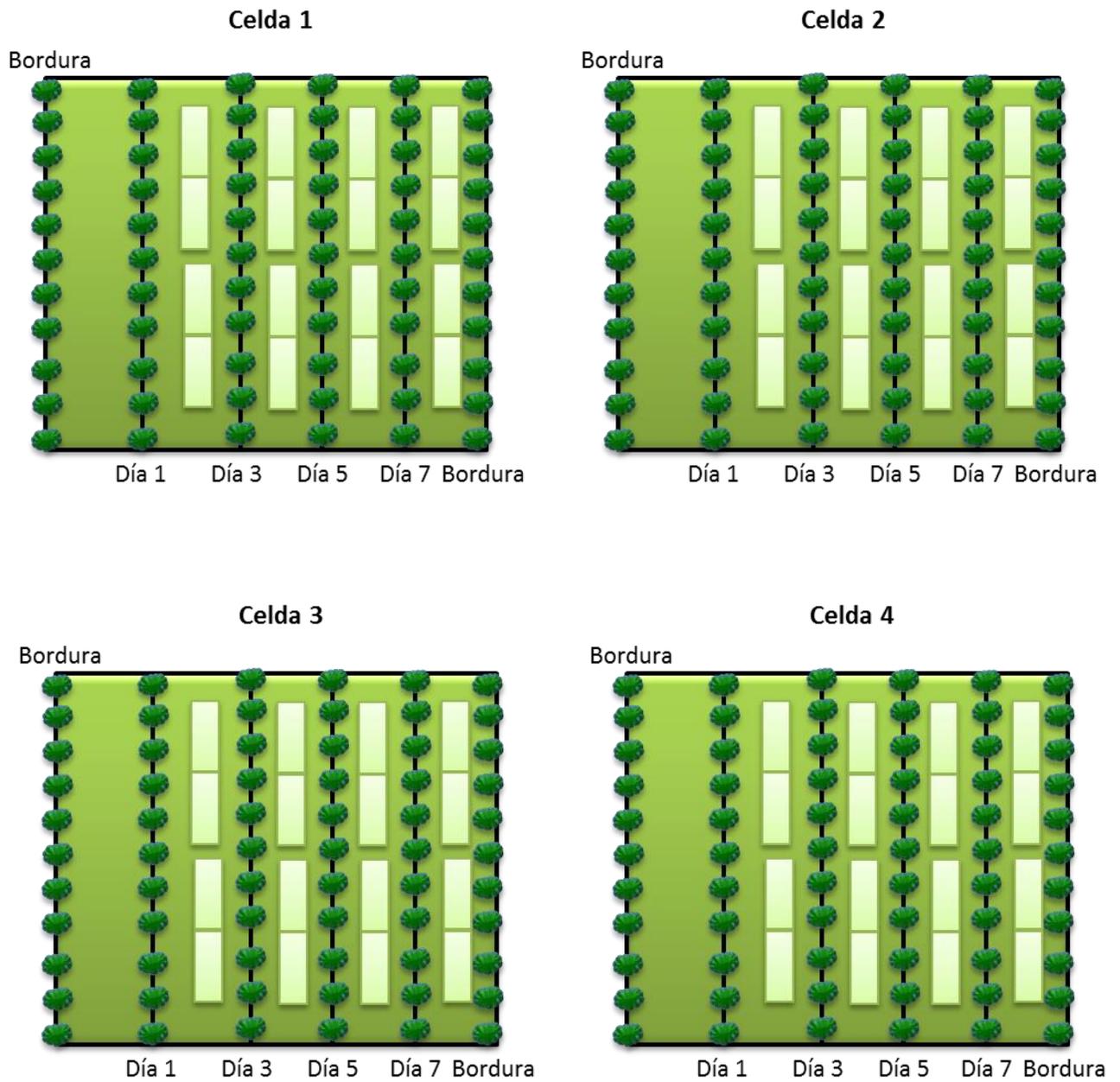


Figura 3. Plan de muestreo de vegetación herbácea (□) y arbustiva (●) para estimación de disponibilidad forrajera.

4.2.2.2. Determinación de la estructura y composición química de biomasa de leucaena y herbáceas acompañantes.

Para la determinación de la estructura de la biomasa se procedió a la realización del análisis botánico, a partir de las muestras tomadas de la vegetación tanto arbustiva como herbácea. En el caso de las muestras de vegetación arbustiva, se tomaron en cuenta las ramas con un diámetro mayor y menor a 6mm ($< 6\text{mm}\phi$ y $> 6\text{mm}\phi$), estimándose la MS disponible tanto en hojas como tallos. En las muestras de vegetación herbácea, se separaron manualmente, los componentes graminiformes, leguminosas y malezas, determinándose posteriormente la cantidad específica de hojas, tallos y material muerto, lo cual permitió estimar la relación hoja/tallo, material verde/seco y disponibilidad de la biomasa presente en cada componente.

La composición química de las muestras compuestas, las cuales fueron secadas en estufa a 60 °C hasta obtener un peso constante; posteriormente se tomaron submuestras representativas de cada fecha de muestreo, se molieron y posteriormente se pasaron a través de un tamiz de 1 mm de diámetro y se realizó el análisis bromatológico. Se determinó: materia verde, materia seca, proteína cruda, cenizas, extracto etéreo (A.O.A.C., 1984). Adicionalmente se determinaron los componentes de la pared celular (Van Soest y Wine, 1967) y el contenido de calcio (Ca) (Método de Fisk *et al.*, 1979) y Fósforo (P) (Fisk y Subarrow, 1925).

4.2.2.3. Estudio de la conducta ingestiva y cambios de peso de rumiantes.

4.2.2.3.1. Manejo de potreros.

Para evaluar el comportamiento ingestivo de rumiantes, así como la respuesta productiva de los mismos (Cambios de peso) a la suplementación con bancos de leucaena mas herbáceas, tal y como se había mencionado se realizaron dos ensayos similares, en dos épocas del año (lluvia y sequía) en los mismos potreros (P17 y P18) utilizados en la estimación de disponibilidad forrajera. Los potreros fueron manejados en forma rotacional, variando el periodo de pastoreo y descanso de acuerdo a la época de realización del ensayo: lluvias 7:56 días vs sequia: 13:91 días. La carga fue de 3,7 UA/ha.

4.2.2.3.2. Manejo de los Animales.

Para la realización del estudio del comportamiento ingestivo y cambios de peso en rumiantes se utilizaron un total de 24 becerros distribuidos en tres categorías por peso (ocho becerros por grupo) (Cuadro 7). Los animales, previamente seleccionados, fueron pesados y debidamente identificados en la región dorsal con números del 1 al 24, al inicio del periodo experimental, a fin de facilitar el registro de la actividad individual por parte de los 3 observadores. Los grupos de becerros fueron introducidos a cada potrero de forma conjunta, permaneciendo en el mismo durante dos horas por día (7 a 9 am) por siete días. Una vez transcurrido este lapso, se incorporaban al rebaño y se manejaban de acuerdo al esquema de trabajo general de la finca.

Cuadro 7. Distribución de los animales por grupos de peso

Grupo	Peso Vivo (Kg.)	Nº Becerros
A	≤ 50	8
B	51-70	8
C	>70	8
		Total: 24

4.2.2.3.3. Procedimiento Experimental.

Previo al inicio del periodo experimental, en las áreas experimentales se efectuó un corte de uniformidad a la arbustiva, mediante una guadaña a una altura de 60cm sobre el nivel del suelo en las dos épocas estudiadas (lluvia y sequia). El corte se realizó con una semana de diferencia entre potreros. En la época de lluvias este procedimiento se realizó los días 21 y 28 de mayo respectivamente. Comenzando la evaluación ocho semanas después del corte de uniformidad inicial (17 y 28 de julio).

En la época seca, los cortes se realizaron los días 16 de noviembre y 23 de noviembre, respectivamente, iniciando la evaluación 13 semanas después. Las diferencias en el inicio del periodo experimental entre la época de lluvias y la época seca (8 y 13 semanas después del corte), se deben al diferencial de recuperación de la arbustiva una vez realizado el corte inicial de uniformidad. El procedimiento de muestreo para la evaluación de la conducta ingestiva y cambio de peso de los becerros se describe en la siguiente secuencia:

Día 1: se midió la MS presente tanto de leucaena como de especies herbáceas acompañantes en el Potrero 17, tomando una muestra constituida por la primera hilera de cada una de las cuatro parcelas previamente definidas (Figura 3). Seguidamente fueron introducidos de manera conjunta los becerros seleccionados y previamente identificados por

un lapso de dos horas (7:00 am a 9am). Durante este período se observó el comportamiento de cada animal, registrando las actividades realizadas por los mismos de forma individual a intervalos de tiempo de dos minutos. Se registró el número de animales ramoneando, el tiempo de ramoneo, además de actividades como pastoreo, deambulación, acicalamiento y micción (Arnold y Dudzinski, 1978; Espinoza *et al.*, 2008). Una vez concluidas las dos (2) horas de observación, los animales fueron conducidos a otro potrero, reuniéndose con el resto de los becerros de ordeño de la unidad de producción y pastoreando el resto del día.

Día 3: se midió de nuevo la MS presente en el Potrero 17, utilizando en esta ocasión la segunda hilera de cada parcela, dándoles ingreso nuevamente a los animales por otro lapso de dos horas y registrando comportamiento, de forma similar al Día 1. Día 5: se repitió la operación antes descrita, tomando ahora las muestras para estimar la oferta forrajera a partir de la hilera 3 de las parcelas marcadas. Día 7: se efectuó la última medición en el Potrero 17, estimando la oferta forrajera a partir de la hilera 4 de cada celda evaluada. Los Días 2, 4 y 6 se les dio ingreso a los animales al Potrero 17 durante dos horas, de forma similar a lo antes descrito, sin embargo, no se tomaron muestras para estimar oferta forrajera. La semana siguiente, los becerros seleccionados fueron llevados al **Potrero 18**, remarcándose el número inicialmente asignado a fin de favorecer la visualización. Posteriormente se repitió exactamente el mismo procedimiento utilizado el **Potrero 17**.

Para determinar los cambios de peso, los 24 becerros utilizados fueron pesados al comienzo del periodo experimental, tomando este dato como peso inicial. Posteriormente los animales fueron pesados a los 14 días y a los 30 días (concluido el ensayo de oferta forrajera) a fin de estimar los cambios de peso.

Durante la época de sequía (Febrero-marzo de 2010) con un nuevo grupo de animales (similares peso, tamaño, procedencia), en los mismos

potreros y con las mismas parcelas marcadas en cada uno de ellos, fue repetido fielmente el procedimiento experimental descrito anteriormente, a fin de obtener datos de conducta ingestiva y cambio de peso en esta temporada del año. Una vez obtenidos los datos se procedió al análisis estadístico de los mismos.

4.3. Análisis estadístico de los datos.

Se utilizó estadística descriptiva para analizar la información sobre MS presente, estructura, disponibilidad, oferta de la vegetación y valor nutritivo.

Los datos generados con pasturas (disponibilidad forrajera de arbustivas y herbáceas) y animales (conducta ingestiva), fueron analizados, debido a las autocorrelaciones existentes entre los animales y entre los grupos, mediante análisis multivariado para el manejo de los datos puesto que cada animal dentro del grupo no podía ser considerado como una repetición sino como una unidad experimental (Morley y Spedding, 1968). Una vez obtenidos los datos se decidió, realizar análisis discriminante y análisis de correlación canónica.

En el caso de la oferta forrajera se obtuvo una matriz de datos multivariantes de 20 variables (8 en herbáceas y 12 variables para leucaena) con un total de 320 observaciones (4 días de medición, 4 hileras muestreadas de aproximadamente 10 plantas c/u, en 2 potreros) en cada época (Cuadros 8). Para el análisis de la conducta ingestiva, se generó una matriz de datos multivariantes de cinco variables (porcentaje de tiempo en ramoneo, porcentaje de tiempo en pastoreo, porcentaje de tiempo deambulando, porcentaje de tiempo acicalándose y otras actividades) y 192 observaciones (4 días de medición sobre 24 animales en 2 potreros) para cada época.

Cuadro 8. Matriz de datos multivariantes

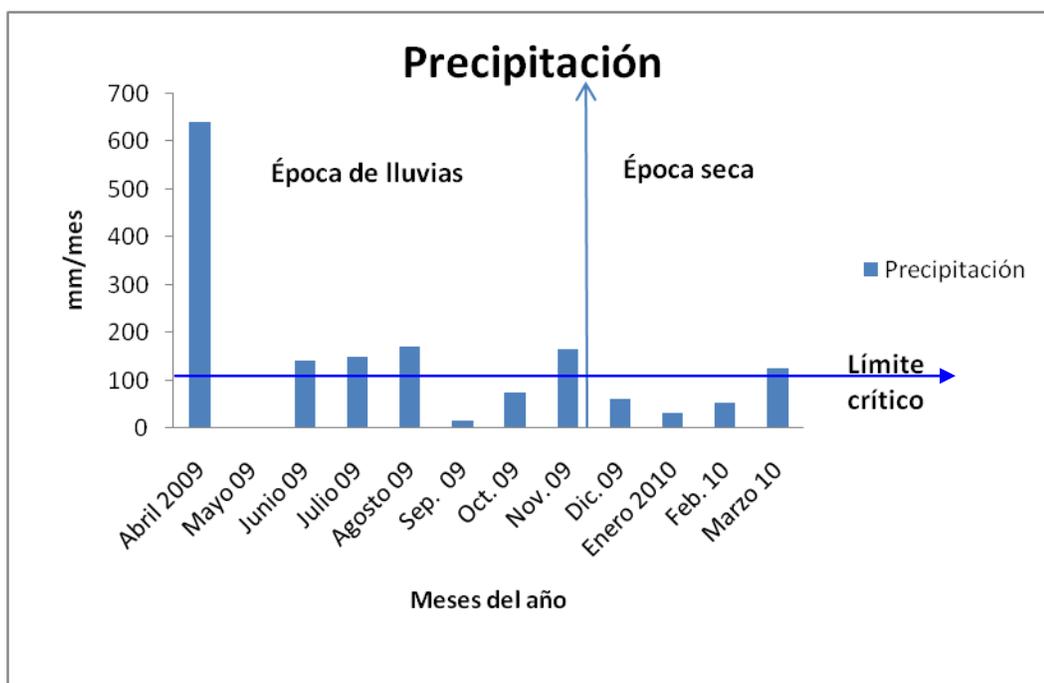
Herbáceas		<i>Leucaena leucocephala</i>	
Número	Variable	Número	Variable
1	Materia Seca Día 1	1	Materia Seca en Hojas < 6 mm
2	Materia Seca Día 3	2	Materia seca en tallos < 6 mm
3	Materia Seca Día 5	3	Materia Seca en Hojas > 6mm
4	Materia Seca Día 7	4	Materia Seca en Tallos > 6mm
5	Altura de la Planta Día 1	5	Materia Seca Total Día 1
6	Altura de la Planta Día 3	6	Materia Seca Total Día 3
7	Altura de la Planta Día 5	7	Materia Seca Total Día 5
8	Altura de la Planta Día 7	8	Materia Seca Total Día 7
		9	Altura Total Día 1
		10	Altura Total Día 3
		11	Altura Total Día 5
		12	Altura Total Día 7

Con el fin de determinar si existe interrelación entre las variables de comportamiento animal en pastoreo y el conjunto de variables de oferta forrajera, se efectuó un análisis de correlación multivariante, también conocido como correlación canónica. Esta técnica establece correlaciones entre combinaciones lineales de los conjuntos de variables antes citadas, determinándose el grado de asociación entre la oferta forrajera (20 variables) y la conducta ingestiva de los mismos (5 variables) en dos épocas del año (lluvia y sequía).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Registro de Precipitaciones.

Los resultados pluviométricos del área experimental, revelan que en los meses de junio, julio y agosto de 2009, las precipitaciones alcanzaron valores entre 140 y 170 mm/mes, con picos de precipitación en los meses de agosto (170 mm) y noviembre (166 mm). En el periodo comprendido entre diciembre 2009 a febrero 2010, se reportaron las menores precipitaciones (32 a 60 mm). De acuerdo al historial de la distribución de la precipitación, el período de ensayo se dividió en 2 épocas, época de lluvias y época seca señaladas en la Figura 4; en las cuales se analizaron las variables consideradas.



Fuente: Hacienda "La Grapa" (2009-2010).

Figura 4. Registro de precipitación anual "Hacienda La Grapa" Sur Cuenca del Lago de Maracaibo.

5.2. Análisis físico-químico del suelo.

Los resultados del análisis físico-químico del suelo se muestran en el Cuadro 9. Los suelos se clasifican como franco arenosos, poseen un pH medianamente ácido (5,6), contenido medio de materia orgánica (2,05%) y bajos niveles de sales solubles (0,06 ds/m). Con respecto al contenido mineral, los resultados indican bajos niveles de Fosforo (P), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) (11, 256, 24 ppm respectivamente), así como el nivel medio de Potasio (100 ppm). Resultados similares han sido reportados por Noguera *et al.* (1994) y Vera *et al.* (2000), quienes afirman que los suelos de la zona estudiada se caracterizan por presentar granulometría dominada por la fracción arena, valores de pH entre neutro y ácido, bajos contenidos de materia orgánica, fósforo, calcio y magnesio. Igualmente presentan contenidos bajos de bases cambiabiles, capacidad de intercambio catiónico, saturación con bases y conductividad eléctrica. Las características edafológicas descritas afectan fertilidad y capacidad de drenaje del suelo, determinando necesidades específicas de fertilización, a fin de mejorar el contenido y balance de nutrientes (Urdaneta *et al.*, 2010).

Cuadro. 9. Características físico-químicas del suelo del área experimental.

Elementos y características	Valores	Niveles
Distribución del tamaño de Partícula		
Arena (a) (%)	78	
Arcilla (A) (%)	8	
Limo (L) (%)	14	
Clase Textural	ArenoFrancoso	
Fósforo (P) (ppm)	11	Bajo
Potasio (K) (ppm)	100	Medio
Calcio (Ca) (ppm)	256	Bajo
Magnesio (Mg) (ppm)	24	Bajo
pH (1:2,5)	5,6	Medianamente ácido
Materia Orgánica (%)	2,05	Medio
Conductividad Eléctrica (CE) (ds/m)	0,06	Baja

5.3. Levantamiento de vegetación herbácea en potreros experimentales.

El análisis botánico de la vegetación herbácea reveló la presencia de las especies: *Urochloa decumbens*, malezas hoja ancha (*Physalis angulata* L, *Senna obtusifolia* L, *Pteridium aquilinum*, *Sida acuta*), malezas de hoja Angosta (*Cyperus ferax*, *Cenchrus spp*, *Paspalum virgatum*, *Digitaria sanguinalis*) y leguminosas (*Centrosema spp* y *Desmodium incanum*). Las especies encontradas en los potreros son similares en las dos épocas de evaluación; sin embargo, en la sequía el porcentaje de cobertura es más bajo (30%) en comparación a la época de lluvias (70%) (Cuadro10 y Anexo 2).

Según Comerma *et al.* (2005), en estos suelos existen numerosas especies de gramíneas con marcada tolerancia a la acidez, al mal drenaje y a niveles de fósforo aprovechable por debajo del nivel crítico aceptado para la mayoría de los cultivos (15 ppm). El *Urochloa decumbens*, tolera las

condiciones descritas, lo cual explicaría su presencia en las pasturas de la zona.

En la zona sur del Lago de Maracaibo existe una gran diversidad de malezas ya que las condiciones agroecológicas favorecen la proliferación de las mismas, observándose más de 100 especies dentro de unas 40 familias aproximadamente, dentro de las cuales se han reportado las especies identificadas en este trabajo (Mendoza *et al.*, 2010).

Cuadro 10. Composición porcentual de las herbáceas presentes en bancos de leucaena

Época	Gramíneas ¹	Malezas H. Ancha ²	Malezas H. Angosta ³	Leguminosas ⁴	Cobertura (%)
Lluvia	40	15	25	20	70
Sequía	20	30	30	20	30
\bar{X}	30	22,5	27,5	20	50

¹ *Urochloa decumbens*.

² *Physalus angulata* L.; *Senna obtusifolia* L.; *Pteridium aquilinum*; *Sida acuta*.

³ *Cyperus ferax*; *Cenchrus spp*; *Paspalum virgatum*; *Digitaria sanguinalis*.

⁴ *Centrosema spp* y *Desmodium incanum*.

5.4. Estimación de la materia seca presente, estructura y composición química de los bancos de Leucaena y herbáceas acompañantes.

A continuación, se exponen los resultados obtenidos en cuanto a estructura y composición química de la biomasa de *Leucaena leucocephala* y herbáceas acompañantes.

5.4.1. Biomasa y estructura de *Leucaena leucocephala* y herbáceas acompañantes.

Los resultados obtenidos para la variable estructura de la *Leucaena leucocephala* (Cuadro 11) y Anexos 3 y 4, revelan que el mayor contenido de materia verde total lo representan las ramas con un diámetro menor a 6 mm ($\varnothing < 6\text{mm}$), tanto en la época de lluvias como en sequía (1132 y 1031 kg MV/ha respectivamente). La materia seca total presente fue similar para las dos épocas (lluvia: 419 vs. Sequía: 458 kg MS/ha). Por otra parte, la materia seca de las hojas con un diámetro menor a 6 mm ($\varnothing < 6\text{mm}$), supera igualmente la materia seca reportada por hojas y tallos de mayor diámetro en ambas épocas. La relación hoja/tallo sigue un comportamiento parecido al descrito para las variables arriba mencionadas; sin embargo, los datos demuestran que este parámetro es superior en la época seca (1,3) en comparación a las lluvias (0,9).

Los valores de materia seca presentes en la leucaena para la época de lluvia (419 Kg/ha) y época seca (458 Kg/ha) fueron medianos.

Cuadro 11. Estructura de *Leucaena leucocephala*¹.

Parámetros (Kg/ha)	Época de Lluvia			Época de Sequia		
	$\varnothing < 6\text{mm}$	$\varnothing > 6\text{mm}$	Total	$\varnothing < 6\text{mm}$	$\varnothing > 6\text{mm}$	Total
*MV Total	1132	329	1461	1031	438	1469
**MS Total	332	87	419	329	129	458
MS Hojas	187	33	220	195	68	263
MS Tallos	145	54	199	134	61	195
Relación Hoja/Tallo	0,7	0,3	0,9	0,7	0,5	1,3

*Materia Verde, **Materia Seca

¹ Promedio de los potreros 17 y 18; mediciones realizadas los días 1, 3, 5 y 7.

La cantidad de materia seca presente de hojas en ramas ($\varnothing < 6\text{mm}$) fue similar en las dos épocas de evaluación (Lluvias: 187 vs. Sequía: 195 Kg/MS/ha); mientras que, la materia seca presente en ramas no disponibles ($\varnothing > 6\text{mm}$) presentó valores de 33 y 68 Kg/MS/ha en lluvias y sequía respectivamente. Los resultados en la época de lluvias, donde el ramoneo se inició dos meses después del corte de uniformidad, son más bajos en comparación con los datos reportados por autores venezolanos (Camacaro y Machado, 2005; Torres *et al.*; 2000), quienes encontraron valores que varían entre 200,9 y 399,8 Kg/MSH/ha y 737 y 335 Kg/MSH/ha en ramas disponibles y no disponibles respectivamente. Factores como la época del año y el patrón de siembra, podrían explicar este efecto. Se ha demostrado que una mayor densidad de siembra (hileras dobles), estimula la capacidad de producir hojas para captar mayor cantidad de luz solar, paralelamente un mayor crecimiento de ramas más finas ($\varnothing < 6\text{ mm}$) (Torres *et al.*, 2000; Espinoza *et al.*, 2005).

En el Cuadro 12 se muestran los resultados de biomasa y estructura de las especies de gramíneas, leguminosas y malezas acompañantes en el banco de *Leucaena leucocephala* en dos épocas del año. Los datos sobre las herbáceas acompañantes muestran que en el Potrero 18 tanto la materia verde como la materia seca (Kg/ha) presentes, son superiores en la época de lluvias, existiendo un mayor porcentaje de hojas que de tallos en las gramíneas evaluadas. La relación Verde: Seco en ambas épocas fue semejante (2:1), al igual que la relación Hoja: Tallo (2, 33). En el Potrero 17, la tendencia es similar, sin embargo los valores reportados para materia verde y materia seca (Kg/ha) son menores, por el contrario el porcentaje de tallos de las gramíneas evaluadas es superior. Resultados similares fueron obtenidos por Chamorro *et al.* (2005), quienes afirman que durante la época de lluvia, se incrementa el peso de tallos y hojas, siendo superior el valor de MS alcanzado por el componente foliar, observándose una relación directa entre la precipitación y producción de MS. Lo anterior podría estar asociado

entre otros factores a la mayor disponibilidad de agua durante la época de lluvia lo cual como ya se indicó favorece el crecimiento de las plantas, las condiciones edafoclimáticas de la zona y la mayor capacidad de las leguminosas nativas de producir biomasa disponible en suelos con bajo contenido de fósforo (Mata, 1989; Chamorro *et al.*, 2005). Con respecto a la relación hoja/tallo, Rodríguez *et al.* (2011), reporta resultados similares a los encontrados en este estudio, con una mayor proporción de hojas que de tallos en las gramíneas evaluadas, sin embargo la proporción de tallos aumentó con el tiempo.

Cuadro 12. Biomasa y estructura de la vegetación herbácea en dos épocas del año.

	Época de Lluvias							Época Seca						
	MV* (Kg/ha)	MS** Kg/ha	MS (%)	Hoja (%)	Tallo (%)	Verde: Seco	Hoja: Tallo	MV (Kg/ha)	MS Kg/ha	MS (%)	Hoja (%)	Tallo (%)	Verde: Seco	Hoja: Tallo
Potrero 17														
Inicio	600	139	23	70	30	2:1	2,33	123	18	15	70	30	2:1	2,33
Final	400	117	29	70	30	2:1	2,33	39	11	28	70	30	2:1	2,33
Potreo 18														
Inicio	263	64	24	60	40	2:1	1,5	147	27	18	50	50	2:1	1
Final	188	37	20	60	40	2:1	1,5	51	13	25	50	50	2:1	1

*Materia Verde, **Materia Seca

La variable altura de las plantas (cm), en el caso de *Leucaena leucocephala*, los resultados indican que este parámetro en la época de lluvias fue de 88 y 110 cm en promedio para las plantas sembradas en los potreros 17 y 18 respectivamente. En la época seca, los promedios fueron de 85,9 (P17) y 100,8 cm (P18). La altura de la leucaena varía dependiendo de la época del año, siendo superior en la época de lluvias. Se observó igualmente una diferencia de altura de la planta entre los dos (2)

potreros evaluados, siendo mayor la altura alcanzada por las plantas en el Potrero 18 para ambas épocas (Gráfico 2). Por su parte, la altura de herbáceas acompañantes del banco de leucaena alcanzó promedios de $25,50 \pm 4,04$ y $7,81 \pm 6,37$ cm para los potreros 17 y 18 en la época de lluvia respectivamente. Para la época seca los promedios estuvieron entre $5,44 \pm 7,78$ (P17) y $9,23 \pm 8,42$ (P18) (Figura 6).

Estudios recientes señalan que la época del año tiene efecto sobre la altura de las plantas de *Leucaena*, en monocultivo o en asociación con gramíneas. En el presente trabajo las variables de la vegetación arbustiva tales como la altura, diámetro y la capacidad de recuperación en número de rebrotes de las plantas presentaron valores más altos en la época de lluvias. Resultados obtenidos por Soler (1998), donde se comparan dos épocas del año reportan alturas de 208 cm en la época de lluvias y de 114 cm en la época de sequía indicando incrementos de la variable altura en lluvias.

Lo anterior, posiblemente, se deba a los regímenes de poda, a la densidad de siembra, a la fertilidad de los suelos o a factores ambientales que afectan a la especie (Espinoza *et al.*, 2005; Bacab *et al.*, 2012). Las alturas obtenidas en el presente estudio garantizan una buena utilización por parte de los animales de acuerdo a lo sugerido por Ruiz *et al.*, (1988), quien indica que el ramoneo de los bancos de leucaena debe realizarse preferiblemente a alturas entre 100 y 180 cm. La altura de las herbáceas acompañantes del banco de leucaena, Hess y Lascano (1997), coinciden con los resultados obtenidos en este ensayo, indicando que este parámetro se ve afectado por la época del año, siendo más alto durante las lluvias.

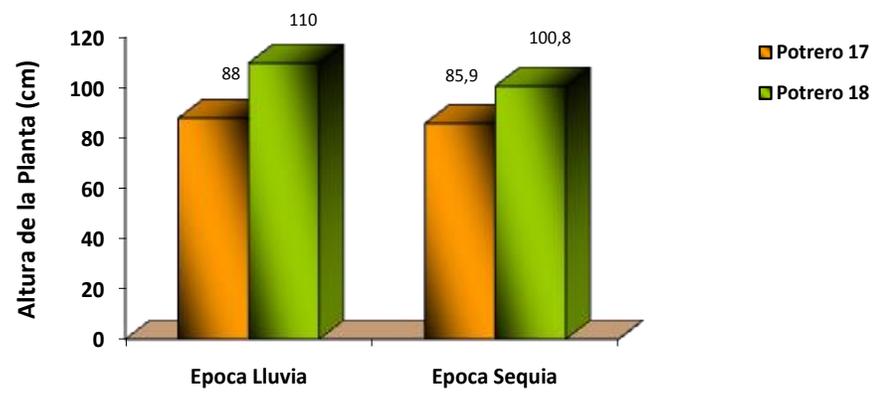


Figura 5. Altura de plantas (cm) de *Leucaena leucocephala* en potreros experimentales en las dos épocas de evaluación.

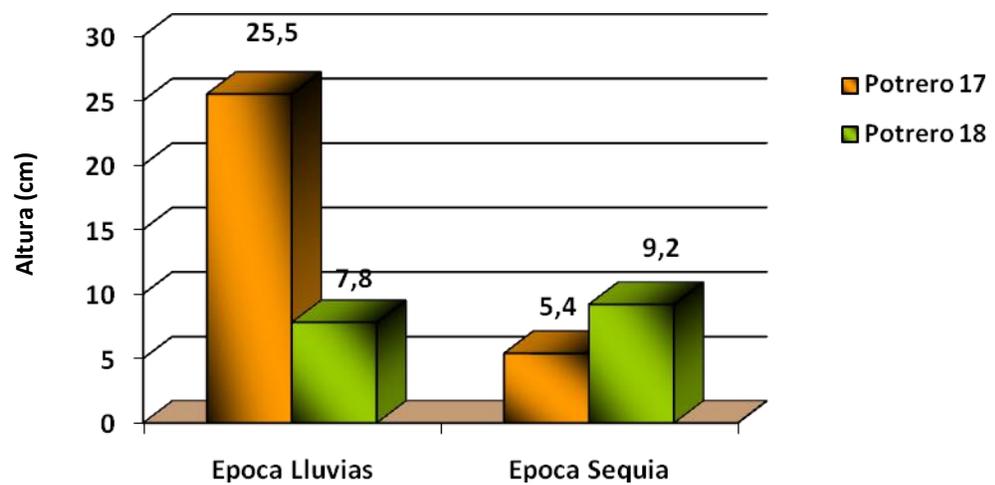


Figura 6. Altura de gramíneas acompañantes del banco de leucaena en potreros experimentales en las dos épocas de evaluación.

La diferencia encontrada en el rendimiento y altura de la leucaena y las herbáceas acompañantes pudieran ser explicadas a través de factores ambientales, valores reportados en tasas de crecimiento de leucaena varían entre 1 y 4 cm/día (Chacón *et al*; 2006), diferencias geográficas de la zona (pendiente del terreno) (Vera *et al*, 2000), las cuales afectan los parámetros mencionados, tal y como lo indican Rodríguez *et al.* (2011), los cuales afirman que la dinámica de crecimiento de las pasturas se ve afectada por las características propias de la zona topográfica, influyendo estas sobre su rendimiento.

5.4.2. Proteína cruda, componentes de la pared celular y niveles de calcio (Ca) y fósforo (P) de la biomasa de *Leucaena leucocephala* y herbáceas acompañantes.

En la época de lluvias (Cuadro 13), el porcentaje de Proteína Cruda (PC) de las hojas de *Leucaena leucocephala* fue de 26,67% en promedio durante todo el periodo experimental, mientras que los tallos reportan un contenido inferior (8%). Los datos muestran que el contenido de proteína promedio es superior en hojas mayores a 6mm. El contenido de FDN es superior en los tallos que en las hojas (83 vs 49%) a lo largo del ensayo. La FDA, tiene un comportamiento similar (66 vs 29,5%).

Durante la época seca (Cuadro 14), la PC de las hojas fue de 35%, superior a los tallos, que alcanzó 10,5% en promedio. Al igual que en la época de lluvias, los valores de FDA y FDN son superiores en los tallos, sin embargo, destaca que la celulosa y la lignina presentes en los mismos son superiores a los valores reportados durante el periodo lluvioso. Por su parte, los niveles de Calcio y Fósforo de la hojas de leucaena en la época seca superan a la época de lluvias. Con respecto al componente herbáceo, la PC reportada es superior en la época seca en comparación con la época de lluvias (16,5 vs 11,6% respectivamente).

Los valores de proteína cruda observados en el presente trabajo se encuentran entre los rangos reportados por otros autores los cuales varían entre 12 a 30%. De forma similar los valores de calcio y fosforo coinciden con los reportados por otros autores (Clavero, 1993; Escobar, 1993; Arispe, 1991; Chacón *et al.*, 1993; Faría 1994; Dávila y Urbano 2000; Espinoza *et al.*, 2007). En todos los casos, los valores obtenidos en este estudio durante la época seca resultan superiores a los reportados en la literatura. Con respecto al mayor contenido de proteína en hojas disponibles, los resultados coinciden con los hallazgos de Mejía y Ramón (2009) quienes encontraron que el valor nutricional de la leucaena varia con la edad de la planta, la época del año, entre otros factores, y partes de planta con un mayor contenido de proteína, calcio y fósforo en las hojas tiernas que en los tallos.

El incremento de la Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Acida (FDA) y Lignina en los tallos en comparación con las hojas pudiera deberse a los cambios fisiológicos y anatómicos que ocurren en la planta, lo cual provoca una disminución de la proporción del contenido celular citoplasmático, reduciendo el lumen celular con sus componentes solubles e incrementando los fibrosos. Esto se acentúa mucho más al aumentar el rendimiento debido al balance hídrico de la planta y la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo, entre otros elementos (Verdecia *et al.*, 2012).

Cuadro 13. Proteína cruda, componentes de la pared celular y niveles de calcio (Ca) y fósforo (P) de la biomasa de la *Leucaena leucocephala* y herbáceas acompañantes durante la época de lluvias.

Inicio (Entrada)	Fracciones (%)										
	MS	Cen.	PC	EE	FDA	Lig.	Cel.	FDN	HC	Ca	P
Hojas<6mm	94,27	6,16	26,67	3,64	33,26	4,39	23,82	48,92	17,56	0,99	0,29
Hojas>6mm	94,75	6,99	31,15	3,32	26,16	3,79	22,46	48,69	23,90	0,92	0,30
Tallos<6mm	95,23	3,53	6,95	0,93	66,05	5,95	59,96	81,12	18,22	0,57	0,36
Tallos>6mm	94,96	5,00	8,04	0,90	63,50	4,12	58,86	80,62	20,32	0,49	0,23
Herbaceas	94,15	7,49	10,64	1,20	44,15	4,95	37,14	76,93	35,39	1,44	0,53
Final (Salida)											
Hojas<6mm	94,13	6,23	15,09	3,49	29,16	4,68	24,25	50,69	23,24	0,94	0,29
Hojas>6mm	94,66	6,62	30,08	3,81	26,98	4,45	22,56	48,26	22,74	0,96	0,29
Tallos<6mm	94,32	4,72	9,34	0,49	69,75	4,30	65,36	85,84	20,06	0,60	0,45
Tallos>6mm	95,36	3,47	7,30	0,47	67,53	4,38	63,23	83,53	19,13	0,42	0,35
Herbaceas	94,77	8,62	12,56	1,77	43,05	5,09	35,56	71,79	30,99	0,71	0,29

MS: Materia Seca; Cen: Ceniza; PC: Proteína Cruda; EE: Extracto Etéreo; FDA: Fibra Detergente Ácida; FDN: Fibra Detergente Neutra; Lig.: Lignina; Cel.: Celulosa; HC: Hemicelulosa; Ca: Calcio; P: Fósforo.

Cuadro 14. Proteína cruda, componentes de la pared celular y niveles de calcio (Ca) y fósforo (P) de la biomasa de la *Leucaena leucocephala* y herbáceas acompañantes durante la época de sequía.

Inicio	Fracciones (%)										
	MS	Cen.	PC	EE	FDA	Lig.	Cel.	FDN	HC	Ca	P
Hojas<6mm	89,39	6,70	35,59	3,02	30,41	6,79	23,48	56,71	29,53	1,16	0,29
Hojas>6mm	89,13	6,93	36,98	5,20	28,40	7,40	21,17	49,02	23,70	1,42	0,30
Tallos<6mm	91,50	5,14	11,71	2,62	64,38	5,25	59,10	81,69	22,78	0,77	0,46
Tallos>6mm	91,45	4,25	8,48	2,55	74,62	8,07	66,38	88,04	19,80	0,68	0,40
Herbaceas	88,33	10,54	19,08	2,14	43,33	7,66	34,94	60,67	22,39	2,31	0,32
Final											
Hojas<6mm	88,80	7,15	32,55	4,97	29,38	6,22	23,03	55,80	29,71	1,19	0,28
Hojas>6mm	88,62	6,45	36,10	0,19	34,12	8,92	25,21	59,22	28,98	0,81	0,28
Tallos<6mm	92,77	6,53	11,93	2,57	62,35	5,87	56,55	77,31	19,62	0,73	0,47
Tallos>6mm	91,49	4,83	9,93	1,88	67,38	7,96	59,05	90,94	28,40	0,47	0,37
Herbaceas	89,12	8,81	13,94	4,08	55,47	10,80	42,90	65,84	16,39	1,51	0,27

MS: Materia Seca; Cen: Ceniza; PC: Proteína Cruda; EE: Extracto Etéreo; FDA: Fibra Detergente Acida; FDN: Fibra Detergente Neutra; Lig.: Lignina; Cel.: Celulosa; HC: Hemicelulosa; Ca: Calcio; P: Fósforo.

Los valores de proteína cruda de las herbáceas del banco de leucaena superan tanto en la época de lluvia como en la época seca a los reportados por otros autores en el caso de las herbáceas acompañantes. En tal sentido, Soler (1998), reportó valores de 5,1 y 5,8% en la especie *Cynodon plectostachyus*. En el presente estudio se encontraron valores de PC que varían entre 10 y 19%, lo cual podría estar relacionado a que el análisis bromatológico se realizó a un pool de herbáceas, incluyendo especies gramíneas, leguminosas y cyperaceas como *Urochloa decumbens*, *Paspalum virgatum*, *Digitaria sanguinalis*, *Desmodium incanum*, *Cyperus ferax*, *Physalus angulata* L, *Senna obtusifolia* L, *Pteridium aquilinum*, *Cenchrus spp* y *Centrosema spp*.

5.5. Oferta forrajera de *Leucaena leucocephala* y herbáceas acompañantes.

En los Cuadro 15 y 16 y Anexos 5, 6, 7 y 8 se muestra la oferta forrajera en g/KgPV y Kg/animal de leucaena en las dos épocas evaluadas.

Cuadro 15. Oferta forrajera de leucaena¹

	Época de lluvia			Época de sequia		
	P(17)	P(18)	Media	P(17)	P(18)	Media
MV Total (g/kgPV)	26,31	16,41	21,36	30,07	31,11	30,59
MV Hojas (g/kgPV)	19,48	15,14	17,31	18,44	19,07	18,76
MS Total (g/kgPV)	8,41	8,77	8,59	10,58	8,48	9,53
MS Disponible (g/kgPV)	8,02	5,71	6,87	8,83	4,89	6,86
MS Hojas (g/kgPV)	5,45	2,34	3,90	5,29	2,87	4,08

¹ Promedio de muestreo de los días 1,3,5,7

Los valores promedios de la oferta de MS total por animal estuvieron entre 8,59 en las lluvias y 9,53 Kg en la sequía. En los Anexos 7 y 8 se muestra que la oferta forrajera al inicio y al final de la defoliación estuvo entre 1,07 y 0,78 MS total/Kg PV para el potrero 17 y 1,22 y 0,83 MS total/Kg PV en la época de lluvias. En la época seca los valores fueron de 1,46 y 0,88 MS total/Kg PV en el potrero 17 y de 2,00 y 1,02 MS total/Kg PV para el potrero 18; lo que garantizaría suficiente forraje a los animales en las dos épocas del año, calculado sobre la base del 3% del peso vivo de los animales (NRC, 1978).

Cuadro 16. Oferta forrajera de leucaena/animal

	Época de lluvia			Época de sequia		
	P(17)	P(18)	Media	P(17)	P(18)	Media
MV Total (kg/animal)	1,09	0,68	0,89	1,25	1,30	1,28
MV Hojas (kg/animal)	0,81	0,63	0,72	0,77	0,79	0,78
MS Total (kg/animal)	0,35	0,37	0,36	0,44	0,35	0,40
MS Disponible (kg/animal)	0,33	0,24	0,29	0,37	0,20	0,29
MS Hojas (kg/animal)	0,23	0,09	0,16	0,22	0,12	0,17

En los Cuadros 17 y 18 y Anexos 9 y 10 se muestra la oferta forrajera en g/KgPV y Kg/animal de las herbáceas en las dos épocas evaluadas.

Cuadro 17. Oferta forrajera de herbáceas¹

	Época de lluvia			Época de sequia		
	P(17)	P(18)	Media	P(17)	P(18)	Media
MV Total (g/kgPV)	20,83	9,31	15,07	3,38	4,13	3,76
MS Total (g/kgPV)	5,33	2,10	3,72	0,60	0,83	0,72

¹ Promedio de muestreo de los días 1,3,5,7

Cuadro 18. Oferta forrajera de herbáceas/animal

	Época de lluvia			Época de sequía		
	P(17)	P(18)	Media	P(17)	P(18)	Media
MV Total (kg/animal)	0,87	0,39	0,63	0,14	0,17	0,16
MS Total (kg/animal)	0,22	0,09	0,16	0,025	0,035	0,03

5.6. Patrones de defoliación de la *Leucaena* y herbáceas acompañantes

En las Figuras 7 y 8 se muestran los patrones de defoliación de *Leucaena leucocephala* para ambas épocas evaluadas.

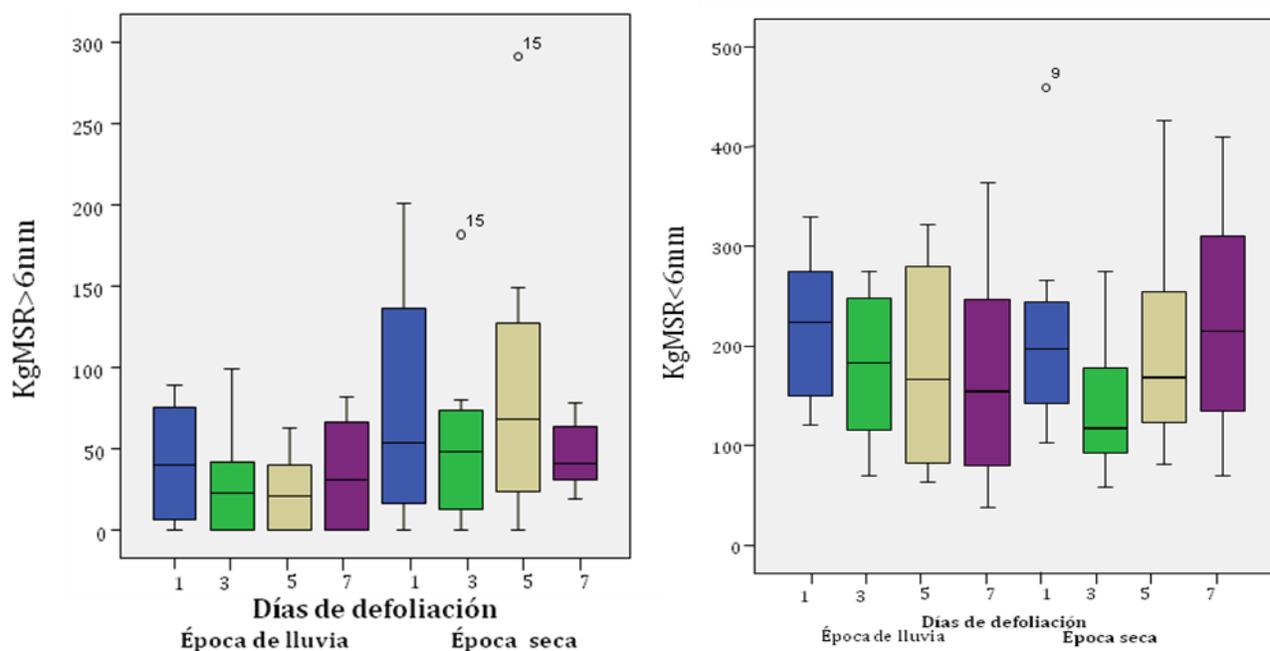


Figura 7. Biomasa presente (KgMs/ha) en ramas de leucaena de diferentes diámetros en dos épocas de evaluación

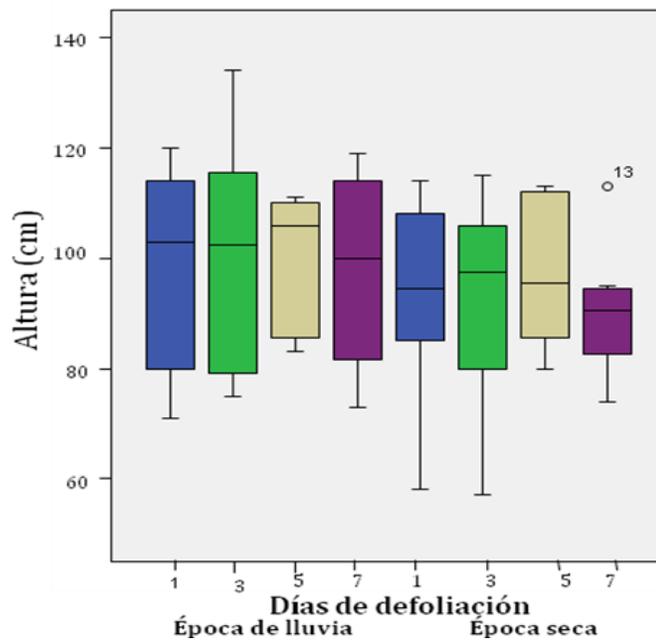


Figura 8. Altura (cm) de las plantas de *Leucaena leucocephala* en dos épocas del año.

En el Cuadro 19 se muestran los valores del estadístico Lambda de Wilks para las características estructurales de la *Leucaena*. Los análisis estadísticos reportan que el criterio de prueba para el análisis discriminante utilizando el estadístico Lambda de Wilks, arrojó valores significativos sólo para las variables Materia Verde Total en Ramas con un diámetro menor a 6 mm en el día 3, Materia Verde Total en Ramas con un diámetro mayor a 6 mm en el día 1, Materia Seca de Ramas con diámetro mayor a 6 mm en el día 5 y Altura de la *Leucaena* en el día 3. Dichos resultados indican que estas son las variables que discriminan entre la época de lluvia y la época seca.

Cuadro 19. Variables discriminantes para la estimación de disponibilidad de biomasa de la *Leucaena leucocephala*.

Variable	Día de Defoliación	Estadístico Lambda de Wilks*
MV total Ramas Ø<6mm	3	0,024
MV total Ramas Ø>6mm	1	0,011
MS ramas Ø>6mm	5	0,070
Altura Plantas Leucaena (cm)	3	0,021

*Valores próximos a 0 indican que existe variabilidad entre los grupos. (Variables Discriminantes).

Se obtuvo una mayor cantidad de biomasa en ramas mayores y menores a 6mm en la leucaena los días iniciales del ensayo (1 y 3 respectivamente), lo cual permite inferir que los animales consumieron preferiblemente las ramas disponibles. Con respecto a la materia seca, los resultados señalan diferencias significativas entre épocas, siendo superior la disponibilidad de materia seca de ramas de leucaena con diámetro mayor a 6 mm en la temporada de sequía, en comparación con la época de lluvias. Por otra parte, durante la época de lluvia la altura alcanzada por las plantas fue de 100,38 cm, mientras que en la época seca fue 92,38 cm.

La cantidad de materia seca de las herbáceas acompañantes del banco de leucaena fue mayor en la época de lluvias, sin embargo en ambas épocas se muestra una clara disminución de dicha oferta con el día de la defoliación (Figura 9). En la Figura 10, se muestra la altura que presentaron las plantas en dos épocas de evaluación, observándose simetría, variabilidad y una clara disminución con el día de la defoliación.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con los reportados por Sánchez *et al.* (2003), quien reporta que durante la época seca y a consecuencia del desbalance hídrico, disminuye de forma significativa la altura de la leucaena y

de las herbáceas acompañantes, disminuyendo la cantidad de hojas, aumentando la proporción de tallos y evidenciándose un deterioro progresivo del componente herbáceo. Adicionalmente el estrés hídrico reduce el tamaño de las hojas nuevas y aumenta la tasa de senescencia de las hojas viejas incrementando la proporción de material muerto.

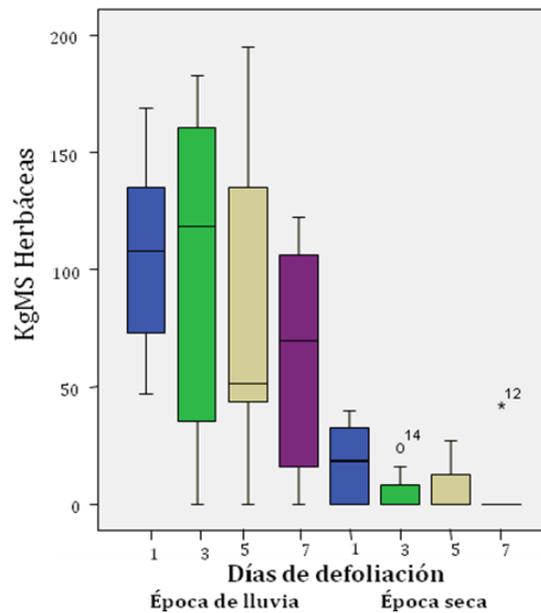


Figura 9. Materia seca de herbáceas acompañantes del banco de leucaena.

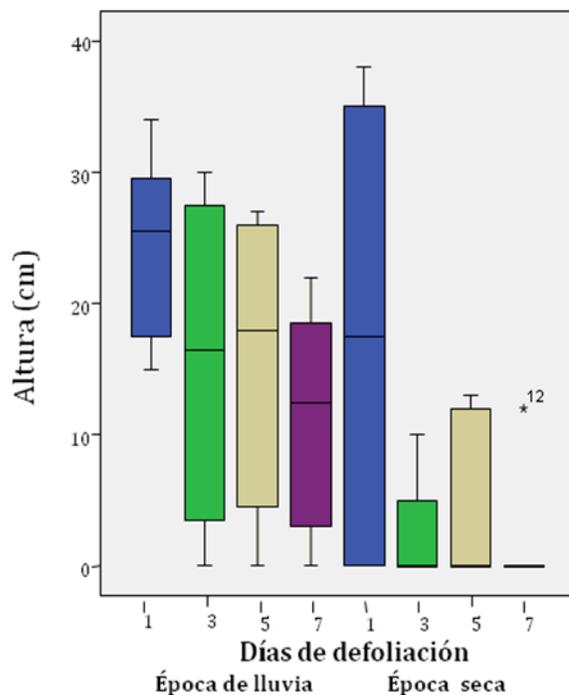


Figura 10. Altura de las herbáceas acompañantes del banco de Leucaena en las dos épocas de evaluación.

Lo anterior podría explicarse debido al efecto negativo directo del estrés hídrico sobre el metabolismo, la capacidad fotosintética y la absorción mineral de las plantas. Adicionalmente, las altas temperaturas características de la época seca comprometen la actividad enzimática y la integridad de las membranas celulares (Baruch y Fisher, 1991). Durante la época de lluvias por el contrario, se genera una recuperación aparente de las fracciones evaluadas, incrementándose la altura y la biomasa disponible del componente vegetal (Sánchez *et al.*, 2003).

Los resultados de mayor disponibilidad de biomasa forrajera al inicio del periodo experimental y el patrón de selectividad mostrado por parte de los animales que preferirán en primer término los alimentos de mayor valor nutricional como rebrotes, hojas y tallos tiernos en comparación con otros de menor contenido de nutrientes. Sin embargo, la aceptabilidad de los alimentos puede

hacer que el animal seleccione primero los alimentos que tengan accesibilidad (Lascano, 2000; Stephens *et al.*, 2007; Hussain y Jan, 2009).

Con respecto a la disponibilidad forrajera de la vegetación herbácea, los análisis estadísticos reportan que, el criterio de prueba para el análisis discriminante (Wilks' Lambda), arrojó valores significativos para las variables materia verde y altura de las plantas en el día 1 (0,000 y 0,000 respectivamente). Dichos resultados indican que estas son las variables que discriminan entre la época de lluvia y la época seca.

5.7 Utilización de vegetación arbustiva y herbácea.

En los Cuadros 20 y 21 se muestran los promedios de utilización de la *Leucaena leucocephala* y herbáceas acompañantes presentes en los potreros seleccionados en dos épocas del año. (Cuadro 20) y Anexos 11 y 12. En promedio, en la época seca, la utilización total de la leucaena (hojas y tallos) fue mayor que en la época de sequía (13 vs 6 %).

Cuadro 20. Promedio de utilización de los componentes de *Leucaena leucocephala* en dos épocas del año.

Parámetro	Época			
	Lluvias		Sequía	
	< 6mmØ	> 6mmØ	< 6mmØ	> 6mmØ
MS total (%)	6	-26	13	-11
MS hoja (%)	22	18	7	-14
MS tallo (%)	-18	-68	-23	-13
Altura (%)	5		3	

La utilización de la materia seca de leucaena en ramas con diámetro mayor a 6 mm, presenta valores negativos, lo que pudiera ser un indicativo de bajo consumo por parte de los animales en ambas épocas del año. Los tallos, independientemente de su diámetro, tienen un comportamiento similar. La altura de la planta presento valores bajos de utilización en lluvia (5%) y sequía (3%). En cambio, en el componente herbáceo, la utilización de materia seca total fue mayor en sequía (47%), en comparación a las lluvias (24 %); por el contrario, el porcentaje de utilización de la altura de las plantas, fue superior en la época de lluvia (52 %) con respecto a la época seca (31 %).(Cuadro 21)

Cuadro 21. Promedio de utilización del componente herbáceo de los potreros de *Leucaena leucocephala* en dos épocas del año.

Parámetro	Época		Media
	Lluvias	Sequía	
MV total (%)	32	66	49
MS total (%)	24	47	36
Altura (%)	52	31	42

En líneas generales el porcentaje de utilización de los tallos de leucaena independientemente de su diámetro, fue inferior al reportado para la utilización de las hojas de la planta, tanto en la época seca como en la temporada de lluvias. Los resultados indican que la utilización de ramas varía dependiendo de su diámetro y de la época evaluada. Así, ramas con diámetro inferior a 6 mm obtienen un mayor porcentaje de utilización que el alcanzado por ramas de mayor diámetro en ambas épocas; no obstante, en la temporada seca las ramas menores a 6 mm, solo alcanzan un 7% de utilización por parte de los animales, en comparación con el 22% reportado en la época de lluvias.

Bajo condiciones de pastoreo los ovinos y vacunos prefieren seleccionar material verde en crecimiento en comparación a material seco, en proceso de maduración o senescencia. De igual manera, seleccionan hojas en lugar de tallos

y gramíneas en preferencia a leguminosas, y prefieren plantas herbáceas a leñosas. (Chacón, 2011^a) Factores como la altura de la planta, disponibilidad (accesibilidad x aceptabilidad) y digestibilidad de las hojas, capacidad de remoción de hojas disponibles y distribución de la biomasa podrían explicar el mayor consumo de la parte foliar de las planta de leucaena por parte de los animales (Espinoza *et al.*, 1996; Mahecha *et al.*, 2000; Ortega *et al.*, 2009; Chacón, 2011^a).

5.8. Conducta ingestiva y cambio de peso de los animales.

Los resultados del análisis discriminante se muestran en el Cuadro 22 y Figuras 11 y 12. En la época de lluvias los resultados indican que la actividad más realizada por los animales fue el pastoreo (Figura 11), sin embargo, los análisis estadísticos reportan que el criterio de prueba para el análisis discriminante (Wilks' Lambda), arrojó un valor significativo solo para la variable porcentaje de tiempo deambulando (valor 0,000). Esto sugiere que los tres grupos de animales comparados en la época de lluvias solo se diferencian en su perfil de conducta alimenticia por el tiempo que dedican a deambular, el cual disminuye a medida que aumenta el peso de los animales (a mayor peso menor tiempo deambulando y viceversa). En la época seca (Figura 12), el criterio de prueba (Wilks' Lambda), fue significativo para porcentaje de tiempo acicalando (valor 0,001). Estos resultados indican que en esta época los grupos de animales comparados, solo se diferencian en su perfil de conducta alimenticia por el porcentaje de tiempo que dedican al acicalamiento, el cual disminuye a medida que el peso de los animales aumenta.

Cuadro 22. Conducta ingestiva de becerros en bancos de leucaena en las épocas de lluvias y sequía* (Porcentaje del tiempo total)

Grupo (Kg/PV)	Actividad	Época			
		Lluvia		Sequía	
		Promedio	DE	Promedio	DE
≤ 50	Ramoneo	39,91	12,61	46,79	11,42
	Pastoreo	41,48	12,44	33,10	13,50
	Deambular	15,21	14,52	14,98	8,18
	Acicalar	1,65	2,12	2,92	2,90
	Otras	2,72	3,72	2,18	3,24
51-70	Ramoneo	40,36	12,87	49,25	10,51
	Pastoreo	43,76	13,87	31,81	11,67
	Deambular	10,89	12,20	15,30	7,60
	Acicalar	2,39	3,13	1,70	2,38
	Otras	2,57	3,04	1,91	2,67
≥ 71	Ramoneo	42,81	13,09	46,63	8,16
	Pastoreo	49,61	13,27	36,17	11,16
	Deambular	3,67	6,30	14,10	6,32
	Acicalar	1,99	2,99	1,34	2,16
	Otras	1,91	2,47	1,73	3,21
Total	Ramoneo	40,69	12,89	47,56	10,14
	Pastoreo	44,95	13,58	33,69	12,23
	Deambular	9,92	12,43	14,80	7,38
	Acicalar	2,01	2,78	1,98	2,57
	Otras	2,40	3,12	1,94	3,04

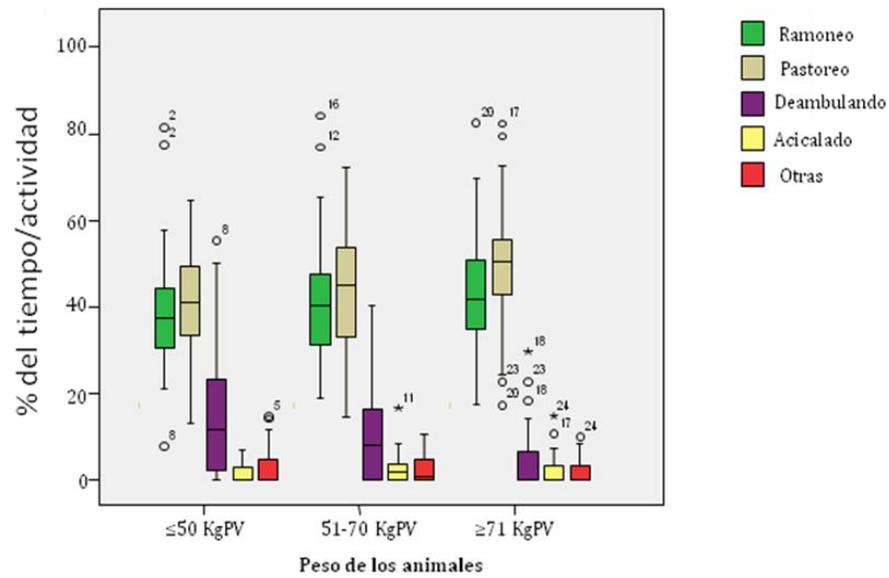


Figura 11. Comportamiento animal de los diferentes grupos expresado como porcentaje del tiempo utilizado en realizar diferentes actividades en la época de lluvias.

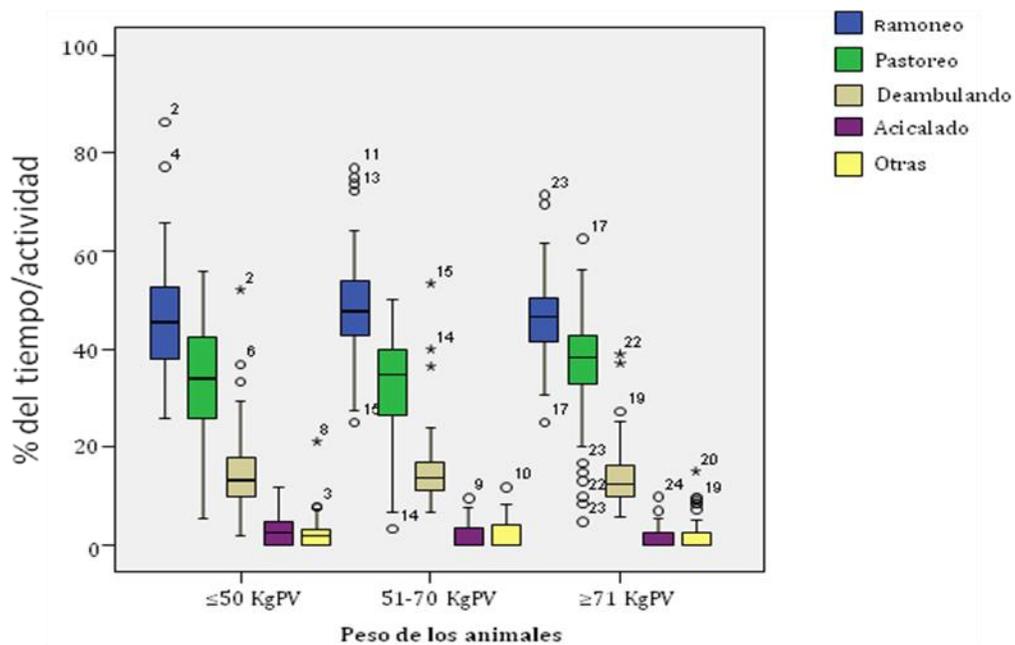


Figura 12. Comportamiento animal de los diferentes grupos expresado como porcentaje del tiempo utilizado en realizar diferentes actividades en la época seca.

Pese a que el análisis discriminante solo establece como significativo el tiempo dedicado a deambulaci3n y acicalamiento en la 3poca de lluvias y sequía respectivamente, los resultados obtenidos indican las tendencias que el pastoreo y el ramoneo fueron las actividades m3s realizadas por los animales durante el periodo experimental. En la 3poca de lluvia los becerros dedicaron mayor cantidad de tiempo al pastoreo. En la 3poca seca por el contrario, fue el ramoneo la actividad m3s realizada. En las Figuras siguientes (13 y 14), se muestran la tendencia antes mencionada.

Los factores clim3ticos tienen influencia directa sobre la conducta ingestiva de los animales, modificando su comportamiento. As3, el incremento sostenido de la temperatura ambiente caracter3stico de la 3poca seca, determina que los animales realicen preferentemente actividades como el descanso, el consumo de agua y la rumia (P3rez *et al.*, 2008). El acicalamiento, por su parte, como forma de cuidado corporal es un comportamiento complejo que mediante lamidos, frotamientos y rascados es utilizado como mecanismo adaptativo a fin de mantener la temperatura corporal en l3mites fisiol3gicos frente a cambios clim3ticos, involucrando elementos de comportamiento social, al ser realizado por el animal subordinado para tranquilizar a un superior en la escala social (Garc3a, 2006).

El tiempo dedicado al acicalamiento difiere entre especies y var3a con la edad y condiciones medioambientales, siendo los becerros los que dedican mayor porcentaje de tiempo a esta pr3ctica, en comparaci3n con animales adultos (Garc3a, 2006).

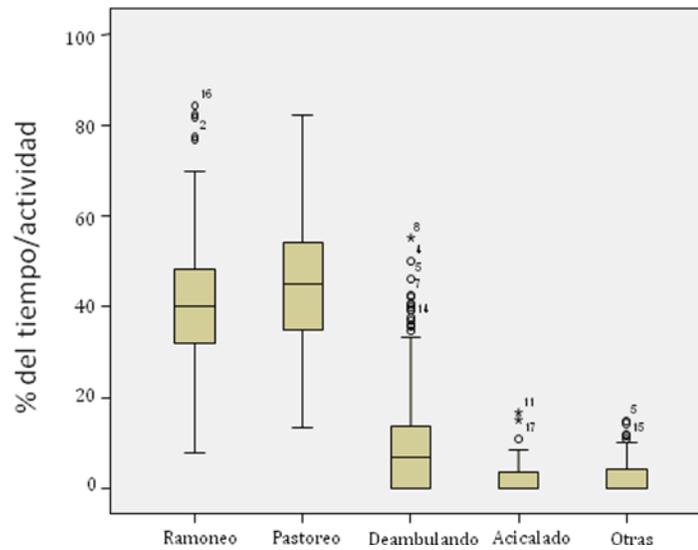


Figura 13. Comportamiento animal, expresado como porcentaje del tiempo utilizado en realizar diferentes actividades en la época de lluvias.

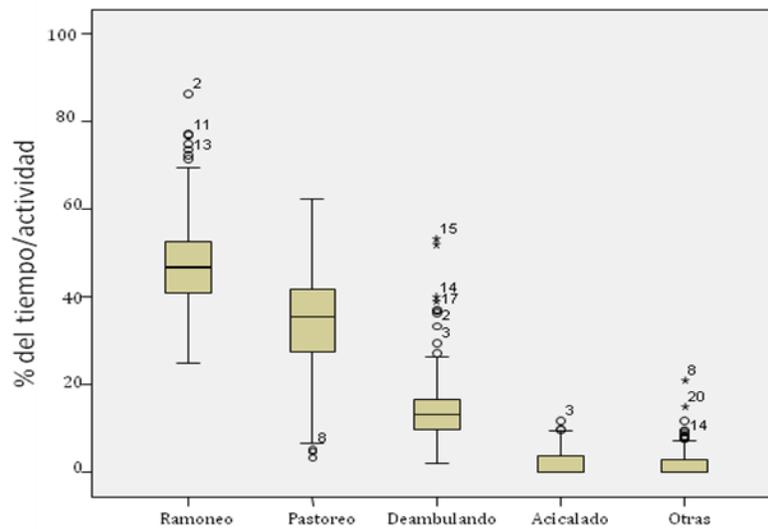


Figura 14. Comportamiento animal, expresado como porcentaje del tiempo utilizado en realizar diferentes actividades en la época de sequía.

Las actividades deambular y acicalar fueron las variables que diferencian el perfil de conducta alimenticia de los tres grupos de animales estudiados en la época de lluvia y época seca respectivamente. Dicho patrón de comportamiento proporciona una idea del patrón de defoliación y utilización el cual estuvo influenciado por la oferta forrajera de la época y no por el peso de los animales. En este sentido, la utilización de la leucaena fue mayor en la sequía, en este período la altura de las plantas se encontró entre 85,94 y 100,75 cm en los potreros A y B respectivamente, coincidiendo con lo establecido por Ruiz *et al.* (1988) quienes sugieren que las plantas de *Leucaena* pueden ser ramoneadas cuando hayan alcanzado de 90-100 cm de altura. Aunado a esto los resultados obtenidos indican una menor disponibilidad de herbáceas con altura promedio 5,44 y 9,23 cm potreros A y B.

La conducta ingestiva de los animales observada en este estudio podría ser explicada en función de la vegetación la cual modifica la conducta durante el proceso de selección, prehensión, cosecha e ingestión de la dieta del rumiante a pastoreo / ramoneo (Chacón, 2011^b). El vacuno selecciona en el plano vertical mientras se desplaza en el plano horizontal; prefiere seleccionar material verde en comparación a material en proceso de senescencia. Las características de las pasturas y de la vegetación que tiene más importancia por sus implicaciones en el consumo son la hoja (cantidad, porcentaje y distribución en el perfil de la pastura) y la altura. Estas características de la pastura tienen importancia desde el punto de vista práctico en el manejo de sistemas de pastoreo, tanto desde el punto de vista de la reacción del animal a la defoliación.

Los cambios de peso, se calcularon en base al peso inicial y final de los animales durante el periodo experimental (Figura 15), con tendencia a ser más altas en la época de lluvia. Este efecto fue más evidente en los becerros con pesos inferiores a 50Kg. Valores reportados por Dávila y Urbano (2000) de 700 g/animal/día son superiores a los encontrados en el presente estudio. No obstante, los resultados obtenidos superan los 485 g/animal/día observados en estudios del Programa de Desempeño Tecnológico de la Pasteurizadora Táchira, C.A. (2002), utilizando dos modalidades alimenticias (Pastoreo + Banco de *Leucaena* y

Pastoreo + Harina de arroz), en dos grupos de becerros predestete (51-70 y ≥ 71 Kg PV), en la época de lluvias y sequía.

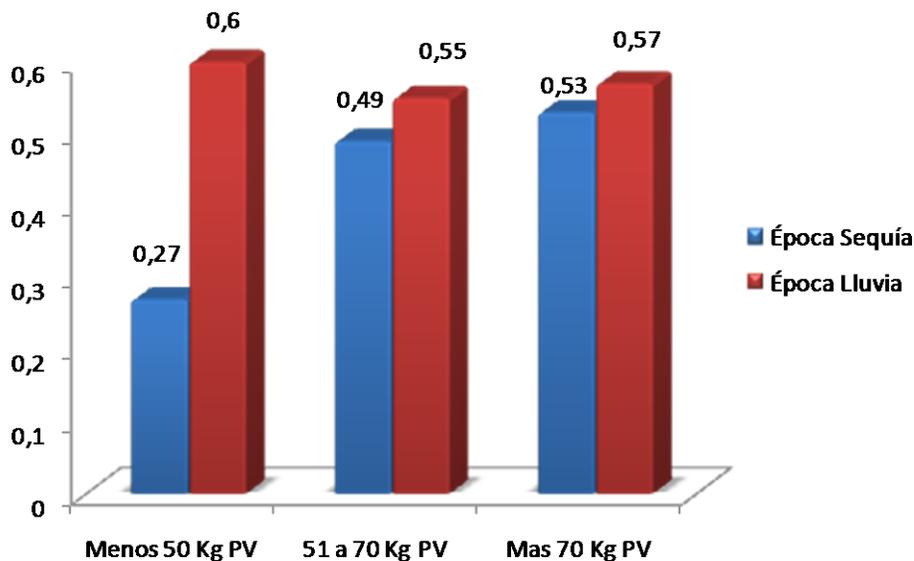


Figura 15. Cambios de peso de becerros utilizados en el ensayo en dos épocas de evaluación.

5.9. Análisis de correlación canónica.

Con el fin de determinar si existe correlación entre el conjunto de variables de comportamiento animal en pastoreo y el conjunto de variables de oferta forrajera, se efectuó un análisis de correlación multivariante, también conocido como Correlación Canónica, el cual establece correlaciones entre combinaciones lineales de los conjuntos de variables antes citadas; es decir, a fin de establecer el grado de asociación entre los dos grupos de variables mencionados (oferta forrajera y conducta ingestiva), se crean dos conjuntos de variables (combinaciones lineales) denominadas para este estudio Animal (grupo de

variables de conducta ingestiva) y Vegetal, (incluye las variables de oferta forrajera).

En el Cuadro 23, se muestran los Coeficientes de Correlación Canónica entre los conjuntos de las variables mencionadas para la época de sequía. Se consideraron sólo los dos (2) primeros Coeficientes de Correlación Canónica ya que como se puede apreciar en los datos mostrados (Cuadro 24), se obtuvo significación únicamente entre la correlación de las dos primeras correlaciones lineales, coincidiendo todos los criterios de prueba (Cuadro 25).

Para el análisis de resultados (Cuadro 26), se utilizaron los Coeficientes Canónicos Estandarizados, que resultan más adecuados debido a las diferentes escalas de las variables incluidas en el estudio. Tal y como se indicó, lo que se denomina en la siguiente salida, como Animal 1, Animal 2, ..., Animal 5, son las combinaciones lineales obtenidas para las variables de comportamiento animal, que como se aprecia están conformadas por los coeficientes canónicos estandarizados, correspondientes a cada una de las variables asociadas a conducta ingestiva. De la misma manera, se ofrecen las combinaciones lineales para las variables de oferta forrajera.

Los resultados de las pruebas de hipótesis revelan que Animal 1 está significativamente asociada con Vegetal 1 y Animal 2 está significativamente asociada con Vegetal 2. Las variables que más peso tienen dentro de Animal 1 y Animal 2 son ramoneo, pastoreo y deambulación por la magnitud del coeficiente canónico, mientras que las variables que más aportan dentro de Vegetal 1 son Materia Verde en Rama Menor (MVRM) y Altura de la *Leucaena* (ALTL) y dentro de Vegetal 2, Materia Verde Total Mayor (MVTMA), Materia Seca en Ramas Mayores y Menores (MSRMA y MSRME).

Cuadro 23. Coeficientes de Correlación Canónica entre los conjuntos de variables de conducta ingestiva y oferta forrajera para la época de sequía.

Conjuntos de Variables	Correlación Canónica	Correlación Canónica Ajustada	Error Estándar Aproximado	Correlación Canónica Cuadrada
1	0.941142	0.913120	0.023823	0.885748
2	0.842769	0.770954	0.060415	0.710260
3	0.767087	0.731788	0.085820	0.588422
4	0.527533	0.436133	0.150487	0.278291
5	0.280359	0.199485	0.192125	0.078601

Cuadro 24. Prueba de hipótesis para los Coeficientes de Correlación Canónica entre los conjuntos de variables de conducta ingestiva y oferta forrajera para la época de sequía.

Variabes	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulada	Ratio de Prob.	Valor F Aproximado	Num DF	Den DF	Pr > F
1	7.7526	5.3012	0.6405	0.6405	0.00906010	3.11	35	52.909	<.0001
2	2.4514	1.0217	0.2025	0.8430	0.07929946	2.07	24	46.562	0.0165
3	1.4297	1.0441	0.1181	0.9611	0.27369189	1.56	15	39.049	0.1316
4	0.3856	0.3003	0.0319	0.9930	0.66498177	0.85	8	30	0.5687
5	0.0853		0.0070	1.0000	0.92139872	0.45	3	16	0.7174

Cuadro 25. Estadísticos de múltiples variables y aproximaciones F.

Estadístico	Valor	F-Valor	Num DF	Den DF	Pr > F
Wilks' Lambda	0.00906010	3.11	35	52.909	<.0001
Pillai's Trace	2.54132256	2.36	35	80	0.0008
Hotelling-Lawley Trace	12.10455127	3.78	35	23.497	0.0006
Roy'sGreatestRoot	7.75260059	17.72	7	16	<.0001

NOTA: El estadístico F para la raíz mayor de Roy es un límite superior.

Cuadro 26. Coeficientes Canónicos Estandarizados para las Variables de Conducta Ingestiva y Oferta Forrajera en la Época de Sequía.

Coeficientes Canónicos estandarizados para Variables Conducta Ingestiva					
Atributo	ANIMAL1	ANIMAL2	ANIMAL3	ANIMAL4	ANIMAL5
RAMONEO	201.2275	-236.313	94.9086	-492.955	1610.990
PASTOREO	223.1146	-264.326	105.5964	-548.591	1793.857
DEAMBULAR	272.3269	-321.555	128.9297	-669.344	2184.685
ACICALAR	44.8930	-52.3780	22.2101	-111.017	361.6542
OTRAS	46.1142	-54.6534	21.1036	-114.576	373.2656

Coeficientes Canónicos estandarizados para Variables Oferta Forrajera					
Atributo	VEGETAL1	VEGETAL2	VEGETAL3	VEGETAL4	VEGETAL5
MVRMA	0.4759	-3.8561	3.6630	0.3095	4.9070
MVRME	-4.2870	3.5768	-1.3124	-7.5952	-5.9672
MVTMA	0.5642	-7.3542	6.0566	4.2472	8.4339
MVTME	1.3252	0.2598	-0.3185	-0.6053	-0.1315
ALTL	-4.3569	2.2311	-2.5742	-1.3181	1.0918
MSRMA	0.0295	5.7251	-2.1353	-2.4082	-7.8422
MSRME	1.3536	-7.0739	5.7830	8.3758	12.1980
MSTMA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MSTME	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MVG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MSG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ALTG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Observando los coeficientes canónicos y los coeficientes de correlación presentados para Animal1 y Vegetal1, puede afirmarse que en la época de sequía la conducta ingestiva de los animales está principalmente determinada por las actividades de ramoneo, pastoreo y deambulación; mientras que, la oferta forrajera lo está por la materia verde en ramas con diámetro menor a 6 mm y la altura de la leucaena. Puede inferirse que durante la época seca la altura de las plantas de leucaena es significativamente menor, existiendo una menor oferta forrajera de materia verde y materia seca. Los becerros dedican mayor porcentaje de tiempo al ramoneo de las hojas en ramas con diámetro inferior a 6 mm, pastoreando y deambulando de forma secundaria. Del análisis de los datos, se desprende igualmente que los tallos de leucaena, independientemente de su

diámetro, no fueron consumidos de forma preferencial por los animales bajo estudio.

A continuación se muestran los resultados obtenidos al realizar el análisis de Correlación Canónica de las variables evaluadas para la época de lluvias (Cuadros 27, 28, 29 y 30). Al igual que en el análisis anterior, se consideraron sólo los dos (2) primeros Coeficientes de Correlación Canónica (Cuadro 27), en los cuales se obtuvo significación (Cuadro 28), coincidiendo todos los criterios de prueba (Cuadro 29). Para el análisis de resultados (Cuadro 30), se utilizaron los Coeficientes Canónicos Estandarizados.

Los resultados de las pruebas de hipótesis previamente descritas, puede afirmarse que Animal 1 está significativamente asociada con Vegetal 1 y Animal 2 está significativamente asociada con Vegetal 2. Las variables que más peso tienen dentro de Animal 1 y Animal 2 son ramoneo, pastoreo y deambulación por la magnitud del coeficiente canónico, mientras que las variables que más aportan dentro de Vegetal 1 son Materia Verde en Tallos Mayores y menores (MVTMA, MVTM) y Materia Seca en ramas menores (MSRME), mientras que en Vegetal 2, las variables que más aportan son Materia Verde en Ramas y Tallos Mayores y Menores a 6 mm de diámetro (MVRMA, MVRME, MVTMA, MVTME).

Cuadro 27. Coeficientes de Correlación Canónica entre los Conjuntos de Variables de Conducta Ingestiva y Oferta Forrajera para la Época de Lluvias.

Conjuntos de Variables	Correlación Canónica	Correlación Canónica Ajustada	Error Estándar Aproximado	Correlación Canónica Cuadrada
1	0.981490	0.973845	0.007648	0.963323
2	0.845463	0.760598	0.059467	0.714808
3	0.793591	-	0.077195	0.629787
4	0.427516	0.230344	0.170404	0.182770
5	0.292765	-	0.190642	0.085712

Cuadro 28. Prueba de hipótesis para los Coeficientes de Correlación Canónica entre los Conjuntos de Variables de Conducta Ingestiva y Oferta Forrajera para la Época de Lluvias.

Variables	Autovalor	Diferencia	Proporción	Acumulada	Ratio de Prob.	Valor F Aproximado	Num DF	Den DF	Pr > F
1	26.2650	23.7586	0.8530	0.8530	0.00289342	4.55	35	52.909	<.0001
2	2.5064	0.8053	0.0814	0.9344	0.07888909	2.08	24	46.562	0.0162
3	1.7011	1.4775	0.0553	0.9897	0.27661735	1.54	15	39.049	0.1371
4	0.2236	0.1299	0.0073	0.9970	0.74718379	0.59	8	30	0.7795
5	0.0937	-	0.0030	1.0000	0.91428850	0.50	3	16	0.6876

Cuadro 29. Estadísticos de múltiples variables y aproximaciones F.

Estadístico	Valor	F-Valor	Num DF	Den DF	Pr > F
Wilks' Lambda	0.00289342	4.55	35	52.909	<.0001
Pillai's Trace	2.57639930	2.43	35	80	<.0006
Hotelling-Lawley Trace	30.78996883	9.62	35	23.497	<.0001
Roy'sGreatestRoot	26.26502218	60.03	7	16	<.0001

NOTA: El estadístico F para la raíz mayor de Roy es un límite superior.

Cuadro 30. Coeficientes Canónicos Estandarizados para las Variables de Conducta Ingestiva y Oferta Forrajera en la Época de Lluvia.

Coeficientes Canónicos Estandarizados para Variables Conducta Ingestiva					
Atributo	ANIMAL1	ANIMAL2	ANIMAL3	ANIMAL4	ANIMAL5
RAMONEO	-73.5964	537.7119	-571.898	73.6920	201.0861
PASTOREO	-135.076	983.3298	-1048.52	134.7704	367.1648
DEAMBULAR	-74.0108	543.8177	-581.114	75.4233	203.5338
ACICALAR	-17.8066	130.0375	-138.602	17.1875	49.4514
OTRAS	-24.1788	177.9163	-189.057	23.2068	65.6659

Coeficientes Canónicos Estandarizados para Variables de Oferta Forrajera					
Atributo	VEGETAL1	VEGETAL2	VEGETAL3	VEGETAL4	VEGETAL5
MVRMA	-0.9156	4.9752	10.0026	-7.1097	-6.7896
MVRME	-1.3104	-5.4669	-0.6254	-1.2005	4.7947
MVTMA	3.7503	-7.7370	-6.9035	-0.3509	2.0018
MVTME	-4.0518	9.1351	6.6357	2.1756	-2.3751
ALTL	1.2672	0.4901	0.2547	3.1482	-0.6124
MSRMA	-3.3222	2.4336	-3.6994	5.6802	4.7646
MSRME	5.4318	-0.4872	-3.2582	-0.3235	-3.4614
MSTMA	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MSTME	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MVG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
MSG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
ALTG	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Similarmente, a lo observado para la época seca, los coeficientes canónicos y los coeficientes de correlación presentados para Animal1 y Vegetal1, en la época de lluvia la conducta ingestiva de los animales está principalmente determinada por las actividades de ramoneo, pastoreo y deambulación. Para la oferta forrajera las variables que más contribuyen en el caso de Vegetal 1 son Materia verde en tallos mayores y menores y altura de la leucaena (MVTMA, MVTME, ALT) y materia seca en rama menor (MSRME), mientras que para Vegetal 2 las variables son Materia verde en ramas y tallos mayores y menores y altura de la leucaena (MVRMA, MVRME, MVTMA, MVTME, ALT).

Los Coeficientes Canónicos y los Coeficientes de Correlación presentados para Animal1 y Vegetal1, en la época de lluvias, el perfil de consumo muestran que los animales dedicaron un mayor porcentaje de tiempo al pastoreo, sin

embargo ramonearon preferentemente hojas y tallos de *Leucaena* con diámetro menor a 6 mm, en comparación con aquellos de diámetro superior.

Los resultados obtenidos en este estudio coinciden con lo establecido por Petit-Aldana *et al.* (2012), quienes afirman que la altura y el rendimiento de la *Leucaena* disminuyen durante la época seca, presentando igualmente una capacidad moderada de recuperación frente al ramoneo. Por otra parte, estudios realizados señalan que las especies arbustivas y arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las hojas, como si ocurre en la mayoría de las gramíneas tropicales utilizadas para el pastoreo. De allí, la mayor estabilidad en la calidad nutricional del follaje de las especies y la preferencia de consumo de hojas mostrada por los animales en comparación con los tallos (Russo y Botero, 2005; Hussain y Jan, 2009; Chacón, 2011^b). La mayor altura y capacidad de recuperación en número de rebrotes en la época de lluvias, posiblemente se deba a los regímenes de poda, la densidad de siembra o a factores ambientales que afectan a la especie (Petit-Aldana *et al.*, 2012). De acuerdo a lo establecido la mayor oferta de gramíneas en la época de lluvias favorece el pastoreo de este componente botánico, mientras que en la época seca, su escasa disponibilidad y lignificación asociada lo disminuye (Tarazona *et al.*, 2012), ocurriendo el ramoneo de forma preferencial.

VI. Discusión General

El presente estudio, aunque de corta duración, permitió generar información valiosa para el uso de la *Leucaena leucocephala* en la alimentación de becerros desde temprana edad (A partir de las 4 semanas de nacimiento).

Los datos más relevantes sobre las características cualitativas y cuantitativas de la biomasa presente, oferta de forraje, utilización, comportamiento animal e interacciones animal – planta se discuten a continuación:

6.1. Características de la biomasa presente.

Las características cualitativas y cuantitativas de la biomasa presente de *Leucaena* en las dos épocas de evaluación fueron similares, a pesar del diferencial en los días de rebrote (lluvias: 56 días vs sequía: 91 días). Esto garantizó que la disponibilidad de la leñosa no fuera limitante para el animal durante la época seca, debido al estrés hídrico. En general, evidencia experimental con pasturas templadas y tropicales revelan que aunque el estrés hídrico limita el crecimiento, con el aumento de la edad cronológica no se manifiesta un efecto marcado sobre la calidad del rebrote (Wilson, 1981).

La distribución de las fracciones hojas y tallos de la biomasa disponible ($\varnothing < 6\text{mm}$) y no disponible ($\varnothing > 6\text{mm}$) alcanzo valores de 187 y 33 Kg/MS/ha, en la época de lluvias y de 195 y 68 Kg MS/ha en la sequía, respectivamente. Se encontró mayor producción de ramas disponibles ($\varnothing < 6\text{mm}$), en las dos épocas de evaluación. El contenido de FDN fue superior en los tallos (83 %) en comparación a las hojas (49%). La FDA mostró un comportamiento similar (66 vs 29,5%).

Durante la época seca, el contenido de proteína cruda de las hojas alcanzó valores promedios de 35%; mientras que, en los tallos el promedio fue de 10,5%. Al igual que, en la época de lluvias, los valores de FDA y FDN fueron superiores en los tallos; sin embargo, destaca que la celulosa y la lignina presente son superiores a los valores reportados durante el periodo lluvioso. Los niveles de

calcio y fósforo de las hojas de leucaena en la época seca superaron a los encontrados en la época de lluvias.

Los valores de proteína cruda obtenidos en la leucaena, en el presente trabajo se encuentran entre los rangos publicados por otros autores, varían entre 12 a 30%. Los contenidos de calcio y fósforo coinciden con los de este estudio, alcanzando un rango de 1,18 a 3,1% y de 0,12 a 0,29%, respectivamente (Arispe, 1991; Chacón *et al.*, 1993; Clavero, 1993; Escobar, 1993; Faria 1994; Dávila y Urbano 2000; Espinoza *et al.*, 2007). De igual manera, los valores obtenidos en este estudio, durante la época seca fueron superiores a los reportados en la literatura, lo cual se considera beneficioso, porque esta es la época crítica debido a la reducción de la disponibilidad y valor nutritivo de la oferta forrajera.

La importancia del valor nutritivo de los forrajes en relación a la respuesta animal (consumo, producción, reproducción, está bien documentada) (Minson, 1991; Van Soest, 1994). Concentraciones de FDN superiores al 60 %, limitan el consumo de materia seca; mientras que, altas concentraciones de FDA, comprometen la digestibilidad y el consumo (NRC, 2011; Van Soest, 1994); valores de PC inferiores al 8 %, también disminuyen el consumo voluntario de materia seca (Minson, 1991).

En este estudio, de una parte, la fracción disponible ($\emptyset < 6\text{mm}$) y las hojas, no presentaron valores críticos de fibra y PC que podrían afectar el consumo y la respuesta productiva de los animales. De otra parte, los niveles de minerales en general, tampoco son limitantes. Con respecto al componente herbáceo, la PC registrada fue superior en la época seca (16,5 %), en comparación con la época de lluvias (11,6%); no obstante, este valor es inferior al porcentaje de proteína de la leucaena. Estas concentraciones de proteína cruda de las herbáceas superan tanto en la época de lluvia como en la época seca a los datos de otros autores; por ejemplo, Soler (1998), consiguió valores de 5,1 y 5,8% en la especie *Cynodon plectostachyus*. En el presente estudio se encontraron valores de PC que varían entre 10 y 19%, lo cual podría estar relacionado con el análisis bromatológico, el cual se realizó en muestras completas de mezclas de herbáceas, incluyendo especies gramíneas y leguminosas representadas por las *Urochloa decumbens*;

Paspalum virgatum; *Digitaria sanguinalis*; *Cenchrus spp* ; *Desmodium incanum* y *Centrosema spp*.

6.2. Oferta forrajera y defoliación.

El análisis discriminante con los cambios de la oferta forrajera de leucaena, con la progresiva defoliación, reveló valores significativos en las dos épocas, sólo para la materia verde total en ramas $\varnothing < 6\text{mm}$ en el día 3, materia verde total en ramas $\varnothing > 6\text{mm}$ en el día 1, materia seca de ramas $\varnothing > 6\text{mm}$ en el día 5 y altura de la leucaena en el día 3. Según estos resultados, se obtuvo una mayor disponibilidad de biomasa en ramas mayores y menores de leucaena en los días iniciales del ensayo (1 y 3 respectivamente), lo cual permitieron inferir que los animales consumirían preferiblemente las hojas disponibles en comparación con los tallos, por ser este componente el que presenta menor esfuerzo de cosecha por parte del animal y por su alto contenido de nutrientes (Chacón y Aguilar, 2001; Chacón 2011^a). La disponibilidad de materia seca de hojas de leucaena con diámetro mayor a 6 mm fue superior en la época de lluvias, así mismo, la altura de la leucaena fue mayor durante las lluvias (100,4 cm) en comparación a la sequía (92,4 cm).

El análisis discriminante de la vegetación herbácea, en las épocas de lluvia y sequía, fue significativo para la materia verde y altura de las plantas. La disponibilidad de materia seca de las herbáceas acompañantes del banco de leucaena fue superior en la época de lluvias, a pesar de que, en ambas épocas se muestra una clara disminución de dicha oferta con el progreso de la defoliación. Estos resultados coinciden con los reportados por Sánchez *et al.* (2003), quien encontró que durante la época seca y como consecuencia del desbalance hídrico, decrece la altura de la leucaena y de las herbáceas acompañantes, se reducen la cantidad de hojas, aumentan la proporción de tallos y el decrecimiento del componente herbáceo.

La mayor disponibilidad de biomasa forrajera al inicio del periodo experimental y el patrón de selectividad mostrado por parte de los animales, está

condicionado por la arquitectura de la vegetación y la concentración de nutrientes en los diferentes componentes de la pastura (rebrotos, hojas y tallos tiernos en comparación con material senescente o en proceso de maduración y por la aceptabilidad, presencia de taninos o alcaloides, por ejemplo (Lascano, 2000; Stephens *et al.*, 2007; Hussain y Jan, 2009).

6.3. Utilización.

La utilización de la *Leucaena leucocephala* y herbáceas acompañantes fue baja en las dos épocas del año. En la época seca la utilización total de la *Leucaena* (hojas y tallos) fue mayor que en la época de lluvia (13 vs 6 % respectivamente). La utilización de materia seca de hojas de leucaena con $\varnothing > 6\text{mm}$ presenta valores negativos, lo que pudiera ser un indicativo de bajo consumo por parte de los animales en ambas épocas del año, posiblemente debido a problemas de accesibilidad o presencia de antimetabolitos (Taninos, Alcaloides). La utilización de los tallos, independientemente de su diámetro, presentó un comportamiento similar. La utilización por altura de la planta, también fue baja (5 % y 3 % en lluvia y sequía). El porcentaje de utilización de materia seca total de las herbáceas acompañantes del banco de leucaena fue mayor en sequía (47 %), que en la época de lluvias (29 %), sin embargo, el porcentaje de utilización (altura de las plantas), fue superior en la época de lluvia (52 %), en comparación a la época seca (31 %).

De acuerdo a lo descrito, en líneas generales, el porcentaje de utilización de los tallos de leucaena, independientemente de su diámetro, fue inferior al reportado para la utilización de las hojas de la planta, tanto en la época seca como en lluvias, por motivos de aceptabilidad ya que bajo condiciones de pastoreo los ovinos y vacunos prefieren seleccionar material verde en crecimiento en comparación a material seco, en proceso de maduración o senescencia. Chacón (2011^a). En ningún momento la oferta forrajera de leucaena fue limitante (360- 400 g MS/animal/día), estimando un consumo del 2,5% de suplemento proteico y una asignación del 20- 25% de uso del banco de leucaena.

En el análisis discriminante no se encontró diferencias en las patrones de conducta relacionados con la cosecha de forraje (pastoreo y ramoneo) entre becerros de diferentes edades; pero si en los tiempos de deambulacion y de acicalamiento, el periodo disminuye en el mayor peso de los animales, en el periodo lluvioso y el segundo tiene similar patrón en la sequia. Estas respuestas podrían catapultarse como ajustes de conducta relacionados con la selección de la dieta (deambulación) o procesos de socialización (acicalamientos).

Los resultados revelan que el pastoreo y el ramoneo fueron las actividades más realizadas por los animales durante el periodo experimental. En la época de lluvia los becerros dedicaron mayor cantidad de tiempo al pastoreo, incrementando esta actividad a medida que aumentaba su peso corporal, por el contrario, durante la sequia el ramoneo fue la actividad más importante y aumento con el tamaño corporal de los animales.

6.4. Interrelación animal-planta.

La asociación entre las variables de la oferta forrajera y la conducta de los becerros, mediante el análisis de correlación canónica, permitió dilucidar, cuales componentes de las matrices (vegetación y animal) tuvieron más peso en la respuesta animal, en los vectores animal 1 y animal 2 las variables que tuvieron más peso fueron: ramoneo, pastoreo y deambulacion; mientras que, en el vector vegetación 1, las variables más determinantes fueron: material verde total, material verde en tallos mayores y menores a 6 mm de diámetro, materia seca disponible en ramas menores a 6 mm y altura; en el vector 2 de vegetación tanto la materia verde como la materia seca en ramas mayores y menores a 6 mm y la altura constituyen los componentes de mayor influencia en la respuesta en la conducta animal.

Al analizar los coeficientes canónicos y los coeficientes de correlación presentados para Animal1 y Vegetal1, se infiere que en la época de lluvia el perfil del consumo de los animales presentan un mayor porcentaje de tiempo dedicado

al pastoreo; sin embargo, ramonearon preferentemente, hojas y tallos de leucaena con diámetro menor a 6 mm.

La conducta ingestiva de los animales observada en este estudio podría ser explicada en función de la estructura de la vegetación, la cual modifica la respuesta durante el proceso de selección, aprehensión, cosecha e ingestión de la dieta del rumiante a pastoreo / ramoneo (Chacón 2011^{a y b}).

En este estudio no se hizo énfasis a lo relativo con taninos ni otros metabolitos secundarios porque no se planteó como un objetivo del presente trabajo aunque pudieran ser factores que están interviniendo en la utilización (Nortón, 1981; Provenza, 1995; McNeill *et al.*, 1998).

La complejidad de interacciones entre las características de la vegetación y la respuesta animal (conducta, consumo, producción, reproducción) hace de urgente necesidad la identificación de los componentes de la vegetación que tienen importancia en las respuestas antes señaladas. En este trabajo se identificaron variables de la pastura relacionadas con la disponibilidad, la cosecha y conducta relacionadas (tiempo de ramoneo, tiempo de pastoreo). Desde el punto de vista práctico la altura (cm), de uso de la leñosa es muy importante.

Para vacunos adultos, Ruiz *et al* (1988), recomiendan ramonear leucaena en alturas inferiores a 2.0 m, para garantizar la accesibilidad del material a ser cosechado. Los datos de Espinoza *et al* (1999) y Palma y Román (2008), con ovinos, podrían servir de orientación para el ramoneo de leucaena con becerros (50 – 100 cm).

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La disponibilidad forrajera en bancos de *Leucaena leucocephala* fue similar en ambas épocas y no hubo limitaciones para que los animales expresaran su conducta ingestiva.
- La composición química de la biomasa aérea de la *Leucaena leucocephala* mostró valores de proteína cruda, calcio y fósforo más altos en las hojas que en los tallos y en la época seca con respecto a la de lluvia.
- El ramoneo, el pastoreo y la deambulación fueron las actividades más efectuadas por los animales en ambas épocas.
- Las relaciones entre las características de la vegetación y la respuesta ingestiva de los grupos etarios bajo estudio estuvo determinada por la materia verde en ramas disponibles, la altura de la leucaena y las actividades realizadas por los animales en ambas épocas.
- Este estudio contribuye a entender la dinámica del comportamiento animal ramoneando leucaena.
- Se recomienda hacer estudios más completos que incluyan la medición de las tasas de consumo, la velocidad de pastoreo, así como la selección del componente herbáceo y arbustivo mediante análisis microhistológicos de las heces, entre otros.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, O. y E. Allen. 1981. The leguminosae. A course book of characteristics, uses and nodulation. The board of rejust of the University of Wisconsin System. pp. 387-390.
- Alvarez, F y T. Prestón. 1976. *Leucaena leucocephala* como suplemento protéico para producción de leche y becerros destetados em raciones basadas em caña de azúcar. *Prod. Anim. Trop.* 1: 116-122.
- Arispe, E. 1991. Estudio de la relación entre consumos y niveles de producción en vacas lecheras a pastoreo. Trabajo de Grado de *Magister scientiarum* en Producción Animal. UCV. Maracay 137p.
- Arnold, G y M. Dudzinski. 1978. *Ethology of free-ranging domestic animals.* Elsevier Sci. Pub. New York, USA. 198p
- Arriojas, I. 1986. *Leucaena leucocephala* como planta forrajera. En: Las leguminosas en la alimentación animal. Alcance Revista Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 35:169-192.
- Association of Official Agricultural Chemistry (A.O.A.C). 1984. Official methods of analysis. 14^a(Ed). Washington D.C. pp. 160-161.
- Bacab, H., F. Solorio., y S. Solorio. 2012. Efecto de la altura de poda en *Leucaena leucocephala* y su influencia en el rebrote y rendimiento de *Panicum máximum*. *Avances en Investigación Agropecuaria.* 16(1): 65-77.
- Baruch, Z., y J. Fisher. 1991. Factores climáticos y de competencia que afectan el desarrollo de la planta en el establecimiento de una pastura. En: Lascano, C. Y J. Spain (Eds). *Establecimiento y renovación de pasturas: Conceptos, experiencias y enfoque de la investigación.* Cali: CIAT. pp. 103-142.
- Baumont, R., C. Salmon., S. Prache y D. Sauvant. 2004. A mechanistic model of intake and grazing behavior in sheep integrating sward architecture and animal decisions. *Animal Feed Science and Technology.* 112: 5-28.
- Borges, J., M. Barrios y O. Escalona. 2012. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica sobre variables agroproductivas y composición química del pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). *Zoot. Trop.* 30(1):17-25.
- Calle, Z., R. Murgueitio., C. Giraldo., S. Ospina., C. Zapata., C. Molina., J. Molina., J. Chará., T. Uribe y K. Reyes. 2011. La *Leucaena leucocephala* no se comporta como una planta invasora en Colombia. Centro para la

Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV). Carta FEDEGÁN 127: 70-80.

- Camacaro, S., E. Chacón y W. Machado. 2002. Efecto de la fertilización con macros y micronutrientes sobre la producción de biomasa de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. Zoot. Trop. 20: 163-178.
- Camacaro, S y W. Machado. 2005. Producción de biomasa y utilización de *Leucaena leucocephala* fertilizada y pastoreada por ovinos. Zoot. Trop. 23(2): 091-103.
- Camacaro, S., J. Garrido y W. Machado. 2004. Fijación de nitrógeno por *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Albizia lebbek* y su transferencia a las gramíneas asociadas. Zoot. Trop. 22:49-70.
- Camero, A. y M. Ibrahim. 1995. Bancos de proteína de poro (*Erythrina berteroa*) y madero negro (*Gliricidia sepium*). Agroforestería en las Américas. 8:31-33.
- Chacón, E., G. Virguez., S. Camacaro y M. Rodríguez. 1993. Manejo de bancos de leguminosas arbustivas. En: III Curso Producción en Pastos y Forrajes. LUZ. Maracaibo.
- Chacón, E y F. Aguilar. 2001. Interrelación entre el manejo de pasturas y la suplementación. En: Romero., J. Arango y J. Salomón (Eds.) XVII Cursillo sobre Bovinos de Carne. Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. pp. 263 -300.
- Chacón, E., A. Ramírez., J. Díaz y H. Marchena. 2001. Gerencia de recursos alimentarios: Programa de desempeño tecnológico para mejorar los sistemas de producción con rumiantes a pastoreo. XIII Jornadas Técnicas de la ganadería en el estado Táchira. San Cristóbal. pp. 149-168.
- Chacón, E., A. Baldizán e I. Arriojas. 2006. Metodologías para el estudio de sistemas agrosilvopastoriles (Fundamentos teóricos). En: A. Baldizán (Ed.). I Simposio sobre silvopastoreo en Venezuela. Universidad Rómulo Gallegos. San Juan de Los Morros, Guárico. Venezuela. 16p.
- Chacón, E. 2010. Bancos de proteína-energía y caña de azúcar en la producción de vacunos en Venezuela. En: C. Zambrano, L. Mancilla y N. Valvuela (Eds.). XIV Seminario manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal. Barquisimeto. Edo. Lara. pp. 74-94.
- Chacón, E. 2011^a. Comportamiento ingestivo del vacuno a pastoreo. Selección de la dieta y consumo. En, Innovación & Tecnología en la Ganadería Doble Propósito. 2011. C González-Stagnaro, N Madrid-Bury, E Soto Belloso (eds). Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. Cap. LI: 490-504.

- Chacón, E. 2011^b. Selección de dieta y componentes del consumo del rumiante a pastoreo. En: I Curso/ Taller Nacional de Etología y Bienestar Animal: Como Producir con animales en el Siglo XXI. Fundación Girarz- Fundacite Trujillo- Universidad de los Andes. Trujillo. CD-ROM. 21 p.
- Chamorro, D., J. Carulla y P. Cuesta. 2005. Caracterización nutricional de dos asociaciones gramínea-leguminosa con novillas en pastoreo en el Alto Magdalena. *Revista Corpoica* 6(2): 37:51.
- Chilibroste, P. 2001. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes en vacas lecheras a pastoreo en el periodo otoño- invernal. Departamento de producción animal y pasturas. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Chongo, B., O. Lao., D. Delgado., I. Scull., Y. Santos., J. Galindo. 1998. Polifenoles totales y degradación ruminal “*in situ*” del N en árboles forrajeros promisorios para la alimentación del ganado. Memorias III Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”. EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba. pág. 67.
- Clavero, T. 1993. Las leguminosas arbóreas: una alternativa de forraje para la Cuenca del Lago de Maracaibo. I. Caso de estudio de la *Gliricidia sepium*. En: III Curso producción en pastos y forrajes. LUZ. Maracaibo. pp. 1-20.
- Combellas, J., L. Ríos., J. Osea y J. Rojas. 1999. Efecto de la suplementación con follaje de leguminosas sobre la ganancia en peso de corderos recibiendo una dieta basal de pasto de corte. *Rev. Facultad de Agronomía. LUZ.* 16:211-216.
- Comerma, J., E. Casanova y V. Sevilla. 2005. Experiencias y Perspectivas del Uso de Fertilizantes en Pastizales en Venezuela. Postgrado en Ciencias del Suelo. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. Estado Aragua.
- Da Silva, S y P. Carvalho. 2005. Foraging behavior and herbage intake in the favourable tropics/Subtropic. In: DA Mc Gilloway (Ed.). XX International Grassland Congress. Grassland Global Resource. Wageningen Academic Publishers. pp. 81-95.
- Dávila, C. y D. Urbano. 1996. Evaluación de ecotipos de leucaena (*Leucaena leucocephala*) bajo corte en el Sur del Lago de Maracaibo. *Rev. Fac. Agron., (LUZ).* 13:539-550.
- Dávila, C y D. Urbano. 2000. Experiencias sobre el manejo de arbustivas en la Cuenca del Lago de Maracaibo. En: E. Chacón y A. Baldizán (Eds.). Memorias del I Simposium sobre recursos y tecnologías alimentarias para

la producción bovina a pastoreo en condiciones tropicales. San Cristóbal, Edo Táchira.

- Dávila, C. y D. Urbano. 2005. Leguminosas arbóreas para optimizar la producción de leche y carne. En: González-Stagnaro, C. y E. Soto-Belloso (Eds.). Manual de Ganadería Doble Propósito. Ediciones Astro Data, S.A. Maracaibo-Venezuela VIII (1): 213-218.
- De Elía, M. 2002. Etología y comportamiento del bovino. Sitio argentino de producción animal.
- D'Mello, J. 1992. Chemical content to the use of tropical legume in animal nutrition. *Feed science and tech* 38:237-261.
- Departamento de Edafología. 2010. Carta topográfica 5943. "Hacienda La Grapa" Sur Cuenca del Lago de Maracaibo, sector Caño Silva, Municipio Sucre, Edo. Zulia. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Estado Aragua.
- Domínguez, C., P. Herrera., B. Birbe y N. Martínez. 1998. Impacto de la suplementación estratégica con bloques multinutricionales en vacas de doble propósito. En: C. González-Stagnaro, N. Madrid-Bury, E. Soto Belloso. (Eds.). Mejora de la ganadería de doble propósito. Universidad del Zulia, Facultad de Ciencias Veterinarias, Facultad de Agronomía, CONDES, GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracaibo Venezuela. Cap. XVIII: 347-380.
- Escobar, A. 1993. Valor alimenticio del follaje de árboles forrajeros En: III Curso producción en pastos y forrajes. LUZ. Maracaibo.
- Espinoza F. y P. Argenti. 1993. *Leucaena (Leucaena leucocephala)*. FONAIAP, CENIAP. Instituto de Investigaciones Zootécnicas. Maracay, Ven. 20 p.
- Espinoza, F., R. Tejos., E. Chacón., L. Arriojas y P. Argenti. 1996. Producción, valor nutritivo y consumo por ovinos de *Leucaena leucocephala* I. Arquitectura. *Zoot. Trop.* 14(2):215-239.
- Espinoza, F., R. Tejos., E. Chacón., L. Arriojas y P. Argenti. 1998. Producción, valor nutritivo y consumo por ovinos de *Leucaena leucocephala*. II. Valor nutritivo. *Zoot. Trop.* 16(2):163-181.
- Espinoza, F., R. Tejos., E. Chacón., L. Arriojas y P. Argenti. 1999. Producción, valor nutritivo y consumo por ovinos de *Leucaena leucocephala*. III. Utilización y consumo. *Zoot. Trop.* 17(2):213-227.
- Espinoza, F., Y. Díaz., F. Requena., C. Araque., E. Perdomo y L. León. 2003. Selectividad, composición química y resistencia al insecto psílido en

- accesiones de *Leucaena leucocephala*. Archivos latinoamericanos de producción animal, 11(3):149-156.
- Espinoza, F., Y. Díaz., J. Gil., C. Araque., A. Torres y J. Palma. 2005. Efecto de la fertilización sobre la oferta de forraje, utilización y ganancia de peso en sabanas. Biotam nueva serie (Edición especial): 457-459.
- Espinoza, F., A. Torres y E. Chacón. 2007. *Leucaena (Leucaena leucocephala)* y *Cují (Acacia macracantha y Mimosa tenuiflora)* como aporte de proteína económica en los sistemas doble propósito. Capítulo I: 47-70. I Simposio de tecnologías para la ganadería de los llanos de Venezuela. Valle de la Pascua, Estado Guárico, Venezuela.
- Espinoza, F., R. Hernández y L. Folache. 2008. Etología de vaquillas doble propósito en un sistema silvopastoril durante el período seco en una sabana tropical. Zoot. Trop 26(4): 429-437.
- Faría, J. 1994. Evaluación de accesiones de leucaena en el bosque muy seco tropical del Estado Zulia, Venezuela. Rev. Fac. Agro. LUZ 11: 43-52.
- Faría, J., B. González y Z. Chirinos. 2007. Producción forrajera de cuatro germoplasmas de *Pennisetum purpureum* en sistemas intensivos bajo corte. En: Memorias XII Jornada de producción animal. AIDA.
- Febles, G., T. Ruiz y L. Simón. 1995. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical. Conferencia. Seminario Científico Internacional. XXX Aniv. Inst. Cienc. Animal, La Habana. Cuba.
- Fisk, K., J. Funk, R. Conrad, y R. Valdivia. 1979. Análisis por espectrofotometría. En: Métodos de Análisis de Minerales para tejidos de plantas y animales. 2da. Edición. Latin American Mineral Research program. Gainesville. pp. 701-702.
- Fisk. H. y Y. Subbarow. 1925. The colorimetric determination of phosphorus. J. Biol. Chem., 66: 375-400.
- García de H., M. Sánchez., M. Colmenares., R. Monsalve y R. Sierralta. 1994. Suplementación a corte de *Leucaena leucocephala* sobre la producción de leche en vacas mestizas de doble propósito en el Valle de Aroa, Venezuela. Zoot. Trop. 12(2):148-160.
- García, A. 2006. Cuidados corporales: Comportamiento de eliminación y acicalamiento. Grupo de Formación UCO-6. Producción Animal y Gestión de Empresas. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Córdoba. España.

- Gastó, J. 1983. Dinámica de la descarga de la pastura y su arquitectura. En: O. Paladines y C. Lascano (Eds). Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Centro Internacional de Agricultura Tropical. pp. 82-106.
- González, I., J. Faría-Mármol, D. Morillo, O. Mavarez, N. Noguera y E. Fuenmayor. 2003. Efecto de frecuencias de riego y corte sobre el rendimiento de materia seca en *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit. Rev. Fac. Agron. LUZ. 20: 364-375.
- González, I.; M. Betancourt.; M. Lugo., A. Fuenmayor y G. Molero. 2012. Utilización de bancos de *Leucaena leucocephala* en sistemas doble propósito en bosque seco tropical durante la época de lluvia. Revista Científica, FCV-LUZ / 22(1):32-38.
- Guerin, F., A. Milone., C. Cangiano., J. Galli., J. Martínez y E. Laca. 2006. Registro y clasificación de eventos masticatorios de ovinos en pastoreo. 7th Argentine Symposium on Computing Technology.
- Heanes, D. 1984. Determination of total organic C in soils by an improved chromic acid digestion and spectrophotometric procedure. Commun. In Soil Sci. Plant Anal 15 (10): 1191-1123.
- Hegarty, M. 1981. Deleterious factors in forages affecting animal production. In: Nutritional limits to animal production from pastures. Proceedings of an international Symposium held at St Lucia, J.B. Hacker (Ed.). Queensland, Australia. pp. 133-150.
- Hernández, E., L. Simón y P. Duquesne. 2001. Evaluación de las Arbóreas *Albizia lebbek*, *Bauhinia purpurea* y *Leucaena leucocephala* en Asociación con Pasto Bajo Condiciones de Pastoreo. Pastos y Forrajes 24(3):241-258.
- Hernández, M. 1987. Efecto de la carga animal y la fertilización sobre la utilización a pastoreo de la asociación *Brachiaria mutica* más *Teramnus uncinatus*. Tesis de M. Sc. Postgrado Producción Animal. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela, Maracay. 106 p.
- Hess, H. y E. Lascano. 1997. Comportamiento del Consumo de Forraje por novillos en potreros de Gramínea sola y asociada con una Leguminosa. Pasturas Tropicales. 19(2): 12-20.
- Hirata, M., A. Sakou., Y. Terayama., M. Furuya y T. Nanba. 2008. Selection of feeding areas by cattle in a spatially heterogeneous environment: selection between two tropical grasses. J. Ethol. 26(3):327-338.
- Hussain, F y Jan D. 2009. Seasonal availability, palatability and animal preferences of forage plants in Haroi arid range land, Kalat, Pakistan. Pak J Bot 41:539-554.

- Jones, R. J. 1979. The value of *Leucaena leucocephala* as a feed for ruminants in the tropics. *Wild anlm. Rev.* 31: 13-23.
- Lácteos Los Andes, C.A. 2004. Informe Ejecutivo. Período: Octubre 2002 – Abril 2004. Programa de Desempeño en Recursos Alimentarios para la Producción con Bovinos de Doble Propósito. Nueva Bolivia, Edo. Mérida. Venezuela.
- Landaeta, A. 2011. Etología y Producción Animal. Unidad de Investigaciones Zootécnicas. Dpto. Producción e Industria Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. En: *Mundo Pecuario*, 7(3):116-129.
- Lascano, C. 2000. Selective Grazing on Grass–Legume Mixtures in Tropical Pastures. In: Lemaire G, Hodgson J, Moraes de A, Nabinger C, Carvalho PC de F, (Eds). *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Wallingford UK: CABI.p.249-263.
- Mahecha, L., C. Duran., M. Rosales., C. Molina y E.Molina. 2000. Consumo de Pasto Estrella Africana (*Cynodon plectostachyus*) y *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) en un sistema Silvopastoril. *Pasturas Tropicales* 22(1):26-30.
- Mata, D. 1989. Rendimiento y Composición Química de Seis Gramíneas Introducidas en una Sabana del Sureste del Estado Guárico. *Zoot. Trop.* 7(1-2):69-92.
- Maure, J., D. Herrera., A. Villalobos., y E. Medina. 2012. Comparación Bioeconómica de la Ceba de Novillos en Pastoreo, utilizando *Leucaena Leucocephala* y Sal Proteinada. Sesión de Pósteres. Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. LVII Reunión Anual del PCCMCA -2012. Ponencias Panamá.
- McNeill, D., N. Osborne., M. Komolong and D. Nankervis. 1998. Condensed Tannins in the Genus *Leucaena* and their Nutritional Significance for Ruminants. In: *Leucaena – Adaptation, Quality and Farming Systems*. Proceedings of a workshop held in Hanoi, Vietnam. Eds. Sheltón, H., R. Gutteridge., B. Mullen and R.Bray. pp. 205-226.
- Medina, M., D. García., P. Moratinos y L. Cova. 2011. Comparación de tres leguminosas arbóreas sembradas en un sustrato alcalino durante el período de aviveramiento. I. Variables morfoestructurales. *Pastos y Forrajes*. 34:37-51.
- Medina, R y A. Sánchez . 2010. Peso de la canal en corderos parasitados y desparasitados por estrongilidos digestivos suplementados con follaje de *Leucaena*. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*.11 (03):1-10.

- Mejía, J y A. Ramón. 2009. Determinación del Valor Nutricional De *Leucaena* (*Leucaena Leucocephala*) cruda, lavada y con sulfato ferroso al 0.5% y 1% en raciones para pollos de engorde. Medicina veterinaria y Zootecnia. Universidad de El Salvador. 60 p.
- Melo, I. 2001. Perfil del Gerente Agrícola de empresas fabricantes de Alimentos Balanceados para Animales en la Región Centro Occidental del País. Tesis de Grado de Maestría en Gerencia Agraria. Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. Estado Lara. Venezuela. 173p.
- Mendoza, I., G. Obando y D. Castillo. 2010. Caracterización botánica por TIC's de malezas comunes en la unidad de investigación agropecuaria Hacienda "La Glorieta". Nota Técnica. Producción Agropecuaria/Producción vegetal. 3(1): 37-40.
- Meulen, U; Struck, S; Schulke, E y El- Harith, E. 1979. Revisión sobre el valor nutritivo y aspectos tóxicos de la *Leucaena leucocephala*. Producción Animal Tropical 4: 112-126.
- Milne, J.A. 1991. Diet selection by grazing animals. Proceed Nutrition Soc. 50:77-85.
- Minson, D.J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition T. J. Cunha (Ed.). Academic Press, Inc. 483 p.
- Minson, D. 1991. Composición química y valor de las leguminosas tropicales. Leguminosas Forrajeras Tropicales. FAO. pp. 211-219.
- Molina, C., H. Carlos., D. Molina., H. Carlos., D. Molina., J. Enrique y J. Molina⁽⁺⁾. 2008. Capítulo 2. Carne, leche y mejor ambiente en el sistema silvopastoril intensivo con *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit Mimosaceae. En: Murgueitio E., Cuartas. C y J. Naranjo (Eds). Ganadería del futuro: Investigación para el desarrollo. Fundación CIPAV. Cali, Colombia. 490p.
- Morley, F and Spedding, C. 1968. Agricultural systems and grazing experiments. Herbage Abstracts 38 (4): 279-287.
- National Academy of Sciences (NAS). 1979. Tropical legumes: resources for the future. Washington, D. C., USA 331 p.
- National Research Council N.R.C. 1978. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy of Sciences, Washington.
- National Research Council N.R.C. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition. Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. Committee on Animal Nutrition, National Research Council. ISBN: 0-309-51521-1, 408 p.

- National Research Council N.R.C. 2011. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Revised Edition National Research Council. Academy Press, Washington.
- Noguera, P., P. Wilhelmus., F. Jiménez., L. Moreno. 1994. Centro de información y referencia de suelos para la Cuenca del Lago de Maracaibo. I. Caracterización química y mineralógica de los suelos de la colección. *Venezuelos*. 2: 67:80.
- Nortón, B. 1981. Differences between species in forage quality. In: J.B. Hacker (Ed.). Nutritional limits to animal production from pastures. Proceedings of an international Symposium held at st Lucia, J. Hacker (Ed.). Queensland, Australia. pp. 89-110.
- Ortega, L., H. Castillo., F. Rivas. 2009. Conducta ingestiva de bovinos Cebú adultos en leucaena manejada a dos alturas diferentes. *Téc. Pecu. Méx.* 47(2):125-134.
- Otero, M y L. Hidalgo. 2004. Condensed tannins in temperate forages species: effects on the productivity of ruminants infected with internal parasites (a review). *Livestock Research for Rural Development* 16(2): 18-36.
- Palma, J., M. Aguirre., C. Cardenas y A. Moya. 1999. Valor nutritivo de tres leguminosas arbóreas en el trópico seco de México. *Pastos y forrajes* 22:57.
- Palma, J., T. Ruiz y H. Vásquez. 2000. Bancos de proteína con *Leucaena leucocephala*, una experiencia de transferencia de tecnología en sistemas silvopastoriles en México. Ed. Agro Systems Editing, Colima, México. 58 pp.
- Palma, J. 2006. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco Mexicano. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 14 (3): 95-104.
- Palma, J. y L. Román. 2008. Cambios en la conducta ingestiva de los ovinos al modificar la altura inicial de pastoreo de *Leucaena leucocephala*. *Zoot. Trop.* 26(3): 371-374.
- Palomo, S., R. Castro y F. Meléndez. 1980. Aprovechamiento del guaje en pastoreo restringido, sobre la ganancia animal en praderas de pasto estrella africana. *Agri. Trop.* 25 : 226-231.
- Pasteurizadora Táchira, C.A. 2002. Informe Ejecutivo. Período: Septiembre 1999 – Septiembre 2002. Programa de desempeño en recursos alimentarios para la producción con bovinos de doble propósito. San Cristóbal, Edo. Táchira. Venezuela.
- Payne, W. y A. Smith. 1975. Factors limiting the production of animal products in the tropics, with particular reference of animal feed. En: *Proceeding of the*

conference of animal feeds of tropical and subtropical origin. Tropical Production Institute. London. pp. 23-32.

- Peralta, J., J. Núñez y L. Branda. 2012. Utilización de *Leucaena Leucocephala* como fuente de proteína, sobre la ganancia de peso, en novillos sobre pastura cultivada en el departamento de presidente hayes – Paraguay. *Compend. cienc. vet.* 02 (02) : 22 – 25.
- Pérez, E., M. Soca., L. Díaz y Corzo, M. 2008. Comportamiento etológico de bovinos en sistemas silvopastoriles en Chiapas, México. *Pastos y Forrajes.* 31(2): 161-172.
- Petit-Aldana, J., G. Uribe., F. Casanova., J. Solorio y L. Ramírez. 2012. Descomposición y liberación de nitrógeno y materia orgánica en hojas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, *Guazuma ulmifolia* Lam. y *Moringa oleifera* Lam. en un banco mixto de forraje. *Rev. Chapingo.* 18: 5-25.
- Pizarro, E. 2005. Especies Arbustivas, Gramíneas y Leguminosas para el Trópico Americano. IX Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en los Sistemas de Producción Animal. Universidad Nacional Experimental del Táchira (UNET). pp. 30-49.
- Preston, T. y R. Leng. 1989. Ajustando los Sistemas de Producción Pecuaria a los Recursos Disponibles: Aspectos Básicos y Aplicados del Nuevo Enfoque Sobre la Nutrición de Rumiantes en el Trópico. *Círculo Impresores.* Colombia. pp. 142-153.
- Provenza, F. 1995. Postingestive feedback as an elementary determinant of food preferenc and intake in ruminants. *Journal of Range Management.* 48(1): 2-17.
- Raspall, E., J. Penedo, G. Brull y R. Fonseca. 1989. Alimentación de vacas lecheras con *Leucaena leucocephala*. *Revista Producción Animal.* 5(1): 11-16.
- Razz, R. 2013. *Leucaena leucocephala*. Alternativa alimenticia en la ganadería tropical. Cuadernos científicos Girarz. 13 Manejo de pastos y forrajes tropicales. Editor Alí David Perozo Bravo. Noviembre.
- Rodas, A., J. Vergara., L. Arenas., N. Huerta y M. Pirela. 2006. Características al Sacrificio, rasgos de la canal y rendimiento carnicero de novillos criollo limonero sometidos a suplementación durante la fase de ceba a pastoreo. *Revista Científica, FCV-LUZ.* 16(4):364 – 370.
- Roncallo, F., A. Sierra y E. Castro. 2012. Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el

- Caribe seco. Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 13(1): 71-78.
- Rodríguez, G., R. Patiño., L. Altahona y J. Gil. 2011. Dinámica de crecimiento de pasturas con manejo rotacional en diferente topografía en un sistema de producción de carne vacuna en Córdoba, Colombia. Rev. Colombiana Cienc. Anim. 3(1):47-61.
- Ruiz, T. y G. Febles. 1987. Forraje. En: Ruiz, T. y G. Febles (Eds) *Leucaena leucocephala* una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtropical. Edica, La Habana, Cuba pp 122-127.
- Ruiz, T., G. Febles., O. Cobarrubia., L. Díaz y G. Bernal. 1988. La altura de la planta como criterio para comenzar a pastar la *Leucaena leucocephala* después de la siembra. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 22: 201-207.
- Ruiz, T., H. Jordán., L. Corbea., A. Valencia., M. Galina., J. Palma., F. Olea., R. Fernández., J. Pérez y J. Ruiz. 1995. Resultados de la introducción de la tecnología de bancos de proteína de leucaena en el Estado de Colima México. Memorias del Seminario Científico Internacional del Instituto de Ciencia Animal, la Habana, Cuba pp 86-89.
- Russo, R. y R. Botero. 2005. El componente arbóreo como recurso forrajero en los sistemas silvopastoriles. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, EARTH, San José, Costa Rica.
- Sánchez, A. 1991. La Leucaena: alternativa forrajera promisorio en el establecimiento de bancos de proteínas en las zona de bajo tocuyo (Falcón). FONAIAP Divulga N° 36.
- Sánchez, A., J. Faría y B. González. 2003. Efecto del aplazamiento de utilización en la asociación *Cenchrus ciliaris* (L)- *Leucaena leucocephala* (Lam)(de Wit). I- Producción y componentes de la materia seca. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 11(1): 29-33.
- Sánchez, J. 2007. Utilización eficiente de las pasturas tropicales en la alimentación de ganado lechero. XI Seminario "Manejo y utilización de pastos y forrajes en sistemas de producción animal". Pág. 14-30. 12, 13 y 14 de abril de 2007. Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL). Barquisimeto, Edo. Lara – Venezuela.
- Shelton, H and Brewbaker, J .1994. *Leucaena leucocephala* - the most widely used forage tree legume. In Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. C Gutteridge and H Shelton (eds). CAB INTERNATIONAL, UK pp. 15 - 30.
- Skerman, P. 1977. Tropical forage legume. In: FAO. Plant Production and Tropical Series. pp. 510-518.

- Soler, P., E. Chacón y A. Contreras. 1999. Producción de leche con bovinos de doble propósito que pastorean bancos de *L. leucocephala* y mata ratón (*Gliricidia sepium*). En: Chacón, E., A. Baldizán y H. Fossi (Eds.). II Cursillo sobre manejo de pastos y otros recursos alimentarios para la producción de leche y carne con bovinos a pastoreo, Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, pp. 68-76.
- Soler, P. 1998. Estudio comparativo sobre la producción de leche y la utilización de dos leguminosas arbustivas tropicales. Tesis de M. Sc. Postgrado Producción Animal. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela, Maracay. pp106.
- Stephens. D., J. Brown y R. Ydenberg. 2007. Foraging: Behavior and Ecology. Chicago: University of Chicago Press.
- Tapias, R., M. Fernández., J. Alaejos., L. Salvador., P. Alesso., J. González., A. Alfaro., F. López y J. Díaz. 2008. Leguminosas Leñosas de Rápido crecimiento como Cultivos Energéticos en la Península Ibérica. Boletín del CIDEU 5:137-147.
- Tarazona, A., M. Ceballos., J. Naranjo y C. Cuartas. 2012. Factores que afectan el comportamiento de consumo y selectividad de forrajes en rumiantes. Rev Colomb Cienc Pecu. 25:473-487.
- Torres, A., E. Chacón., L. Arriojas y S.Armas. 2000. Efecto de la época y los patrones de siembra sobre la producción y arquitectura de la biomasa en bancos de *Leucaena Leucocephala* (Lam) de Wit. Zoot. Trop. 18(2):145-161.
- Torres, A., E. Chacón., S. Armas y F. Espinoza. 2005. Efecto de los patrones de siembra sobre la producción de proteína cruda en bancos de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. Zoot. Trop. 23:28-50.
- Urbano, D., C. Dávila y P. Moreno. 1997. Evaluación de Ecotipos de *Leucaena (Leucaena Leucocephala)* Bajo Pastoreo. Arch. Latinoam. Prod. Anim. 5(1): 1-4.
- Urbano, D., C. Dávila y P. Moreno. 2006. Efecto de las leguminosas arbóreas y la suplementación con concentrado sobre la producción de leche y cambio de peso en vacas doble propósito. Zoot. Trop. 24(1): 69-83.
- Urdaneta, F., A. Peña., B. González., A. Casanova., J. Cañas y R. Dios-Palomares. 2010. Eficiencia técnica en fincas ganaderas de doble propósito en la Cuenca del Lago De Maracaibo, Venezuela. Revista Científica, FCV-LUZ. 20:649 – 658.

- Valenciaga, N. y Mora, C. 1997. Estudio de la incidencia de insectos en una siembra de *Leucaena* intercalada con maíz en dos momentos a partir de la siembra. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 31:161.
- Van Soest, P. J. and R. H. Wine. 1967. Uses of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV Determination of plant-cell-wall constituents. *J. Ass. Official Agr. Chem.* 50: 50-55.
- Van Soest, P. 1994. *Nutritional Ecology of the ruminant*. Chapter 21: Intake. Second Edition. Cornell University. USA. pp. 337-353.
- Vera, M., H. Rosales y N. Ureña. 2000. Caracterización físico-química de algunos suelos cacaoteros de la zona sur del lago de Maracaibo, Venezuela. *Rev. Geog. Venez.* 41(2):257-27.
- Verdecia, D., Y. Álvarez., H. Herrera., J. Ramírez., Y. Bazán., Y. Arceo., S. López., I. Leonard., R. Bodas., S. Álvarez y F. Giráldez. 2012. Valor nutritivo de *Leucaena leucocephala*, con énfasis en el contenido de metabolitos secundarios. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria.* 13:1-10.
- Wencomo, H. 2005. Comportamiento agronómico de una asociación de *Leucaena* con otras especies vegetales. *Pastos y Forrajes.* 28:221-232.
- Wencomo, H. 2009. Efecto de la inclusión de *Leucaena* spp. en el comportamiento de la comunidad vegetal. *Revista Pastos y Forrajes.* Vol 32 (4). En: *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Sistema de Información Científica.*
- Wilson, J. 1981. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: *Nutritional limits to animal production from pastures. Proceedings of an international Symposium held at st Lucia, J.B. Hacker (Ed.). Queensland, Australia.* pp. 111-131.
- Zárate, R. 1987. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit subsp. *Glabrata*. *Phytologia* 63(4): 304-306.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Imagen satelital de las coordenadas UTM de la “Hacienda La Grapa”



Fuente: Google earth

Poblado más cercano Tucaní edo Mérida. El círculo de color rojo muestra la ubicación de la “Hacienda La Grapa”

Anexo 2. Nombres comunes y familias de las especies herbáceas presentes en el banco de leucaena

Especie	Nombre común	Familia
<i>Cenchrus spp</i>	Cadillo	Poaceae
<i>Centrosema spp</i>	Centro	Fabaceae
<i>Cyperus ferax</i>	Cortadera	Cyperaceae
<i>Desmodium incanum</i>	Pega-pega	Fabaceae
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Falsa pata de gallina	Poaceae
<i>Paspalum virgatum</i>	Cabezona	Poaceae
<i>Physalis angulata L</i>	Huevo de sapo	Solanaceae
<i>Pteridium aquilinum</i>	Helecho	Dennstaedtiaceae
<i>Senna obtusifolia L</i>	Bicho	Fabaceae
<i>Urochloa decumbens</i>	Barrera	Poaceae

Anexo 3. Materia seca y estructura de la *Leucaena leucocephala* potreros
17 y 18 época de lluvias y época seca

Potrero	Parámetro (Kg/ha)	Época			
		Lluvias		Sequía	
		< 6mmØ	> 6mmØ	< 6mmØ	> 6mmØ
17	MS total				
	Inicio	390	29	488	120
	Final	399	0	508	83
	MS hoja				
	Inicio	261	18	280	59
	Final	260	0	309	42
	MS tallo				
	Inicio	130	12	208	62
	Final	138	0	199	41
	Altura				
	Inicio	88		86	
	Final	81		87	
18	MS total				
	Inicio	315	137	241	159
	Final	261	209	306	152
	MS hoja				
	Inicio	176	67	152	95
	Final	81	70	141	51
	MS tallo				
	Inicio	140	71	89	64
	Final	180	139	165	102
	Altura				
	Inicio	109		101	
	Final	115		94	

Anexo 4. Materia seca y estructura de la *Leucaena leucocephala* promedio de los potreros 17 y 18 época de lluvias y época seca

Potrero	Parámetro (Kg/ha)	Época				
		Lluvias		Sequía		
		< 6mmØ	> 6mmØ	< 6mmØ	> 6mmØ	
Promedio 17 y 18	MS total	Inicio	352,5	83	364,5	139,5
		Final	330	104,5	407	117,5
	MS hoja	Inicio	218,5	42,5	216	77
		Final	170,5	35	225	46,5
	MS tallo	Inicio	135	41,5	148,5	63
		Final	159	69,5	182	71,5
	Altura	Inicio	98,5		93,5	
		Final	98		90,5	

Anexo 5. Oferta forrajera de leucaena/ kgPV al inicio y al final de la defoliación en la época de lluvia

	Época de lluvia					
	P(17)			P(18)		
	Inicio	Final	Media	Inicio	Final	Media
MV Total (kg/kgPV)	0,28	0,17	0,23	0,36	0,25	0,31
MV Hojas (kg/kgPV)	0,045	0,036	0,041	0,054	0,045	0,050
MS Total (kg/kgPV)	0,022	0,016	0,019	0,025	0,017	0,021
MS Disponible (kg/kgPV)	0,025	0,014	0,020	0,028	0,015	0,022
MS Hojas (kg/kgPV)	0,019	0,012	0,015	0,025	0,016	0,021

Anexo 6. Oferta forrajera de leucaena/ kgPV al inicio y al final de la defoliación en la época de sequía

	Época de sequía					
	P(17)			P(18)		
	Inicio	Final	Media	Inicio	Final	Media
MV Total (kg/kgPV)	0,32	0,15	0,24	0,42	0,28	0,35
MV Hojas (kg/kgPV)	0,042	0,036	0,039	0,048	0,032	0,04
MS Total (kg/kgPV)	0,030	0,018	0,024	0,041	0,021	0,031
MS Disponible (kg/kgPV)	0,022	0,013	0,018	0,028	0,016	0,022
MS Hojas (kg/kgPV)	0,026	0,011	0,019	0,021	0,017	0,019

Anexo 7. Oferta forrajera de leucaena/ animal al inicio y al final de la defoliación en la época de lluvias

	Época de lluvia					
	P(17)			P(18)		
	Inicio	Final	Media	Inicio	Final	Media
MV Total (kg/animal)	13,65	8,29	10,97	17,55	12,19	14,87
MV Hojas (kg/animal)	2,19	1,76	1,98	2,63	2,19	2,41
MS Total (kg/animal)	1,07	0,78	0,93	1,22	0,83	1,03
MS Disponible (kg/animal)	1,22	0,68	0,95	1,37	0,73	1,05
MS Hojas (kg/animal)	0,93	0,59	0,76	1,22	0,78	1,00

Anexo 8. Oferta forrajera de leucaena/ animal al inicio y al final de la defoliación en la época de sequía

	Época de sequía					
	P(17)			P(18)		
	Inicio	Final	Media	Inicio	Final	Media
MV Total (kg/animal)	15,6	7,31	11,45	20,48	13,65	17,07
MV Hojas (kg/animal)	2,05	1,75	1,90	2,34	1,56	1,95
MS Total (kg/animal)	1,46	0,88	1,17	2,00	1,02	1,51
MS Disponible (kg/animal)	1,07	0,63	0,85	1,37	0,78	1,08
MS Hojas (kg/animal)	1,27	0,54	0,91	1,02	0,83	0,93

Anexo 9. Oferta forrajera de herbáceas g/KgPV al inicio y al final de la defoliación en dos épocas de evaluación

		Época de lluvia			Época de sequia		
		P(17)	P(18)	Media	P(17)	P(18)	Media
MV Total (g/kgPV)	Inicio	12,5	5,48	8,99	2,56	3,06	2,81
	Final	8,33	3,83	6,08	0,81	1,06	0,94
MS Total (g/kgPV)	Inicio	2,90	1,33	2,12	0,38	0,56	0,47
	Final	2,44	0,77	1,61	0,23	0,27	0,5

Anexo 10. Oferta forrajera de herbáceas Kg/animal al inicio y al final de la defoliación en dos épocas de evaluación

		Época de lluvia			Época de sequia		
		P(17)	P(18)	Media	P(17)	P(18)	Media
MV Total (kg/animal)	Inicio	0,52	0,23	0,38	0,11	0,13	0,12
	Final	0,35	0,16	0,26	0,03	0,04	0,04
MS Total (kg/animal)	Inicio	0,12	0,06	0,09	0,02	0,02	0,02
	Final	0,10	0,03	0,07	0,009	0,011	0,01

Anexo 11. Promedio de utilización de los componentes de la *Leucaena leucocephala* en dos épocas del año en el potrero 17

Potrero 17	Época			
	Lluvias		Sequía	
	< 6mmØ	> 6mmØ	< 6mmØ	> 6mmØ
MS total (%)	- 2,3	100	-4,09	30,83
MS hoja (%)	0,38	100	-10,36	28,81
MS tallo (%)	-6,15	100	4,33	33,87
Altura (%)	7,95		-1,16	

Anexo 12. Promedio de utilización de los componentes de la *Leucaena leucocephala* en dos épocas del año en el potrero 18

Potrero 18	Época			
	Lluvias		Sequía	
	< 6mmØ	> 6mmØ	< 6mmØ	> 6mmØ
MS total (%)	17,14	-53	-27	4,40
MS hoja (%)	54	-4,48	7,23	46
MS tallo (%)	29	-96	85	-59,36
Altura (%)	-5,50		6,93	