



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
DOCTORADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
MARACAY

**SELECTIVIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL POR VACUNOS A PASTOREO  
EN VEGETACIÓN SECUNDARIA EN LOS LLANOS CENTRALES,  
VENEZUELA.**

**Selina T. Camacaro C.**

Julio 2012

Tesis presentada como requisito final para optar al título de  
**Doctora en Ciencias Agrícolas**

COMITÉ CONSEJERO

Dr. Alfredo Baldizán  
(Tutor)

Dr. Muhammad Ibrahim  
(Tutor)

Dr. Eduardo Chacón  
(Asesor)

Dr. Miguel Benezra  
(Asesor)



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
 FACULTAD DE AGRONOMÍA  
 COMISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
 DOCTORADO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS



VEREDICTO

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Facultad de Agronomía y el Consejo de Estudios de Postgrado de la Universidad Central de Venezuela, para examinar la **Tesis Doctoral** presentada por: **SELINA CAMACARO**, Cédula de identidad N° 5.461.078, bajo el título **"SELECTIVIDAD ESPACIAL Y TEMPORAL POR VACUNOS A PASTOREO EN VEGETACIÓN SECUNDARIA EN LOS LLANOS CENTRALES, VENEZUELA"**, a fin de cumplir con el requisito legal para optar al grado académico de **DOCTOR EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**, dejan constancia de lo siguiente:

1.- Leído como fue dicho trabajo por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 20 de Julio de 2012 a las 09:00 AM., para que la autora lo defendiera en forma pública, lo que ésta hizo en el Salón "D" del Doctorado en Ciencias Agrícolas, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el jurado, todo ello conforme con lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

2.- Finalizada la defensa del trabajo, el jurado decidió **aprobarlo**, por considerar, sin hacerse solidario con la ideas expuestas por la autora, que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el Reglamento de Estudios de Postgrado.

Para dar este veredicto, el jurado estimó que el trabajo examinado representa una contribución importante al estudio de la selectividad espacial y temporal por vacunos a pastoreo en vegetación secundaria en los llanos centrales de Venezuela. Reúne originalidad en el área de la producción animal y sus interacciones con los tipos y rasgos funcionales de las plantas y comunidades llaneras.



3.- El jurado por unanimidad decidió otorgar la calificación de **EXCELENTE** al presente trabajo por considerarlo de excepcional calidad y excelente acabado, además de una presentación oral y defensa de muy buena calidad.

En fe de lo cual se levanta la presente ACTA, a los 20 días del mes de Julio del año 2012. Conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Estudios de Postgrado, actuó como Coordinadora del jurado **Dr. Alfredo Baldizan**.

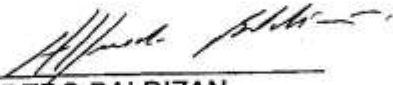
  
ALVARO OJEDA  
C.I. 7.231.510  
FAGRO-UCV  
Jurado designado por el Consejo  
de la Facultad

  
ALFONSO CARDOZO  
C.I. 2.943.141  
FAGRO-UCV  
Jurado designado por el Consejo  
de la Facultad

  
JOSÉ LUIS GIL  
C.I. 4.432.147  
INIA  
Jurado designado por el Consejo  
de Estudios de Postgrado



  
ADRIÁN GONZÁLEZ  
C.I. 6.855.088  
AIA-UNERG  
Jurado designado por el Consejo  
de Estudios de Postgrado

  
ALFREDO BALDIZAN  
C.I. 5.272.491  
UNERG  
Tutor

/ycc.  
20-07-12

## **DEDICATORIA**

A **Dios**, por haber permitido que viviera la vida que he vivido.

A **Juana María (+) y Félix Ramón (+)**, mis padres, por su amor y enseñanza que han guiado mi tránsito por ésta vida.

A **Geizee** y a **Andrés Alejandro**, mis frutos en ésta Tierra.

A **mi familia**, por su amor y apoyo tácito.

## AGRADECIMIENTO

A la **Universidad Central de Venezuela**, mi **Alma Mater**, por haberme dado la oportunidad de formarme en el pregrado y en el postgrado, con excelentes **Maestros** como guías.

A los Doctores **Alfredo Baldizán** y **Muhammad Ibrahim**, tutores y a mis asesores Doctores **Eduardo Chacón** y **Miguel Benezra**, por haberme apoyado para labrar ésta parte de mi camino académico.

A los Doctores **Adrian González**, **José Luis Gil**, **Alfonzo Cardozo** y **Álvaro Ojeda** por sus valiosos comentarios y sugerencias para el enriquecimiento de este documento.

Al **Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)** y al **Doctorado en Ciencias Agrícolas** de la **Facultad de Agronomía (UCV)**, por su apoyo académico y logístico.

A los Doctores **Fred Provenza** y **James Long**, Profesores de **Utah State University**, quienes permitieron la realización de una pasantía de investigación en sus respectivas dependencias, y por el privilegio que me dieron de contar no sólo con su experticia académica sino con su amistad.

Al **Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH-UCV)**, por el financiamiento del presente trabajo, a través del proyecto de grupo N° PG-01-6740-2007.

A los Doctores **Mauricio Ramia** y **Shingo Nozawa**, a los Licenciados **Carolina Fedon** y **Carlos Reyes** del **Herbario Nacional (VEN)** de la **Fundación Instituto Botánico de Venezuela “Dr. Tobías Lasser”**, de la **Universidad Central de Venezuela**, por la identificación de muestras vegetales.

A la Profesora **Giovanna De Martino** de la **Universidad Nacional Experimental Rómulo Gallegos**, por la identificación de muestras vegetales.

A la Profesora **Thirza Ruiz** y al Sr. **Dorian Muñoz**, del **Instituto de Botánica**, de la **Facultad de Agronomía (UCV)**, por la identificación de muestras vegetales.

Al Profesor **Daniel Vargas** del **Instituto de Producción Animal** de la **Facultad de Agronomía (UCV)**, por su apoyo para el mejoramiento de la versión escrita del presente documento.

Al personal obrero de la **Sección de Forrajes** del **Instituto de Producción Animal**, de la **Facultad de Agronomía (UCV)**, por su gran apoyo en el procesamiento de muestras.

Al personal técnico del **Laboratorio de Nutrición Animal** del **Instituto de Producción Animal**, de la **Facultad de Agronomía (UCV)**, por el análisis químico de las muestras.

A los **dueños** del Hato Felipero y a **todos sus trabajadores** por su invaluable apoyo humano y logístico para la realización del trabajo de campo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Tabla de Contenido	v
Índice de Cuadros	ix
Índice de Figuras	xi
Resumen	xii
Abstract	xv
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. HIPÓTESIS</b>	4
<b>III. OBJETIVOS</b>	5
<b>IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b>	6
4.1. Estudios de clasificación de la vegetación.....	6
4.2. Estructura de la vegetación.....	12
4.3. Uso a pastoreo de la vegetación secundaria.....	15
4.4. Producción de biomasa de la vegetación secundaria.....	16
4.5. Relaciones entre estructura y valor nutritivo de las plantas en la vegetación secundaria.....	19
4.6. Selectividad por animales a pastoreo y patrones de distribución...	21
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	28



	Página
5.1. Localización del área de estudio.....	28
5.2. Descripción del área de estudio.....	28
5.2.1. Clima.....	28
5.2.2. Suelo.....	28
5.2.3. Relieve y drenaje.....	32
5.2.4. Vegetación.....	32
5.3. Parcelas para muestreo de la vegetación.....	35
5.4. Épocas de muestreo.....	36
5.5. Variables evaluadas sobre la vegetación.....	36
a. Composición botánica.....	36
b. Rasgos funcionales de las plantas (RFP).....	36
c. Variables estructurales y dasométricas.....	38
d. Índices.....	40
d.1. Riqueza.....	40
d.2. Abundancia.....	40
d.3. Índice de Shannon (IS).....	40
d.4. Índice de selectividad de especies forrajeras.....	40
e. Producción de biomasa y hojarasca.....	41
e.1. Producción de biomasa en el estrato herbáceo.....	41
e.2. Producción de hojarasca.....	41

	Página
f. Cono de vulnerabilidad.....	41
5.6. Evaluaciones de selectividad animal.....	43
5.7. Análisis microhistológico de tejidos vegetales.....	44
a. Análisis microhistológico de la vegetación consumida.....	44
b. Análisis microhistológico de las heces.....	45
5.8. Valor nutritivo.....	46
5.9. Análisis estadístico.....	46
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>51</b>
6.1. Composición florística del estrato arbóreo y arbustivo en comunidades de bosques.....	51
6.2. Composición florística del estrato herbáceo en comunidades de sabanas y bosques.....	57
6.3. Índices de diversidad de especies.....	65
a. Estrato arbóreo.....	65
b. Estrato herbáceo.....	70
6.4. Conformación de conglomerados de vegetación en comunidades de sabanas y bosques.....	78
6.5. Estructura.....	85
a. Estructura del estrato arbóreo.....	85
b. Estructura y producción de biomasa del estrato herbáceo.....	93
c. Producción de hojarasca en comunidades boscosas.....	102
6.6. Características de los sitios de alimentación de animales a pastoreo.....	106

	Página
6.7. Características florísticas y estructurales del forraje consumido.....	115
6.8. Selectividad de plantas por animales a pastoreo.....	121
6.9. Índice de selectividad de Ivlev para especies seleccionadas por vacunos a pastoreo.....	128
6.10. Composición bromatológica y contenido de la pared celular de la biomasa seleccionada.....	132
<b>VII. CONSIDERACIONES FINALES</b>	141
<b>VIII. CONCLUSIONES</b>	144
<b>IX. RECOMENDACIONES</b>	145
<b>X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	146
<b>XI: ANEXOS</b>	166

## ÍNDICE DE CUADROS

		Página
1	Asociación de rasgos funcionales con las respuestas de las plantas a los cambios ambientales.....	8
2	Características físicas del suelo de sabanas y bosques del área evaluada en el estado Cojedes.....	31
3	Características químicas del suelo de sabanas y bosques del área evaluada en el estado Cojedes.....	33
4	Comunidades de vegetación en el área evaluada.....	34
5	Categoría por altura y diámetro a la altura de pecho para árboles y arbustos.....	39
6	Especies de árboles, arbustos y lianas presentes en comunidades boscosas en el estado Cojedes.....	52
7	Especies presentes en el estrato herbáceo de comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	58
8	Especies más abundantes en comunidades boscosas en el estado Cojedes.....	66
9	Índices de diversidad de comunidades boscosas en el estado Cojedes.....	69
10	Abundancia absoluta y relativa de especies del estrato herbáceo en comunidades de sabanas en el estado Cojedes .....	71
11	Abundancia absoluta y relativa de especies del estrato herbáceo en comunidades boscosas en el estado Cojedes .....	72
12	Correlación de las variables originales de TFP con los tres primeros componentes principales.....	74
13	Índices de diversidad del estrato herbáceo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	77
14	Caracterización de los conglomerados de vegetación en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	79
15	Conformación por especies y ubicación de conglomerados en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	80
16	Variables estructurales en plántulas en cuatro comunidades boscosas en el estado Cojedes.....	86
17	Variables estructurales en brinzales en cuatro comunidades boscosas en el estado Cojedes.....	86
18	Variables estructurales en latizales en cuatro comunidades boscosas en el estado Cojedes.....	88
19	Variables estructurales en fustales en cuatro comunidades boscosas en el estado Cojedes.....	88
20	Cono de vulnerabilidad y sus componentes en cuatro comunidades boscosas en el estado Cojedes.....	90

	Página
21 Promedios anuales de variables estructurales en el estrato herbáceo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	94
22 Variables estructurales en el estrato herbáceo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes .....	94
23 Variables estructurales en diferentes periodos de muestreo en el estrato herbáceo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes .....	95
24 Correlación de las variables originales altura, cobertura y biomasa con los tres primeros componentes principales.....	99
25 Producción de hojarasca y sus componentes en comunidades boscosas en el estado Cojedes .....	103
26 Producción de hojarasca y sus componentes en cuatro comunidades boscosas en el estado Cojedes.....	103
27 Promedios anuales de variables evaluadas en las transectas animal, control y aleatoria con animales a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	107
28 Porcentaje de especies seleccionadas por animales a pastoreo con respecto al total de especies en las transectas animal, control y aleatoria, en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes .....	108
29 Promedios por período de variables evaluadas en las transectas animal, control y aleatoria de animales a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	109
30 Correlación de las variables originales evaluadas sobre las transectas animal, control y aleatoria con los tres primeros componentes principales.....	114
31 Especies consumidas por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	116
32 Partes de las plantas consumidas por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojede.....	119
33 Frecuencia de aparición de fragmentos epidérmicos en heces de vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	123
34 Correlación de la variable original aparición de fragmentos epidérmicos de especies vegetales en heces de animales a pastoreo con los tres primeros componentes principales.....	126
35 Índice de Ivlev para especies seleccionadas por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	129
36 Variables bromatológicas y de pared celular del forraje seleccionado por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes .....	133
37 Correlación de las variables originales bromatológicas y de pared celular con los primeros tres componentes principales.....	138

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
1 Ortofotomapa del Hato Felipero, municipio Rómulo Gallegos, estado Cojedes .....	29
2 Climadiagrama ombrotérmico del área de estudio en el estado Cojedes.....	30
3 Componentes del cono de vulnerabilidad.....	42
4 Porcentaje de especies por familia en comunidades boscosas en el estado Cojedes.....	54
5 Porcentaje de especies por tipo funcional de planta en comunidades boscosas en el estado Cojedes.....	56
6 Porcentaje de especies por familia en el estrato herbáceo de comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	61
7 Porcentaje de especies por tipo funcional de planta en el estrato herbáceo en comunidades de un bosque deciduo en el estado Cojedes .....	63
8 Porcentaje de especies por tipo funcional de planta en el estrato herbáceo de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	64
9 Producción de biomasa en comunidades boscosas en el estado Cojedes.....	96
10 Producción de biomasa por periodo en comunidades boscosas en el estado Cojedes.....	96
11 Participación porcentual de los componentes de la hojarasca en comunidades boscosas en el estado Cojedes.....	105
12 Distribución espacial y temporal de las variables evaluadas en las transectas animal, control y aleatoria de animales a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	113
13 Porcentaje de especies por tipo funcional de planta, consumidas por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	117
14 Altura de consumo de diferentes especies por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	120
15 Porcentaje de especies identificadas a través de dos métodos, consumidas por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	122
16 Distribución espacial y temporal de variables bromatológicas y de pared celular de la biomasa seleccionada por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes.....	137

## RESUMEN

El presente estudio se realizó con el propósito de evaluar la selectividad animal por vacunos mestizos Brahman a pastoreo, a diferentes escalas espaciales (especies de plantas y sus partes, sitio de alimentación, y paisaje) y temporales (transición lluvia-sequía, sequía y entrada de lluvias) con base en la composición florística y funcional de la vegetación de un área de 295,5 has, constituida por sabanas (H1, H2 y H3) y bosques deciduos (B1, B2, B3 y B4) en el estado Cojedes. La identificación y variables estructurales y funcionales de la vegetación fueron evaluadas en transectas de 100 m lineales para sabanas y de 100 m x 10 m para bosques. La evaluación de variables sobre árboles y arbustos se hizo en la época de entrada de lluvias (mayo y junio, 2007). Las evaluaciones sobre el estrato herbáceo (cada seis semanas), el seguimiento de animales y colección de muestras de heces (ambas, cada tres semanas por tres días consecutivos) se realizaron en las épocas de transición lluvia-sequía, sequía y entrada de lluvias (enero a junio, 2008 y 2009). Sobre el camino seguido por cada animal se trazaron transectas de longitud variable, además otra transecta (control, 30 m) en los alrededores del sitio de alimentación y otra a nivel de paisaje (aleatoria, 30 m). A las muestras provenientes de los muestreos de las transectas animal y control, se les determinó bromatología, pared celular y degradabilidad. En el inventario florístico se consiguieron 80 especies pertenecientes a 34 familias y a 5 tipos funcionales de plantas (TFP), con el 42% pertenecientes a las familias Mimosaceae, Bignoniaceae, Rubiaceae, Fabaceae y Anacardiaceae, y el 92,50% a los TFP Nothopluviarборе, Tropoarборе y Lignolianaе aestivae. En el estrato herbáceo de sabanas se encontraron 98 especies pertenecientes a 41 familias y a 16 TFP, con predominio (49%) de las familias Poaceae, Mimosaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Cyperaceae y Bignoniaceae, y de los TFP Lignolianaе aestivae, Tropoarборе, Tropoarbusta, Nothopluviarборе y Herbae (60%). De las especies más abundantes en el estrato arbóreo y arbustivo, el 40% pertenecieron a los TFP Tropoarборе, Nothopluviarборе, Lignolianaе aestivae y Tropoarbusta, de las cuales resaltan *Trichilia unifoliola*, *Psychotria carthagenensis* y *Hecatostemon completus*, sin uso conocido, salvo el consumo de sus frutos por la fauna silvestre. La riqueza y el Índice de diversidad de Shannon (IS) en el estrato arbóreo y arbustivo fueron similares ( $P>0,05$ ) en las cuatro comunidades boscosas. La mayoría de las especies que fueron abundantes en el estrato herbáceo, en las sabanas (*Leersia hexandra*, *Urochloa humidicola* e *Hymenachne amplexicaulis*) y bosques (*Panicum pilosum*, *Arrabidaea corallina*, *Oryza latifolia* y *Phryganocydia corymbosa*) durante el primer año, lo fueron durante el segundo, pero en proporción distinta, con predominio de los TFP Caespiticulmi y Teroherbae en las sabanas, y de Caespiticulmi, Lignolianaе aestivae, Tropoarборе y Nothopluviarборе en los bosques. La riqueza y el IS en el estrato herbáceo de sabanas y bosques fueron más altos durante el primer año con respecto al segundo, y superiores en los bosques con respecto a las sabanas ( $P<0,05$ ). Las especies más abundantes conformaron 6 conglomerados de vegetación, caracterizados

por hojas glabras, herbáceas y delgadas, con resistencia media a baja, presencia de espinas sólo en un conglomerado, con niveles altos de Nitrógeno y Calcio muy alto, y medios de Fósforo, hojas muy pesadas, predominancia de frutos secos y dispersión asistida. Las variables estructurales resaltantes fueron número de individuos y cobertura para plántulas y brinzales ( $P < 0,003$ ), y las anteriores además de diámetro a la altura de pecho y área basal para latizales y fustales ( $P < 0,05$ ). El cono de vulnerabilidad fue superior ( $P < 0,0001$ ) en B2 con respecto al resto de las comunidades. El efecto de los factores de variación año, comunidad, periodo y sus interacciones fueron altamente significativas ( $P < 0,0001$ ) en la mayoría de los casos, sobre las variables estructurales altura, cobertura, MS verde, MS lignificada y MS senescente del estrato herbáceo en sabanas y bosques, evidenciándose un significativo comportamiento espacial y temporal de dichas variables. La producción de hojarasca no fue afectada por año ( $P > 0,05$ ) pero si por mes y por comunidad ( $P < 0,05$ ), con máxima producción de hojarasca desde diciembre a febrero y mínima en mayo y junio y con una participación significativa de hojas y tallos en la composición de la hojarasca. Las fuentes de variación año, comunidad y periodo causaron efectos significativos ( $P < 0,05$ ) sobre las variables evaluadas en las transectas animal, control y aleatoria, observándose una disminución en las especies totales desde la transecta aleatoria hasta la animal con un mayor porcentaje de especies seleccionadas en esta última en comparación con las transectas control y aleatoria, y con recorridos más cortos durante el segundo año con respecto al primero. Los animales consumieron 38 especies pertenecientes a 14 TFP distintos, con predominio de los tipos gramínoideos y herbáceos, y consumo principalmente de hojas y tallos a nivel espacial y temporal. La altura de consumo mostró una alta correlación con la altura general de la vegetación del estrato herbáceo y estuvo asociado a la disponibilidad de humedad en el suelo. La mayor frecuencia relativa de aparición de fragmentos en heces fue de especies de TFP gramínoideos, herbáceos y arbóreos (*Urochloa humidicola*, *Leersia hexandra*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Fimbristylis miliacea*, *Calopogonium mucunoides* y *Guazuma ulmifolia*). Las especies con un alto índice de selectividad a través de los diferentes periodos fueron, entre otras, *Cyperus cellulosus-reticulatus*, *Eleocharis mitrata* y *Fimbristylis miliacea*; la mayoría de las especies arbóreas mantuvieron un valor alto de selectividad durante todos los periodos, con excepción de *Acacia glomerosa*, y *Erythrina fusca*. El rechazo de la mayoría de las especies fue observado principalmente en los periodos de sequía, lo cual pudiera guardar relación con la principales fases fenológicas (floración y fructificación) observadas en el estrato herbáceo durante tales periodos. La alta frecuencia de aparición de especies en las heces, no estuvo asociado siempre con una alta abundancia de las mismas en las comunidades, por otro lado, las disminuciones en frecuencia de aparición de especies herbáceas no fue acompañado de un aumento en la aparición de especies arbóreas, a través de los periodos evaluados, sino con el aumento de aparición de fragmentos de otras especies herbáceas. Las características bromatológicas y de pared celular de la fracción comestible en las transectas animal y control, evidencia que los animales seleccionan espacial y temporalmente a un primer nivel (transecta control) sus sitios de alimentación, con predominio de especies con



determinadas características bromatológicas y en segundo lugar áreas dentro de los sitios de alimentación donde las especies seleccionadas poseen los mejores valores en cuanto a atributos químicos, de pared celular y degradabilidad.

**Palabras claves:** Bosques deciduos, sabanas, rasgos funcionales de plantas, tipos funcionales de plantas, estructura, selectividad.

## ABSTRACT

To evaluate the animal selectivity for grazing mixed Brahman cattle at different spatial scales (species of plants and their parts, feeding site, and landscape) and temporal (transition rainy-dry season, dry season and starting rainy season) based on floristic and functional composition of the vegetation was conducted this study on an area of 295,5 ha, consisting of savannas (H1, H2 y H3) and deciduous forests (B1, B2, B3 y B4) at Cojedes state. Identification and structural and functional variables from vegetation were evaluated on 100 m linear transects on savannas and 100 x 10 m for forests. Variables evaluations on trees and shrubs were made at the starting rainy season (May and June, 2007). Herbaceous layer evaluations (every six weeks), animal tracking and collection of faeces samples (both every three weeks for three consecutive days) were performed at the transition rainy-dry season, dry season and starting rainy season (January to June, 2008 and 2009). Each animal was followed and the path it walked was marked (animal transect), then another transect (control, 30 m) around the feeding site and a landscape level (random, 30 m) were marked too. Chemical characteristics, cell wall and degradability were measured on samples from the animal and control transects. 80 species were obtained from floristic inventory belonging to 34 families and 5 plant functional types (PFT), with 42% belonging to the families Mimosaceae, Bignoniaceae, Rubiaceae, Fabaceae and Anacardiaceae, and 92,50% belonging to the PFT Nothopluviarbare, and Lignolianae aestivae and Tropoarbare. 98 species were found at the herbaceous savanna belonging to 41 families and 16 PFT, predominantly (49%) belonging to the families Poaceae, Mimosaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Cyperaceae and Bignoniaceae, and to the PFT Lignolianae aestivae, Tropoarbare, Tropoarbusta, Nothopluviarbare and Herbae (60%). 40% of the most abundant species in tree and shrub stratum, belonged to the PFT Tropoarbare, Nothopluviarbare, Lignolianae aestivae and Tropoarbusta, which highlight *Trichilia unifoliola*, *Psychotria carthagenensis* and *Hecatostemon completus* without a known use, except the consumption of their fruits for wildlife. The richness and Shannon diversity Index (SI) in the tree and shrub layer were similar ( $P > 0,05$ ) in the four forest communities. Most abundant species, in herbaceous stratum, in the savannas (*Leersia hexandra*, *Urochloa humidicola* and *Hymenachne amplexicaulis*) and forests (*Panicum pilosum*, *Arrabidaea corallina*, *Oryza latifolia* and *Phryganocydia corymbosa*) during the first year were also during the second year, but in different proportion, with a predominance of PFT Teroherbae and Caespitulmi on savannas, and Caespitulmi, Lignolianae aestivae, Nothopluviarbare Tropoarbare on forests. Richness and SI on the herbaceous

stratum from savannas and forests were highest during the first year respect to the second one, and higher in forests respect to savannas ( $P < 0,05$ ). Most abundant species formed 6 clusters of vegetation, characterized by glabrous, herbaceous and thin leaves, with medium to low resistance, presence of thorns just in one cluster, with high nitrogen level, medium phosphorus levels and calcium level very high, leaves very heavy, predominance of dry fruits and assisted dispersal. The salient structural variables were number of individuals and coverage for seedlings and sadplings ( $P < 0,003$ ), and besides the diameter at breast height and basal area for young trees and mature trees ( $P < 0,05$ ). Cone of vulnerability was higher ( $P < 0,0001$ ) in B2 than in other communities. The effect of the factors of variation: year, community, period and their interactions were highly significant ( $P < 0,0001$ ) in most cases, on structural variables like height, coverage, green MS, lignified MS and senescent MS from savannas and forests stratum herbaceous, showing a significant spatial and temporal behavior of these variables. The litter production was not affected by year ( $P > 0,05$ ) but did by month and by community ( $P < 0,05$ ), with maximum litter production from December to February and minimum in May and June and significant participation of leaves and stems in the composition of the litter. Sources of variation: year, period and community caused significant effect ( $P < 0,05$ ) on the variables evaluated in animal transects, control transects and random transects, showing a decrease in total species from random transect to the animal transect with a higher percentage of selected species in the latter one compared with the control and random transects, with shorter runs during the second year than during the first. Animals consumed 38 species belonging to 14 different FTP, dominated by graminoids and herbaceous types, with a preference for leaves and stems at the time and space level. The height of consumption showed a high correlation with the overall height of herbaceous vegetation and was associated with the availability of soil moisture. Fragments from FTP graminoid, herbaceous and tree species were more frequent in faeces (*Urochloa humidicola*, *Leersia hexandra*, *Hymenachne amplexicaulis*, *Fimbristylis miliacea*, *Calopogonium mucunoides* and *Guazuma ulmifolia*). Species with a high degree of selectivity through different periods were, among others, *Cyperus celluloso-reticulatus*, *Eleocharis mitrata* y *Fimbristylis milliacea*; most tree species maintained a high value of selectivity during all periods, except *Acacia glomerosa*, y *Erythrina fusca*. The rejection of most species was observed mainly in periods of drought, which could be related to the main phenological stages (flowering and fruiting) observed in the herbaceous layer during such periods. The high frequency of occurrence of species in the faeces, was not always associated with a high abundance of them in communities, on the other hand, decreases in frequency of occurrence of herbaceous species was not accompanied by

an increase in the occurrence of species tree, through the periods evaluated, but did with increased occurrence of fragments from other herbaceous species. The chemical characteristics and cell wall of edible fraction from animal and control transects, show evidence that animals select, in space and time dimension, to a first level (control transect) their feeding sites, with a predominance of species with certain qualitative characteristics and secondly areas within feeding sites where the selected species have the best values in terms of chemical attributes, cell wall and degradability.

**Keywords:** Deciduous forests, savannas, plant functional traits, plant functional types, structure, selectivity.

## I. INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento de la población humana y el incremento del consumo *per cápita* de productos animales, especialmente en países en vías de desarrollo son, algunas de las causas que estimulan la expansión de la industria ganadera a expensas de los bosques. En tal sentido, se ha mencionado que la característica principal de los modelos de deforestación en América Latina es la expansión de los pastos (Rudell *et al.*, 2000), y que la actividad agrícola y pecuaria han causado una intensa transformación y fragmentación de los bosques (Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa, 2010).

En el caso particular de Venezuela, las principales causas de deforestación (FAO, 2000), han sido: expansión agrícola, actividad minera, falta de una política gubernamental coherente e invasiones, entre otras. Por otra parte, las prácticas de manejo usadas por los ganaderos eliminan totalmente la vegetación existente, y no permiten la regeneración de arbustos y árboles que podrían tener diversos usos (madera, consumo, medicinal, forraje, sombra, biodiversidad, entre otros), y además no son aplicadas prácticas adecuadas (fertilización, descanso de pasturas para la producción de semillas y ajuste de la carga animal) en los potreros que se establecen después, lo cual genera como consecuencia otro problema, la degradación de pasturas.

La industria ganadera en Venezuela se ha establecido principalmente en lo que se conoce como Bosque Seco Tropical (BST). El BST ha sido definido por Sánchez-Azofeifa *et al.* (2005) como un tipo de vegetación donde al menos un 50% de los árboles presentes son deciduos, temperatura media anual mayor de 25 °C, con un rango de precipitación de 700-2000 mm/año y por lo menos 3 ó más meses de sequía (precipitación <100 mm). Por otro lado, tanto Sánchez-Azofeifa *et al.* (2005) como Pennington *et al.* (2006) incluyen como comunidades de vegetación que conforman

los BST, a los bosques dentro de pastizales, arbustales y las sabanas, lo que se asemeja a la realidad venezolana.

En Venezuela, la actividad ganadera se ha desarrollado básicamente sobre pasturas de herbáceas, bien sean nativas o introducidas, de mediano a bajo valor nutritivo, con el agravante de ubicarse en suelos con limitaciones edáficas. Aunado a esto la temporalidad climática impone restricciones adicionales a la oferta forrajera. La incorporación de áreas boscosas o en sucesión en la alimentación animal, sería una alternativa económica y efectiva, en virtud de su gran potencial forrajero, reduciendo así el ritmo de deforestación con fines agrícolas y ganaderos.

La FAO (2000) reporta que para 1996, la superficie boscosa en Venezuela era de 49,7 millones de ha, con una tasa de deforestación anual de 2,72%, sin embargo, se argumenta en el mismo trabajo que existe una gran incertidumbre sobre las estimaciones en la deforestación en Venezuela, debido a las grandes variaciones en los reportes de las fuentes consultadas.

Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa (2010) estimaron que Venezuela poseía 29396 km<sup>2</sup> de BST, y que el 74% ha desaparecido y ha sido convertido a otros usos de la tierra, con respecto a la superficie para 2001 reportada con anterioridad por Olson *et al.*, de unos 113143 km<sup>2</sup>.

Estos bosques, por encontrarse fragmentados y en sucesión, tienen una alta diversidad florística constituyéndose en un recurso importante para la alimentación animal, pero también vulnerable al pastoreo (Laurance *et al.*, 2002). En Venezuela hay trabajos de investigación pioneros que utilizaron un enfoque integral para estudio de bosques naturales y vegetación secundaria con fines silvopastoriles, con un aporte importante sobre producción de biomasa, fenología y producción animal (Virgüez, 1993; Casado *et al.*, 2001; Ceconello, 2002; Baldizán, 2003; Valero, 2003; Benezra *et al.*, 2003; Reyes, 2005). Sin embargo, parece que los ganaderos tienen poco conocimiento acerca del comportamiento y manejo de la vegetación secundaria en tales condiciones.

A nivel de comunidades vegetales en el país, los estudios que relacionen la fisonomía con su potencial forrajero o su uso por animales son muy escasos, y menos se conoce la capacidad de esas formaciones de vegetación para tolerar el pastoreo. Al respecto, Sarmiento (1996) mencionó que en los estudios de vegetación deberían incluirse aspectos como formas de crecimiento, tipos fenológicos, grupos funcionales y tipos de estrategias ecológicas.

El enfoque de grupos funcionales (biotipos) pretende agrupar una serie de características morfofisiológicas y fenológicas, que son importantes para evaluar la respuesta y adaptación de las especies a los cambios que ocurren en la comunidad. Por otro lado, la utilización de esa vegetación tan heterogénea es una función de la alta variabilidad horizontal y vertical a varias escalas espaciales (sitios de alimentación del animal, áreas dentro del paisaje y paisaje) y temporales (época del año), y de las necesidades internas del animal que se derivan de su estado fisiológico, el cual trata de integrar esa información con aquella del ambiente cambiante (Laca, 2000), originándose como consecuencia variaciones en la selectividad y comportamiento a pastoreo.

Es necesario caracterizar las especies leñosas, arbustivas y herbáceas, y las posibles comunidades que ellas conforman en la vegetación con potencial forrajero, en términos de su heterogeneidad espacial y temporal, y el efecto que esa heterogeneidad produce sobre el comportamiento animal y por ende en su selectividad, con el propósito de garantizar un manejo sustentable de esa vegetación por parte de los productores sin comprometer su persistencia y lograr mayor eficiencia en la producción animal.

## **II. HIPÓTESIS**

Si la alta complejidad espacial y temporal de la vegetación secundaria, favorece la presencia de especies con alto valor forrajero y con atributos para adaptarse mejor al pastoreo, entonces es posible que esa complejidad estructural y funcional tenga más peso sobre la selectividad animal que los factores nutricionales.



### **III. OBJETIVOS**

#### **General:**

Evaluar la selectividad animal a diferentes escalas espaciales (especies de plantas y sus partes, sitio de alimentación y paisaje) y temporales (época de transición lluvia-sequía, sequía y entrada de lluvias) en función de la fisonomía y composición florística de la vegetación evaluada.

#### **Específicos:**

- Caracterizar la vegetación con base en rasgos y tipos funcionales, en los estratos arbustivo y arbóreo durante la época de entrada de lluvia.
- Caracterizar la vegetación con base en rasgos y tipos funcionales, en el estrato herbáceo durante la época de transición lluvia-sequía, sequía y entrada de lluvias.
- Evaluar la selectividad animal a escala espacial (especie, sitio de alimentación y paisaje) en función de la vegetación secundaria durante la época de transición lluvia-sequía, sequía y entrada de lluvias.
- Estimar el valor nutritivo del forraje seleccionado por animales a pastoreo de la vegetación evaluada durante la época de transición lluvia-sequía, sequía y entrada de lluvias.

## IV. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 4.1. Estudios de clasificación de la vegetación

Huber (1996) resaltó la importancia de inventariar y clasificar la alta biodiversidad de los bosques en Venezuela, sin embargo, el mismo autor expresó que la creación de métodos y tecnologías distintas en cada país y región, no permiten la comparación. No obstante, existen algunos sistemas de clasificación, unos aplicables al trópico y otros diseñados para condiciones templadas, pero que igualmente se han usado en condiciones tropicales, y que se basan en la definición de formas biológicas ó biotipos definidas como formas de crecimiento con rasgos característicos que le son útiles o hasta vitales frente a la presión de selección de su medio ambiente (Vareschi, 1992).

Raunkiaer (1934) diseñó una clasificación de biotipos basada en la adaptación de la planta a la época más desfavorable del año en condiciones templadas (congelación del suelo en invierno) en función a la posición de las yemas de crecimiento, estableciendo como criterio una altura de 30 cm. Es obvio que ésta metodología presenta inconvenientes para su aplicación en condiciones tropicales desde su punto de inicio, ya que en estas condiciones no nieva y por ende la altura de 30 cm, no tiene relevancia ecológica (Vareschi, 1966).

La propuesta hecha por Vareschi (1966, 1992) se realizó para su uso en condiciones tropicales, haciendo consideración de variables cuantitativas y cualitativas, especialmente relacionadas con la hoja. La inclusión del tejido asimilatorio como variable para la clasificación, tiene gran importancia no sólo desde el punto de vista ecológico, porque expresa la capacidad de la planta para responder a las condiciones bióticas y abióticas, sino que permite hacer inferencias sobre el potencial forrajero de los biotipos encontrados en una determinada comunidad. Otra gran ventaja de la clasificación propuesta por Vareschi, es que su nomenclatura está en latín, lo que facilita la comparación entre descripciones realizadas en diferentes partes del mundo.

Las clasificaciones actuales basadas sólo en la taxonomía de las plantas no suministran información para evaluar la respuesta de éstas a cambios bióticos o abióticos, así como tampoco el impacto de la vegetación sobre los parámetros ambientales a gran escala (Cornelissen *et al.*, 2003). En virtud de lo anterior, ha surgido una clasificación basada en rasgos funcionales de las plantas (RFP): tipos funcionales de plantas (TFP).

Los RFP son atributos de la planta que tienen que ver con el establecimiento, supervivencia y capacidad de las plantas de adquirir y usar los recursos (Reich *et al.*, 2003), y responder a cualquier perturbación, inclusive el pastoreo (Díaz *et al.*, 2002b). De tal manera, al medir estos atributos puede inferirse sobre la respuesta de las plantas a factores externos, tanto a escala de paisaje como regional (Cuadro 1).

Los TFP pueden ser definidos como grupos de plantas que comparten funciones o atributos similares en el nivel de organismo (Solbrig, 1993), respuestas similares a factores ambientales y/o papeles similares en el ecosistema o bioma (Aguilar *et al.*, 1996; Lavorel *et al.*, 1997; Cornelissen *et al.*, 2003).

Los TFP pueden suministrar vínculos entre las estrategias fisiológicas y de adaptación a nivel individual y aquellos procesos ecológicos que operan en el nivel del ecosistema (Chu *et al.*, 2006). En tal sentido, Chu *et al.* (2006) encontraron una alta correlación entre la productividad de biomasa con la diversidad en el nivel de TFP, pero no en el nivel de especies. Este hallazgo apoya la tesis que la diversidad de TFP es un mejor predictor del funcionamiento del ecosistema que la diversidad de especies (Tilman *et al.*, 1997).

El pastoreo por herbívoros domésticos tiene un profundo y extensivo impacto sobre las comunidades (Díaz *et al.*, 2001) y los cambios en éstas como respuesta a las decisiones de manejo del pastoreo, a menudo afectan la producción de biomasa y la producción animal, incluso en el retorno económico de los sistemas de producción, así como en otros beneficios como el valor de la conservación. En vista de lo anterior, la identificación de rasgos y tipos de plantas que puedan explicar y predecir la respuesta de las especies y las comunidades a la intensidad del pastoreo, se convierte

Cuadro 1. Asociación de rasgos funcionales con las respuestas de las plantas a los cambios ambientales

Rasgos funcionales	Respuesta al clima <sup>1</sup>	Respuesta a la perturbación <sup>2</sup>	Respuesta al régimen de perturbación <sup>2</sup>	Habilidad competitiva <sup>3</sup>	Mecanismos de defensa y protección <sup>4</sup>
<b>En planta entera</b>					
Forma de crecimiento	*	*	*	*	*
Forma de vida	*	*	*	*	
Altura de planta	*	*	*	*	*
Espinosidad	*			*	*
<b>En hoja</b>					
Tamaño de la hoja	*			*	*
Contenido de MS	*		*		*
Concentración de N y P	*	*		*	*
Resistencia	*	*			

1: Respuesta a eventos climáticos; 2: Perturbaciones que destruyen la mayoría de la biomasa de las plantas; 3: Capacidad de utilizar los recursos a tasas mayores que otras especies presentes; 4: Adaptaciones y estructuras morfológicas de defensa ante disturbios.

Fuente: Modificado de Cornelissen *et al.* (2003)

en un conocimiento necesario para el diseño de estrategias de manejo del pastoreo (Díaz *et al.*, 2001).

Lavorel *et al.* (1997) sugirieron que las respuestas al pastoreo pueden estar correlacionadas a ciclo de vida (el pastoreo incrementa las especies de vida corta), morfología (el pastoreo incrementa las especies bajas y en forma de rosetas; Hadar *et al.*, 1999, Peco *et al.*, 2005) y el tipo de regeneración. Lo anterior hace suponer que la respuesta al pastoreo pudiera estar influenciada por: (a) la selectividad animal, ya que las plantas más cortas evaden la remoción de biomasa por los pastoreadores y ramoneadores; (b) perturbación, puesto que las plantas de vida corta o con alta dispersión pueden colonizar los sitios perturbados por los pastoreadores y ramoneadores, mientras que las plantas de vida mas larga son dañadas por los animales y quedan imposibilitadas de colonizar los sitios perturbados (Bullock *et al.*, 2001), (c) mecanismos de defensa de las plantas como compuestos secundarios, pubescencia, presencia de espinas y otros (Baldizán *et al.* 2006; García y Medina, 2006; Skarpe *et al.* 2007 ).

McIntyre y Lavorel (2001), mencionaron que para desarrollar una clasificación funcional que se relacione con la respuesta al pastoreo, deben tomarse dos conjuntos de datos: las especies y sus rasgos, y las especies y su ocurrencia en relación al ambiente. En ese sentido, en la literatura se han reportado rasgos relacionados con la forma de vida y de crecimiento (Weiher *et al.*, 1999; Cousins y Lindborg, 2004; Ospina, 2005; Navarro *et al.*, 2006), cobertura (Navarro *et al.*, 2006), altura (Bullock *et al.*, 2001; McIntyre y Lavorel, 2001; Cousins y Lindborg, 2004), densidad y espinosidad (Ospina, 2005), pubescencia (Navarro *et al.*, 2006) área, tamaño, resistencia y peso de la hoja (Weiher *et al.*, 1999; Díaz *et al.*, 2001; Ospina, 2005), peso de la semilla y mecanismos de dispersión (Weiher *et al.*, 1999; Cousins y Lindborg, 2004; Navarro *et al.*, 2006), entre otros. A pesar de lo anterior, la respuesta al pastoreo debe asociar rasgos que respondan conjuntamente al clima, perturbación, habilidad competitiva y que den idea de sus mecanismos de defensa y protección (Cuadro 1).

En Venezuela, la clasificación propuesta por Vareschi se ha utilizado para caracterizar diferentes comunidades, incluyendo arbustales (Ramírez *et al.*, 1988), morichales (Aristeguieta, 1966; Ramirez y Brito, 1987), bosques de galería (Castillo, 1977) bosques húmedos (Castillo, 1994), y comunidades mixtas (De Martino, 1999). Sin embargo en ninguno de los casos se ha asociado la clasificación de dichas comunidades con el uso a pastoreo por rumiantes ó el potencial forrajero.

Ramírez *et al.* (2007) en un estudio realizado en sabanas de La Gran Sabana, Venezuela, encontraron que las formas de vida más abundantes fueron las perennes (42,4%) y las herbáceas anuales (24,5%), seguidas por la suffruticosas (16,1%) y las arbustivas (12,3%), con una frecuencia muy baja de lianas (4,7%); los autores destacaron que la perturbación tuvo un efecto significativo en el predominio de diferentes grupos funcionales, riqueza e índice de diversidad. Lo anterior evidencia la importancia de correlacionar otras variables ambientales (clima, suelo, uso actual y previo), para facilitar la interpretación de la clasificación por grupos y tipos funcionales.

La clasificación taxonómica tradicional ha sido ampliamente utilizada en trabajos de investigación silvopastoril en Venezuela (Virgüez, 1993; Casado *et al.*, 2001; Ceconello, 2002; Baldizán, 2003; Valero, 2003; Benezra *et al.*, 2003; Reyes, 2005; Miliani *et al.*, 2008abc; Rengifo *et al.*, 2008), aportando información sobre especies con potencial forrajero conocido, y en algunos casos, la existencia de comunidades vegetales características y su utilización por animales a pastoreo.

Además, estas investigaciones realizadas en Venezuela evaluaron variables de la vegetación, que son consideradas RFP (altura, cobertura, producción de biomasa, etc.), pero sin la aplicación de análisis multivariado para la conformación de tipos funcionales y apoyar la interpretación de la respuesta de plantas y animales al pastoreo ó a otros usos.

A nivel internacional, hay estudios dirigidos a la vinculación de rasgos y tipos funcionales con el pastoreo. En este sentido, Peco *et al.* (2005) evaluaron el impacto

del pastoreo sobre los cambios en la composición florística y funcional de dehesas (pastizales arbolados), encontrando que en los sitios pastoreados predominaron las especies criptófitas postradas de floración temprana, peso foliar medio, semillas no asistidas y reproducción clonal, en contraposición con las especies caméfitas de floración tardía, peso foliar alto, semillas pesadas y frutos con estructuras adhesivas, predominantes en los sitios no pastoreados.

Resultados similares fueron encontrados por Navarro *et al.* (2006) en evaluaciones realizadas en matorrales de la Península Ibérica y cercanos al mar. En ambas comunidades el pastoreo medio-alto, disminuyó los TFP conformados por fanerófitas y caméfitas, asociado significativamente con un aumento de gramíneas y otras herbáceas postradas, aunque diferentes TFP se comportaron como evasores o tolerantes al pastoreo en cada comunidad, esto último asociado a su resistencia a perturbaciones (climáticas y pastoreo).

Los resultados anteriores son corroborados por una comparación entre especies vegetales argentinas e israelíes (Díaz *et al.*, 2001), señalándose que las especies resistentes al pastoreo fueron más bajas en altura, hojas más pequeñas y suaves, y con mayor área foliar específica, que las especies susceptibles al pastoreo. La resistencia al pastoreo fue asociada con rasgos de evasión (baja altura y tamaño foliar) y rasgos de tolerancia (alta área foliar específica).

Sin embargo, otros autores no han encontrado una relación directa de RFP y TFP con el pastoreo. Así, Ospina (2005) relacionó la fertilidad edáfica y el manejo a pastoreo con RFP de herbáceas y arbustivas en pastizales seminaturales en Muy Muy (Nicaragua) y encontró que el pastoreo es un factor de variación secundario, después de la fertilidad edáfica, con respecto a la tendencia general de distribución de los RFP, pero sí fue de primer orden en pastizales de baja fertilidad, lo cual pudiera asociarse con un manejo diferencial de potreros con respecto a su fertilidad.

## **4.2. Estructura de la vegetación**

Laca y Lemaire (2000) definieron la estructura del dosel forrajero como la distribución y arreglo espacial de las partes aéreas de las plantas en una comunidad, y se han utilizado varias características para describirla tales como altura, densidad poblacional, densidad volumétrica del forraje, distribución de la biomasa por estrato, ángulo foliar, relación hoja:tallo e índice de área foliar, entre otros.

En estudios de bosques, la estructura se refiere al arreglo espacial de los distintos hábitats y sus características, como tamaño, forma, cantidad, tipos y configuración (Zamora, 2006); Fajardo *et al.* (2005) describen la estructura de bosques secos de Venezuela, con base en la altura y la presencia de estratos.

Para la caracterización de la estructura de la vegetación con potencial forrajero, deben considerarse aquellas variables para las cuales se ha demostrado una relación con el comportamiento animal y su selectividad, y aquellas de las que se sospeche puedan influir en esos dos aspectos. Por otro lado, hay que tomar en cuenta las consideraciones ecológicas para el análisis de la vegetación.

Magurran (2004) recalca la importancia de la comunidad como la unidad natural a ser estudiada, ya que ella es la expresión de los agrupamientos característicos que hacen las especies, asociadas con localidades geográficas particulares. Estos agrupamientos, relacionados con posibles diferentes condiciones de clima, suelo, agua y otros factores, determinan la heterogeneidad del paisaje, y en consecuencia, la estructura de la vegetación.

Matteucci y Colma (1982), acotan que a nivel local, las comunidades pueden diferenciarse muy poco en cuanto a la composición botánica, pero bastante en cuanto a la cantidad relativa de cada componente. En ese caso, es necesario estimar variables que permitan explicar diferencias en la selectividad animal como consecuencia de la heterogeneidad del paisaje tales como: frecuencia, densidad, altura y cobertura.



Algunos autores han definido la estructura del hábitat en dos dimensiones, horizontal y vertical, los cuales dictan la configuración física de la vegetación en el espacio, incluyendo patrones de dispersión (Rotenberry y Wiens, 1980; Guthery, 1996).

Kopp *et al.* (1998) diseñaron una técnica tridimensional (cono de vulnerabilidad) en un intento por juntar diversos rasgos estructurales en un índice único, que pudiera explicar la estructura. Éste índice permite relacionar la estructura tridimensional del paisaje, y de las comunidades que lo conforman, con los patrones de distribución de los animales en paisajes heterogéneos. Aunque las referencias citadas anteriormente describen métodos para cuantificar la estructura de hábitats en relación a la fauna silvestre, su aplicación es válida para rumiantes a pastoreo.

Harrel y Fuhlendorf (2002), con el uso de análisis de componentes principales evaluaron la relación entre altura, cobertura, número y tamaño de áreas de vegetación, obstrucción visual a través del perfil de múltiples estratos, cono de vulnerabilidad y el ángulo de obstrucción, en pastizales fragmentados con áreas boscosas incluidas, pastoreados por vacunos, en un parque nacional en Oklahoma, EUA. La obstrucción visual estuvo altamente correlacionada con la altura, por lo que es una variable que permite explicar la variabilidad vertical, en contraste, el número de áreas al no estar asociado con otras variables, fue útil para describir la distribución horizontal de las comunidades.

El ángulo de obstrucción ha sido usado para calcular el volumen de espacio de aire incluido dentro de un cono (cono de vulnerabilidad), esto quiere decir que mientras mayor sea el cono de vulnerabilidad más abierta es la estructura del hábitat considerado, lo cual es de particular interés cuando de rumiantes a pastoreo se trata.

Skarpe *et al.* (2007), encontraron que cabras pastoreando en sabanas semiáridas del Kalahari, África, seleccionaron sitios de alimentación con una mayor densidad y riqueza de especies de árboles, muy probablemente relacionado a su hábito de ramoneo. Los mencionados autores también reportaron que las cabras prefirieron un rango de altura (1-3 m) y cobertura (2-10 m<sup>2</sup>) de los árboles seleccionados. Al contrario, Ouédraogo-Koné *et al.* (2006), encontraron que vacunos y caprinos,

ramonearon a una altura mucho más baja (1m) en sabanas subhúmedas al Oeste de África.

En una sabana semiárida de África (Sanon *et al.*, 2007), con precipitación anual intermedia (465 mm), la altura de ramoneo fue de 1,65 m para caprinos, en comparación con vacunos (1,47 m) y ovinos (0,87 m). Es posible que la altura de ramoneo para cabras, se deba a las especies de plantas presentes y su altura de crecimiento como respuesta a la disponibilidad de agua.

Las características estructurales influyen sobre el grado de pastoreo ejercido por los animales, así como la eficiencia de aprehensión del forraje, determinando la cantidad de nutrientes ingeridos (Stobbs, 1973b), y se ha reportado efecto de características estructurales no sólo sobre la selectividad específica sino sobre la selectividad temporal (Stobbs, 1973a).

Guevara *et al.* (1994) evaluaron la composición y la selectividad estacional de la dietas de vacunos a pastoreo en sabanas arbustivas xerofíticas en Argentina, y encontraron una menor selectividad de aquellas especies con tallos muy resistentes y con flores con apéndices.

En condiciones de pasturas establecidas (*Urochloa brizantha* cv. Marandú) pastoreadas por vacunos en Brasil, De Lucena (2003) encontró una reducción significativa del consumo con la disminución de la altura, lo cual fue compensado por el animal con un aumento en la tasa de bocado y en el tiempo de pastoreo. Además, la altura ha sido una variable estructural considerada crítica en el diseño de modelos para explicar el comportamiento animal a pastoreo (Smallegange y Brunsting, 2002; Baumont *et al.*, 2004).

Por otro lado, después de una defoliación selectiva el animal modifica la composición de la biomasa remanente, además del rebrote que emite la planta, así como la competencia inter e intra específica, alterando el ambiente del futuro bocado (Carvalho *et al.*, 1999). Palma y Román (2008), en un estudio con *Leucaena leucocephala* Lam de Wit, podada a diferentes alturas previo al pastoreo,

encontraron que la altura no sólo afectó el porcentaje de utilización de la *L. leucocephala*, sino también la forma y el tiempo de consumo por ovinos.

Adicionalmente, en comunidades heterogéneas como las tropicales, la estructura se vuelve aún más importante como factor interactivo que gobierna la selectividad y patrones de distribución de animales a pastoreo. Velásquez (2005) en un estudio a pastoreo de pastizales y bosques en sabanas de Muy Muy, Nicaragua, encontró que los animales seleccionaban los sitios de pastoreo a diferentes escalas espaciales a través de épocas y dentro de épocas, variando conjuntamente las especies seleccionadas.

#### **4.3. Uso a pastoreo de la vegetación secundaria**

Los animales que pastorean vegetación secundaria deben utilizar una comunidad mucho más diversa y variable que cuando lo hacen en pasturas monofíticas. Por otro lado, la variabilidad espacial y temporal produce un gran mosaico de formaciones vegetales, por lo que el animal se ve forzado a recorrer, seleccionar, aprender y muy probablemente a “recordar” sitios de alimentación, y a integrar información acerca de sus necesidades nutricionales.

A pequeña escala (sitios de alimentación) las plantas difieren en tamaño, arquitectura, caracteres macromorfológicos (presencia de espinas, pubescencia, entre otros), concentración de nutrientes y compuestos secundarios (Bergström, 1992; García y Medina 2006), e inclusive en procesos fenológicos (Valero *et al.* 2006). Esas variaciones, conjuntamente con las necesidades nutricionales, causan que los animales sean altamente selectivos, y dicha selectividad varía de una especie animal a otra (Ouedraogo-Koné *et al.*, 2006; Sanon *et al.*, 2007; Skarpe *et al.*, 2007).

La investigación en bosques con fines silvopastoriles en Venezuela, ha producido resultados en diferentes condiciones agroecológicas; sin embargo la mayoría de los trabajos reportados se han enfocado en la caracterización florística, producción de biomasa, valor nutritivo y respuesta animal (Casado *et al.*, 2001; Cecconello, 2002;

Valero, 2003; Reyes, 2005), sin considerar, en muchos casos, el comportamiento y los patrones de selección animal de acuerdo a la estructura y heterogeneidad de la vegetación, y la época del año.

Los trabajos realizados por Virgüez (1993) y Baldizán (2003) reportaron que caprinos y vacunos tienen preferencia por algunas comunidades, y dentro de estas comunidades, mostraron una amplia y diversa gama de selección de especies, con diferentes patrones de dispersión y concentración en sequía y lluvia. Sin embargo, aquellos cambios en el comportamiento animal a través del año pueden deberse a cambios en la estructura y composición de la vegetación. En tal caso, la evaluación conjunta de ambas variables (comportamiento animal y estructura de la vegetación) permite la interpretación de la utilización de las comunidades boscosas a pastoreo, en función de ambos factores bióticos (animal y planta).

#### **4.4. Producción de biomasa de la vegetación secundaria**

La destrucción de los bosques como consecuencia de la expansión de la frontera agrícola (Rudell *et al.*, 2000; FAO, 2000, 2006), ha obligado a reconsiderar la importancia de los bosques como reservorio de biodiversidad, y como productor de servicios a la población humana (alimentos, medicinas, combustible, sumideros de CO<sub>2</sub>, entre otros) y animal (forraje, confort animal, sombra).

La utilización de los bosques en la alimentación de rumiantes ha sido documentada tanto a nivel nacional como internacional (Baldizán, 2003; Reyes, 2005; Ouedraogo-Koné *et al.*, 2006; Sanon *et al.*, 2007). Sin embargo, a pesar de su demostrada importancia, la medición de la producción de biomasa es todavía un problema, por la labor y el costo que implica. La complicación aumenta, cuando el bosque está conformado por diferentes estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo, ya que el animal puede hacer uso de los mismos.

Se ha demostrado que las ecuaciones de regresión para estimación de biomasa (Shanmughavel *et al.*, 2001; Domínguez-Cadena *et al.*, 2003; Camacaro y Machado, 2005) pueden ser tan confiables como los métodos destructivos, siempre y cuando se

utilicen las variables predictoras correctas, aunque también con un alto requerimiento de labor al inicio. Una condición esencial para utilizar estas ecuaciones es seleccionar las especies realmente consumidas, y además la altura de consumo y ramoneo (Ouedraogo-Koné *et al.*, 2006; Sanon *et al.*, 2007), para descartar aquellas especies no accesibles.

Se presenta un problema en las comunidades complejas y muy extensas, puesto que el animal podría utilizar otras especies en diferentes períodos del día y del año, cuyo conocimiento escapa de la observación por parte del investigador, ó utilizar una gran cantidad de especies, lo cual haría imposible estimar la biomasa disponible a través de ecuaciones de regresión. El reconocimiento previo y evaluaciones exploratorias ayudarían al investigador a tomar decisiones sobre qué muestrear, cuándo y dónde.

En condiciones tropicales, la producción de biomasa está fuertemente determinada por la estacionalidad climática, afectando no sólo la productividad de las comunidades de vegetación, sino los patrones de distribución de los animales. Además, en comunidades mixtas, donde hay más de un estrato, la producción de biomasa podría ser mayor que en pasturas monofíticas.

Baldizán (2003) realizó una evaluación exhaustiva de diferentes comunidades de vegetación de un bosque caducifolio en los llanos centrales de Venezuela, y reportó 3163,2 kg MS/ha para el estrato herbáceo al primer corte, con una capacidad de rebrote muy baja, lo que limita su utilización. Por otro, lado obtuvo para el estrato arbóreo desde 924 kg MS/ha para la comunidad cornicaural-chacarrandal hasta 1970,5 kg MS/ha/año para el espinar llanero.

Miliani *et al.* (2008b) realizaron un estudio en un sistema silvopastoril durante las épocas de sequía y lluvia, y encontraron un efecto altamente significativo ( $P < 0,01$ ) de la época sobre la producción de biomasa, tanto en el estrato graminiforme como en la de hojarasca, frutos, follaje del árbol y biomasa total.

Un componente importante de la biomasa lo constituye la hojarasca (Baldizán, 2003), y su papel en el reciclaje de nutrientes es fundamental para los procesos funcionales

del ecosistema (Barlow *et al.*, 2007), además de la importancia ya reconocida como fuente de nutrientes para los rumiantes (Baldizán, 2003; Pizzani *et al.*, 2005).

La biomasa con potencial forrajero puede que no esté accesible al animal en ciertas épocas del año, ya que se encuentra en estratos superiores de los árboles y arbustos altos, y sólo se hará disponible con los cambios fenológicos en la vegetación (caída de hojas, flores y frutos, y rebrotes al inicio de lluvias). Adicionalmente, el aporte de la hojarasca a la biomasa puede ser significativo tanto en comunidades de bosque como en sabanas.

Soler *et al.* (2008) evaluaron la producción de hojarasca en tres comunidades (bosque, arbustal y sabana arbolada) de los llanos centrales de Venezuela, y encontraron diferencias significativas ( $P=0,001$ ) entre la hojarasca en bosque (6101 kg/ha/año) y las de sabana y arbustal (3606 kg/ha/año y 3829 kg/ha/año, respectivamente).

En otro estudio en dos comunidades (pastizal de *Panicum máximum* cv. Likoni y bosque de *P. máximum* cv. Likoni - *L. leucocephala* cv. Cunningham), en Matanzas, Cuba, Sánchez *et al.* (2008) obtuvieron resultados similares a los anteriores en cuanto a producción de hojarasca (pastizal, 2,66 t MS/ha/año y bosque, 12,49 t MS/ha/año). En ambos casos, la producción de hojarasca siguió un patrón determinado por la época del año. Esa condición de disponibilidad sujeta a la época, pudiera afectar los patrones de selectividad animal espacial y temporal (Baldizán, 2003; Pizzano *et al.*, 2005).

Los frutos, como componente de la hojarasca, tienen gran importancia en la alimentación de animales a pastoreo, sobre todo si son frutos carnosos (Cecconello *et al.* 2003; Baldizán, 2003), reportándose producciones en bosques caducifolios desde 1603 kg/ha/año (Pizzani *et al.* 2005) hasta 25000 kg/ha/año (Casado *et al.* 2001).

Por otro lado, la producción de frutos en lo particular y de hojarasca en general, está directamente relacionado con el comportamiento fenológico de las especies que conforman el bosque, por lo que es de esperarse que en bosques donde haya TFP

siempreverdes, semicaducifolios y caducifolios, la disponibilidad de frutos y hojarasca estará distribuida prácticamente durante todo el año (Valero *et al.* 2006)

#### **4.5. Relaciones entre estructura y valor nutritivo de las plantas en la vegetación secundaria**

En ambientes de vegetación altamente heterogénea, el animal tiene que alimentarse con una enorme variabilidad espacial y temporal de la oferta de materia seca y de nutrientes. Por otro lado, los mecanismos de selección de sitio y la frecuencia de visitas, hacen suponer que los animales utilizan procesos cognitivos o de percepción de olores, sabores y texturas para distinguir y recordar las diferencias relativas en niveles de nutrientes entre diferentes áreas y sitios de alimentación. Bailey (1995) reportó que el ganado en áreas heterogéneas no regresó a un sitio de alimentación con valor nutritivo más bajo hasta después de 21 días consecutivos.

En condiciones de alta heterogeneidad de vegetación, la propuesta que más se adapta es la de Poppi *et al.* (1987) en cuanto a la teoría explicativa del consumo de rumiantes, con relación a que este proceso es controlado por factores nutricionales y no nutricionales. Los factores no nutricionales serían aquellos relacionados con el comportamiento ingestivo del animal a pastoreo y los relacionados con el ambiente, y los nutricionales a la composición química, digestibilidad y factores metabólicos.

El consumo y otras variables del comportamiento ingestivo (dimensiones del mordisco y producción animal) son influenciadas por las características de la estructura de la vegetación, como cantidad (biomasa, altura, densidad) y calidad (proporción de nutrientes en tallos reproductivos/vegetativos, proporción gramíneas/leguminosas, energía digestible y compuestos tóxicos) (Dumont *et al.*, 1995b; Prache y Peyraud, 2001; Griffiths *et al.*, 2003, Skarpe *et al.*, 2007).

Los trabajos de Boggiano (1995) y Santos *et al.* (2003) corroboraron que los vacunos a pastoreo tienden a maximizar el consumo en ambientes heterogéneos, seleccionando especies que puedan ser fácilmente aprehendidas y con alto contenido

de proteína cruda y bajo contenido de fibra, sin embargo los patrones de conducta pueden variar dependiendo de cambios sucesivos en la vegetación en la escala temporal (Agreil *et al.*, 2005).

En vegetación heterogénea la relación entre el tamaño de la ingesta y la calidad no ha sido confirmada, sin embargo se ha establecido una relación significativa entre el número creciente de especies de plantas y el consumo diario promedio (Deli *et al.*, 2005; Moser *et al.*, 2006). Además, Moser *et al.* (2006) mencionaron que la selectividad a ciertas o todas las escalas espaciales puede ser restringida por otros factores distintos a la calidad y cantidad de forrajes, tales como arreglo espacial de las especies de plantas (Bergman *et al.*, 2005; Moser *et al.*, 2006), cobertura y visibilidad (Mysterud y Ostbye, 1999), presencia de ectoparásitos, depredadores y seres humanos.

Los factores como presencia de metabolitos secundarios, espinas y pubescencia, pueden modificar la relación entre ingesta y calidad (Scogings *et al.*, 2004; Skarpe *et al.*, 2007), y además hay evidencia que pueden ocurrir cambios en la ingesta dependiendo de la presencia combinada de árboles, arbustos y herbáceas (Moser *et al.*, 2006).

En condiciones tropicales, la condición de caducidad foliar (Pizzani *et al.*, 2005; Valero *et al.*, 2006), floración y fructificación (Cecconello *et al.*, 2003) y presencia de metabolitos en cierta época del año (García y Medina, 2006), pueden afectar el valor nutritivo, y por ende, la selectividad animal (Casado *et al.*, 2001; García y Medina, 2006; Baldizán *et al.*, 2006).

La fibra insoluble en detergente neutro puede ser usada para caracterizar una dieta, por estar relacionada directamente con el llenado del rumen e inversamente con la concentración energética de la dieta (Mertens, 1992). El contenido de material digestible de los órganos de la planta también juega un papel importante, ya que ello determina la tasa de pasaje en el estómago, y puede convertirse en un factor limitante cuando el contenido de fibra es demasiado alto.



En los estudios sobre valor nutritivo en condiciones tropicales, normalmente las variables que se evalúan son proteína cruda, contenido de minerales, fibra ácida detergente, fibra neutra detergente, digestibilidad (Casado *et al.*, 2001; Baldizán, 2003; Cecconello *et al.*, 2003; Reyes, 2005), y en los últimos años se ha incorporado la presencia de compuestos secundarios (Pizzani *et al.*, 2005; García y Medina, 2006; Baldizán *et al.*, 2006), no sólo por su impacto sobre la salud animal sino por las implicaciones sobre el valor nutritivo y producción animal, y además podría explicar el por qué del rechazo de algunas plantas o partes de la misma en determinadas épocas.

#### **4.6. Selectividad por animales a pastoreo y patrones de distribución**

El proceso de selección del alimento por animales a pastoreo es muy complejo, producto de la evolución no sólo de las plantas sino de los animales (Arnold, 1981; Owen, 1992), e inclusive se ve afectado por las condiciones ambientales como: suelo (Aastum, 2006), temperatura, época del año (Guevara *et al.*, 1996b; Velásquez, 2005).

Los factores relacionados con el animal que afectan la selectividad son: especie, necesidades nutricionales del animal, edad, tamaño, condición fisiológica, condicionamiento y experiencia previa (Dicko-Toure, 1980; Arnold, 1981; Launchbaugh *et al.*, 2001). Por otra parte, los factores relacionados con la pastura son: composición botánica, edad de la pastura, composición química, características morfológicas, producción de biomasa, disponibilidad, aceptabilidad y accesibilidad de forraje y como un factor indirecto, la disponibilidad de suplementos alimenticios (Dicko-Toure, 1980; Arnold, 1981).

La selección entre tipos de vegetación y entre especies y partes de plantas está determinada por la respuesta a estímulos químicos recibidos a través de los sentidos del animal (olfato, gusto y tacto) (Arnold, 1981). Los factores de manejo, como cercas, cercanía de abrevaderos, sitios de descanso, suministro de suplementos y

carga animal son también importantes en los procesos de selección de forrajes por los animales (Launchbaugh *et al.*, 2001).

La selección de forrajes está directamente relacionada con los patrones de distribución de animales a pastoreo, y no deberían considerarse por separado. Los patrones de distribución de los herbívoros a pastoreo están influenciados por factores bióticos, tales como composición botánica (Skarpe *et al.*, 2007), morfología de plantas (Guevara *et al.*, 1996b; Skarpe *et al.*, 2007), cantidad y calidad de forraje (Scoones, 1995; Bailey, 1995), tamaño y fisiología del animal (Renaud *et al.*, 2003; Ouedraogo-Koné *et al.*, 2006; Sanon *et al.*, 2007) y abióticos, tales como pendiente y distancia al agua (Parsons *et al.*, 2003).

El pastoreo puede inducir cambios en los patrones espaciales de la vegetación lo cual puede modificar no sólo el valor económico de las pasturas y su uso potencial sino los patrones de distribución de los animales (Archer, 1995; Seifan y Kadmon, 2006). La combinación del efecto de factores bióticos y abióticos ha quedado demostrada en los trabajos de Baldizán (2003), Ouedraogo-Koné *et al.* (2006) y Sanon *et al.* (2007).

En un trabajo de Baldizán (2003), los patrones de distribución de vacunos y caprinos fue diferente, prefiriendo el espinar llanero y el cornicaural-chacarrandal los primeros, y el bosque deciduo denso-bosque deciduo ralo los segundos, por lo que se deduce que no hay competencia en selectividad espacial ni temporal de especies de plantas. Por otro lado, la proporción de fragmentos de herbáceas en heces fue mayor en vacunos que en caprinos, lo contrario ocurrió con fragmentos de leñosas.

En el caso de Ouedraogo-Koné *et al.* (2006) (sabanas arbustivas subhúmedas) y Sanon *et al.* (2007) (sabanas arbustivas semiáridas), el tiempo dedicado a pastoreo y ramoneo, fue diferente para caprinos, ovinos y vacunos, y también varió según la época. Las especies preferidas y la altura de ramoneo también fueron diferentes para las tres especies animales.

Los factores abióticos son también determinantes en los patrones de distribución a gran escala y actúan como limitantes a los factores bióticos. Esas escalas están

asociadas con diferentes unidades de espacio (mordisco, sitio de alimentación, áreas de pastoreo y finca) que varían en dimensiones absolutas con el tamaño corporal, agudeza visual, memoria y estrategia de forrajeo del herbívoro (Bailey *et al.*, 1996). Un factor determinante en esa variación lo constituye la época del año, ya que no sólo varían las condiciones climáticas sino la composición botánica y por ende los patrones de distribución de los animales.

Parsons *et al.* (2003) encontraron que el rebaño de vacunos realizaba todas sus actividades (cohesión) en las cercanías de la corriente de agua durante el verano y se dispersaba más durante la época de lluvias, en un experimento realizado en un área ribereña en Oregon, EUA. Baldizán (2003) también reportó patrones de dispersión y cohesión similares para vacunos, pero para caprinos reportó el comportamiento contrario.

Usualmente hay una relación proporcional entre el tiempo invertido por los herbívoros en una comunidad de plantas y la cantidad y calidad del forraje disponible lo cual fue ampliamente documentado por Da Silva y Carvalho, (2005) para pasturas monofíticas.

Los animales se mueven más lentamente en áreas con mayor abundancia de nutrientes debido a que ellos gastan más tiempo mordiéndolo que moviéndose, y ello puede hacer que el proceso sea más lento mientras más abundante sea el forraje. Este mecanismo de velocidad de pastoreo y ramoneo puede ser importante donde la abundancia de forraje varía a lo largo del paisaje, y de la época del año, permitiendo tomar decisiones sobre el diseño de estrategias de manejo, que relacionen la variación en composición botánica, estructura y mecanismos reproductivos, con la utilización de dichas comunidades de vegetación.

Otros autores también han demostrado que los animales tienden a modificar sus patrones de selección de forrajes de acuerdo a los patrones espaciales de la vegetación (Distel *et al.*, 1995; Scoones, 1995; Zuo y Miller, 2003). Distel *et al.* (1995) diseñaron un experimento con áreas a diferentes combinaciones de altura y densidad,

sobre una pastura de *Lolium perenne* pastoreada por vacunos. Los animales permanecieron menos tiempo en áreas cortas-densas en el tratamiento que permitió una mayor tasa de consumo y más tiempo en la que permitió una baja tasa de consumo. Las áreas cortas-densas fueron evitadas cuando el área alternativa fue alta y densa pero preferida cuando la alternativa fue corta-rala. Los resultados anteriores sugieren una relación entre estructura de la vegetación (altura y cobertura) y el comportamiento ingestivo de los animales a pastoreo.

El experimento de Scoones (1995) fue realizado en dos tipos de suelos (arcillosos y arenosos) de sabanas secas altamente heterogéneas en Zimbabwe. Los animales mostraron altos niveles de preferencia estacional por determinadas partes del paisaje y dentro del paisaje, y además mostraron cambios en estrategias (pastoreo y ramoneo) y hábitats, lo cual difirió de acuerdo a tipo de sabana y época del año. Los resultados de Scoones (1995) demuestran la importancia del efecto de los factores abióticos (suelo) sobre la estructura de la vegetación (composición botánica) y como consecuencia sobre la utilización espacial y temporal de las comunidades vegetales por animales a pastoreo.

Zuo y Miller (2003) evaluaron la aplicabilidad de un Índice de Uniformidad de Distribución basada en el Índice de Shannon, para caracterizar los patrones de distribución del ganado en un paisaje heterogéneo dentro de un periodo dado. Los resultados mostraron por un lado que el mencionado índice es útil para el propósito y, por otro lado, que el ganado vacuno visitó con mayor frecuencia las comunidades de pastizal que la boscosa y la arbustiva (Zuo y Miller, 2003).

En ambientes heterogéneos, los animales seleccionan su dieta de varias especies de plantas y partes de ellas, las cuales difieren en digestibilidad, tiempo de permanencia en el tracto digestivo y en el contenido interno de potenciales marcadores biológicos (Dumont *et al.*, 1995a). Por otro lado, las técnicas tradicionales, para medir consumo y digestibilidad (marcadores, arneses, fístulas), son difíciles de aplicar en esos ambientes, por su heterogeneidad.

Los ensayos de selectividad en comunidades de vegetación heterogénea no son fáciles de realizar, por lo que es deseable que se complementen con evaluaciones de diferentes aspectos relacionados con el animal, la planta y el medio ambiente, como por ejemplo: comportamiento a pastoreo (Dicko-Toure, 1980; Dumont *et al.*, 1995b), consumo (Dicko-Toure, 1980; Dumont *et al.*, 1995a), número y tamaño del mordisco (Chacón y Stobbs, 1976; Dumont *et al.*, 1995a), selectividad (Guevara *et al.*, 1996b; Ksiksi *et al.*, 2005), valor nutritivo de las plantas disponibles (Miller y Thompson, 2005), cambios en la selectividad y valor nutritivo por efecto de época y edad de la planta (Dumont *et al.*, 1995; Velásquez, 2005; Guevara *et al.*, 1996b; Miller y Thompson, 2005).

Una forma de evaluar la selectividad es a través de técnicas microhistológicas para análisis de tejidos en heces, sin embargo en las muestras fecales pudiera no mostrarse el tejido de algunas plantas consumidas porque son totalmente destruidas durante la digestión, lo cual ocurre generalmente con hierbas y arbustos, apareciendo sólo la epidermis de las gramíneas u otras especies leñosas (Guevara *et al.*, 1996a; Miller y Thompson, 2005), sin embargo, las estimaciones hechas a través de ésta técnica pudieran ser más precisas si los animales son observados durante el pastoreo, para identificar las especies y partes de ellas que el animal consume, e inclusive se podría estimar la frecuencia de consumo de las especies seleccionadas.

Ha sido propuesta otra técnica para estimar la composición de la dieta, a partir del contenido de alcanos en la epidermis de las plantas. Los n-alcanos de la cera de las plantas son hidrocarburos saturados con longitudes de cadena desde 21 a 35 carbonos (Kelman *et al.*, 2003). El método basa su precisión en el hecho que predominan los alcanos con cadena de número impar de carbonos, los niveles y patrones relativos de componentes de alcanos difieren entre especies y que son mayormente indigestibles (Dove y Mayes, 1996).

Miller y Thompson (2005) compararon la técnica microhistológica y la de alcanos con ovejas a pastoreo en pasturas nativas, y encontraron que ambas difirieron en su predicción de la composición ( $P < 0,05$ ) debido a que el método microhistológico

subestimaba las especies herbáceas (algas, gramíneas, ciperáceas, hierbas) y sobreestimaba especies leñosas. Adicionalmente encontraron que la técnica de alcanos predijo una proporción mas alta (0,49-0,56) de especies herbáceas. Sin embargo, Kelman *et al.* (2003) mencionaron que una limitación del método de alcanos es que el número de especies que pueden ser diferenciadas es limitado y los alcanos de cadena corta no pueden ser completamente recuperados en las heces.

Es de especial importancia determinar específicamente que sitios selecciona el animal y que come. Por ello, algunos autores han estimado la composición de la dieta sólo a través de análisis microhistológico o alcanos en muestras de heces, u otra técnica, comparándolo con muestras tomadas aleatoriamente sobre la pastura (Guevara *et al.*, 1996a; Guevara *et al.*, 1996b) o en transectas fijas (Kelman *et al.*, 2003; Ksiksi *et al.*, 2005).

Al hacer muestreos aleatorios o en transectas fijas puede incurrirse en el error de muestrear áreas que no fueron seleccionadas por los animales a pastoreo e inclusive muestrear áreas que fueron pastoreadas por otros animales (silvestres o no). En tal sentido, es recomendable que se observe al animal seleccionando no sólo los sitios de alimentación, sino las especies y partes de la planta que consume, de tal manera que la muestra tomada de la pastura sea lo más similar posible a la composición de la dieta que el animal selecciona (Baldizán, 2003; Velásquez, 2005; Aastum, 2006, Skarpe *et al.*, 2007).

Las comunidades de vegetación son únicas, y ello determina que los patrones de cohesión y dispersión de los animales en esas comunidades a pastoreo también sean únicos ya que pueden estar no sólo en función de las características de las comunidades de vegetación, sino de su valor nutritivo y las demandas fisiológicas de los animales.

La observación directa a los animales a pastoreo es una técnica sencilla que permite no sólo estimar la selectividad del animal, sino analizar los cambios en sus rutas de alimentación, en cuanto a comunidades de vegetación se refiere, lo cual permitiría conocer el desplazamiento de los animales a diferentes escalas espaciales (sitios de

alimentación del animal, áreas dentro del paisaje y paisaje) y temporales (época del año), y se compensa la información sobre la no aparición de algunas especies (hierbas y arbustos) en el análisis microhistológico.

Existen algunos índices (Índice de preferencia, Índice de valor forrajero, Índice de selectividad de Ivlev) que relacionan la composición botánica de la dieta (fragmentos en heces) y la del sitio de pastoreo (Hernández, 1997; Castellaro *et al.*, 2004), que permitirían correlacionar los patrones de selección con las características estructurales del sitio de pastoreo y la época.

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **5.1. Localización del área de estudio**

La investigación se realizó en el hato “Felipero”, propiedad de la Agropecuaria Hidra C.A., ubicado al noroeste del estado Cojedes, municipio Rómulo Gallegos, parroquia Rómulo Gallegos, próximo a la población de Las Vegas. El hato tiene una superficie total de 1048,12 ha. La ubicación geográfica está entre los paralelos 09°20´ y 09°23´, de latitud Norte y entre los meridianos 68°30´ y 68°34´ de longitud Oeste (coordenadas UTM 549143E, 1033182N y 554651E, 1039019N). El área boscosa donde se hizo el estudio, tiene una superficie aproximada de 295,5 ha (28,19% de la superficie total) (Figura 1).

### **5.2. Descripción del área de estudio**

#### **5.2.1. Clima**

Para la caracterización de las condiciones climáticas, se elaboró un climadiagrama ombrotérmico (Walter y Medina, 1971) (Figura 2) con los valores promedios (de 20 años, 1980-2000) de precipitación (1251,9mm) y temperatura (28°C) de la Estación Las Vegas (Longitud: 68,5°O; Latitud: 9,48°N; Elevación: 150msnm). La zona se caracteriza por presentar un clima biestacional con períodos secos (mediados de noviembre a marzo), húmedos (abril a mediados de noviembre) y muy húmedos (junio y julio) (Figura 2).

#### **5.2.2. Suelo.**

El suelo del área de estudio es catalogado como un Vertic Tropaquepts (Chacón y Strebin, 1989). En los suelos de la sabana predomina la textura media en el horizonte superficial y en el siguiente, textura fina (Cuadro 2), mientras en el área boscosa predomina la textura media en ambos horizontes (Vargas, 2009).





Figura 1. Ortofotomapa del Hato Felipero, municipio Rómulo Gallegos, estado Cojedes

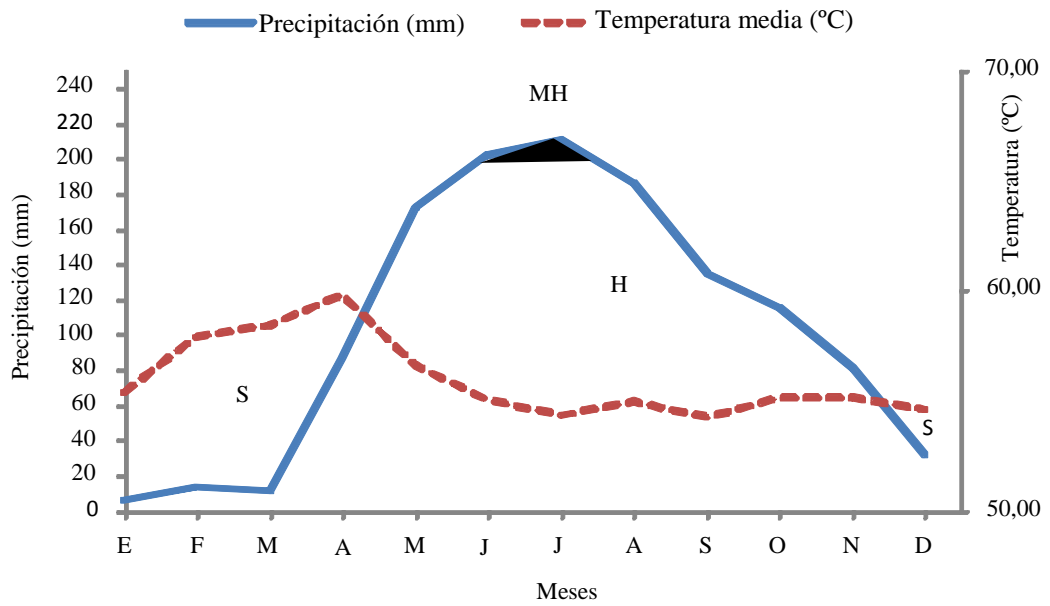


Figura 2. Climadiagrama ombrotérmico del área de estudio en el estado Cojedes

\*S: Seco; H: Húmedo; MH: Muy húmedo; Fuente: INAMEH, 2009.

Cuadro 2. Características físicas del suelo de sabanas y bosques del área evaluada en el estado Cojedes

Comunidad	Profundidad (cm)	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Clasificación Textural <sup>1</sup>	pH 1:1 en agua	MO <sup>2</sup> (%)	Ce <sup>3</sup> (ds m <sup>-1</sup> )	Da <sup>4</sup> (Mg/m <sup>3</sup> )
Sabana	0 -20	34,44	33,06	19,7	FA	4,21	2,55	0,13	1,50
	20 -40	41,69	29,31	16,28	A	4,52	0,93	0,10	1,66
Bosque	0 -20	14,52	40,86	19,53	FL	5,16	3,81	0,11	1,35
	20 -40	30,71	33,48	17,32	FA	5,34	1,74	0,09	1,67

1: FA: franco arcilloso; A: arcilloso; FL: franco limoso. 2: materia orgánica; 3: conductividad eléctrica; 4: densidad aparente.

Fuente: Modificado de Betancourt (2009) y Vargas (2009).

El pH varió de moderadamente ácido en el bosque a fuertemente ácido en las sabanas, con contenidos de materia orgánica medios en la capa superficial de ambas comunidades y bajos en la capa siguiente, conductividad eléctrica baja y valores muy críticos de densidad aparente para la capa subsuperficial de ambas comunidades (Betancourt, 2009; Vargas, 2009).

El fósforo y el sodio resultaron bajos, y medios los de potasio; los niveles de magnesio, azufre, hierro y cobre resultaron muy altos, calcio y nitrógeno total altos, con la particularidad de que el último disminuye en las capas subsuperficiales en ambas comunidades (Cuadro 3) (Betancourt, 2009). Por otro lado, los valores de zinc variaron de bajos en el bosque a altos y muy altos en la sabana (Betancourt, 2009).

### **5.2.3. Relieve y drenaje**

El relieve es plano, con pendiente noroeste–sureste inferior al 0,5% y la elevación oscila entre los 95 y 100 msnm (Chacón y Strebin, 1989). El drenaje natural de la finca está constituido por los caños “Buen Pan”, “El Escarmiento” y “La Yaguara” (éste último ubicado en el área evaluada) con régimen de escurrimiento permanente en el sentido de la pendiente y con drenaje externo e interno muy lento (Chacón y Strebin, 1989).

### **5.2.4. Vegetación**

El área evaluada está constituida por formaciones boscosas fragmentadas con tres estratos bien definidos (herbáceo, arbustivo y arbóreo) con inclusiones de sabanas entre ellas. A través de la interpretación del ortofotomapa (Figura 1), de acuerdo al color y densidad de la vegetación, se identificaron con sus respectivos códigos, tres áreas de sabanas (36%) y cuatro boscosas (64%) (Cuadro 4).

Cuadro 3. Características químicas del suelo de sabanas y bosques del área evaluada en el estado Cojedes

Fracción mineral		Comunidades			
		Sabana		Bosque	
		Profundidad (cm)			
		0-20	20-40	0-20	20-40
NT	(%)	0,20	0,16	0,18	0,15
P		6,96	6,46	4,54	4,02
K		47,30	46,70	51,04	39,20
Ca		1574,36	1498,71	1501,23	1328,69
Na		13,60	14,35	17,95	18,90
Mg		635,84	601,80	146,90	139,41
S	(mg/kg)	27,51	17,13	38,48	31,36
Fe		347,30	258,30	490,78	240,71
Zn		6,35	4,77	2,72	2,58
Cu		45,34	44,17	8,39	8,84
Mn		112,35	102,70	42,30	40,38

Fuente: Modificado de Betancourt (2009).

Cuadro 4. Comunidades de vegetación en el área evaluada

Comunidad	Código de identificación	Superficie	
		Absoluta (ha)	Relativa (%)
Sabana			
	H1	33,2	11,24
	H2	34,6	11,71
	H3	38,5	13,03
Bosque			
	B1	48,8	16,51
	B2	31,9	10,80
	B3	61,7	20,88
	B4	46,8	15,84
	Total	295,5	100,00

### **5.3. Parcelas para muestreo de la vegetación**

El número de parcelas establecidas fue suficiente para cubrir el 1% de la superficie de la vegetación secundaria, lo cual es más de lo propuesto (0,75%) por Synnott (1991) y Pinelo (2000). De acuerdo a la información reportada en el Cuadro 4, y con base en el 1% del área total para muestreo, a cada comunidad le correspondió el siguiente número de parcelas y transectas: B1, 5 parcelas; B2, 3 parcelas; B3, 6 parcelas; B4, 5 parcelas, H1, 4 transectas; H2, 4 transectas; H3, 5 transectas.

Las parcelas y transecta fueron ubicadas primeramente sobre el ortofotomapa, registrando sus coordenadas UTM. Posteriormente fueron ubicadas en campo, haciendo reubicaciones cuando fue necesario por coincidir con algún obstáculo que pudiera interferir con las evaluaciones (curso de agua, área sin vegetación, efecto residual de fuego anterior, etc.). Las parcelas fueron identificadas con cabillas pintadas de colores vistosos para facilitar su ubicación.

El área de la parcela de muestreo utilizada en los bosques fue de 1000 m<sup>2</sup> (10 x 100 m), en atención a que Gentry (1995) y Baldizán (2003) reportaron que dicho tamaño permite abordar la alta variabilidad de los bosques tropicales. Para fines de muestreo la parcela se dividió de la siguiente manera: 10 subparcelas de 10 x 10 m, para muestreo de fustales, en cada una de las anteriores una subparcela de 5 x 5 m, para muestreo de latizales y brinzales, y en la anterior un marco de 1 x 1 m, para muestreo de plántulas y vegetación herbácea. La ubicación de las parcelas de 5 x 5 m y 1 x 1 m, se alternó en el sentido del movimiento de las agujas del reloj, hasta llegar a la décima parcela de 10 x 10 m.

En las sabanas se utilizó una transecta lineal de 100 m de longitud, alternando cada 10 m a ambos lados de la línea, la ubicación de marcos permanentes de 1 x 1 m.

Se delimitaron áreas de bordura y guarda (40 m en cada caso), siguiendo las recomendaciones de Pinelo (2000) y Camacho (2000).

#### **5.4. Épocas de muestreo**

La evaluación de variables en individuos adultos de árboles y arbustos se hizo en la época de entrada de lluvias, durante los meses de mayo y junio del 2007. Las evaluaciones sobre el estrato herbáceo (cada seis semanas), el seguimiento de animales y colección de muestras de heces (cada tres semanas por tres días seguidos, respectivamente), se realizó en las épocas de transición lluvia-sequía (enero y febrero), sequía (marzo y abril) y entrada de lluvias (mayo y junio), de los años 2008 y 2009. La hojarasca se muestreó mensualmente desde noviembre a junio de 2007-2008 y 2008-2009. Durante la época de lluvias no se hizo ningún tipo de evaluaciones, puesto que el área de estudio se inunda y los animales son llevados a otros potreros.

#### **5.5. Variables evaluadas sobre la vegetación**

##### **a. Composición botánica**

Se tomó el nombre común de las especies, y además se colectaron muestras botánicas para la identificación taxonómica a través de comparación con muestras del Herbario de Botánica “Dr. Victor M. Badillo” (MY), Instituto de Botánica, Facultad de Agronomía, y del Herbario Nacional (VEN) de la Fundación Instituto Botánico de Venezuela “Dr. Tobías Lasser”, ambos de la Universidad Central de Venezuela.

##### **b. Rasgos funcionales de las plantas**

Los RFP fueron medidos sólo sobre las especies de mayor abundancia proporcional (Magurran, 2004), tanto del estrato arbóreo como del herbáceo. Los RFP fueron medidos sobre plantas completamente desarrolladas y sanas (no se incluyeron plantas afectadas por patógenos y herbívoros) y en sitios con buena iluminación (Cornelissen *et al.*, 2003). Las variables medidas en hojas se hicieron sobre 20 hojas de cada uno de 10 individuos de la misma especie. A continuación se describen los rasgos funcionales evaluados:



**TFP:** Las especies fueron catalogadas de acuerdo a la clasificación propuesta por Vareschi (1966; 1992) (Anexo 1), para TFP. Al final de la descripción de cada TFP aparece entre paréntesis el código numérico asignado al mismo.

**Forma de crecimiento (FC):** La forma de crecimiento está determinada principalmente por la estructura y altura de la copa. Se usaron las siguientes categorías (Cornelissen *et al.*, 2003): Árbol (1), Arbusto (2), Sufrútice (3), Liana (4), Graminoide (5), Hierba (6), Suculenta (7) y Palmoide (8) .

**Espinosidad (Es):** Una espina es usualmente una hoja o parte de una hoja, estípula, o parte de una rama o epidermis modificada (Cornelissen *et al.*, 2003). La espinosidad fue evaluada en tallos, ramas, hojas, flores y frutos. En tallos y ramas se evaluó en una porción de 10 cm, y en hojas, flores y frutos en todo el órgano. Se midió la longitud (mm) con un vernier y se usó la siguiente clasificación: Ausencia (1), Dura recta (2), Dura gancho (3), Blanda recta (4) y Blanda gancho (5).

**Pubescencia (Pbs):** Se evaluó en la epidermis de la superficie dorsal y ventral de hojas; se usaron las siguientes categorías: (1) Glabra, sin pelos, (2) Pubescente, presencia de pelos sin ser tomentosa, (3) Tomentosa, abundante presencia de pelos, y (4) Áfila, sin hojas.

**Sección transversal de la hoja (STH):** Describe la apariencia de las láminas de las hojas y se usaron las siguientes categorías: (1) plana, (2) doblada, cuando la lámina se dobla por la nervadura media; (3) enrollada, hojas de láminas enrolladas o cilíndricas.

**Textura de la hoja (TxH):** Se refiere a la percepción al tacto de la consistencia de las hojas y empleándose las siguientes categorías: (1) herbácea; (2) fibrosa, y (3) otras, por ejemplo para plantas áfilas.

**Ancho de la hoja (AH):** Se midió (mm) en la parte media de la hoja con una regla graduada. En el caso de leguminosas se midieron los folíolos.

**Resistencia de la hoja (RH):** La resistencia de la hoja se hizo en forma subjetiva, aplicando tracción manual creciente sobre la hoja entera hasta producir la ruptura de la lámina. Se utilizó una escala creciente de resistencia desde 1 hasta 4.

**Contenido de materia seca de la hoja (MSH):** El contenido de materia seca de la hoja es la masa seca en estufa a 60 °C hasta peso constante (mg), dividida entre su masa fresca saturada en agua (g). Las hojas cosechadas se guardaron entre papel humedecido en bolsas plásticas selladas en frío hasta su medición. Previo a la medición, las hojas se rehidrataron en agua deionizada por un período de 12 h.

**Borde de la hoja (BH):** Se catalogó de la siguiente manera: (1) liso, (2) aserrado y (3) cortante.

**Concentración de N, P y Ca (CNH, CPH y CCaH):** Son las cantidades totales de N, P y Ca, respectivamente, por unidad de masa seca de hojas, expresada en %. Se utilizaron las hojas secadas para el cálculo de MSH.

**Medio de dispersión:** se refiere al medio de propagación y se usaron las siguientes categorías: Anemocoria (1), por el viento; Mamalocoria (2), por mamíferos; Ornitocoria (3), por las aves y Zoocoria (4), por animales terrestres.

**Tipo de fruto:** Se aplicó la clasificación propuesta por Lindorf *et al.* (1985) y se usaron las siguientes categorías: Frutos agregados: Agregado (1)(carnoso); Frutos simples: Baya (2)(carnoso), Cápsula (3) (seco), Drupa (4)(carnoso), Legumbre (5)(secos y carnosos), Sámara (6)(seco), Aquenio (7)(seco), Cariopsis (8)(seco) y Mericarpo (9)(secos y carnosos).

### **c. Variables estructurales y dasométricas**

**Densidad:** Número de individuos de diferentes especies de árboles, arbustos y especies herbáceas, por parcela y por unidad de superficie.

**Altura de la planta (AP):** Es la distancia (m) más corta entre el límite superior de la copa de una planta y el nivel del suelo. Para la medición de altura en árboles y arbustos se utilizó un clinómetro marca Sunto modelo PM/1520. La altura de árboles y arbustos, se discriminó de acuerdo a las categorías mostrada en el Cuadro 5.

**Número de tallos:** Se contó el N° de tallos en los individuos del estrato arbóreo.

Cuadro 5. Categorías por altura y diámetro a la altura de pecho para árboles y arbustos

Categoría	Características	
	Altura (m)	DAP (cm)*
Plántulas	Hasta 0,30	
Brinzales	> 0,30 hasta 1,5	$\leq 4,90$
Latizales	> 1,5	$4,90 < \text{DAP} < 9,9$
Fustales		$\text{DAP} \geq 9,9$

\*: DAP: Diámetro a la altura de pecho.

Fuente: Modificado de Camacho (2000) y Pinelo (2000).

**Cobertura del estrato herbáceo:** Fue estimado como la proyección vertical sobre el suelo de la biomasa en un marco de 1 x 1 m (sección 5.3.).

**Cobertura de árboles y arbustos:** Se midieron los dos diámetros más largos de la copa, para calcular el área usando la fórmula del área de una figura geométrica que mejor se ajustó a la forma de la copa de la planta.

**Área basal:** Después de medido el diámetro a la altura de pecho, para cada árbol, se calculó el área basal ( $m^2/ha$ ) para cada especie, usando la formula:

$$AB: (DAP)^2 \times \pi/4.$$

DAP: Diámetro a la altura del pecho (m) (aproximadamente a 1,30 m).

#### **d. Índices**

**d.1. Riqueza:** Número de especies presentes en la unidad de muestreo y unidad de superficie.

**d.2. Abundancia: Abundancia Absoluta,** total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. **Abundancia relativa:** Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque.

**d.3. Índice de Shannon (IS):** se basa en suponer que la heterogeneidad depende del número de especies presentes y de su abundancia relativa (Magurran, 2004). Es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Se calcula como:

$H'$ :  $-\sum p_i \ln p_i$ , donde:

H: Índice Relativo de Diversidad

$p_i$ :  $n_i/N$

$n_i$ : Número de individuos de una especie dada

N: Número total de individuos de todas las especies en la muestra

**d.4. Índice de selectividad de especies forrajeras:** El Índice de Ivlev (Lechowicz, 1982; Castellaro *et al.*, 2004), se basa en la presencia de la especie  $i$  en las heces y en la vegetación:  $(1) I_{sel_i} = (D_i - P_i) / (D_i + P_i)$ , donde  $D_i$  y  $P_i$  representan los porcentajes de la especie  $i$  en las heces y en la vegetación, respectivamente. Los

valores positivos cercanos a cero, significan una relativa indiferencia del animal hacia la especie (proporción similar en la dieta y en la pastura), los valores positivos cercanos a uno, una alta selección de la especie por el animal (independientemente de su abundancia o la presencia de otras especies) y los valores negativos, rechazo de la especie (especies seleccionadas en proporciones inferiores a su abundancia).

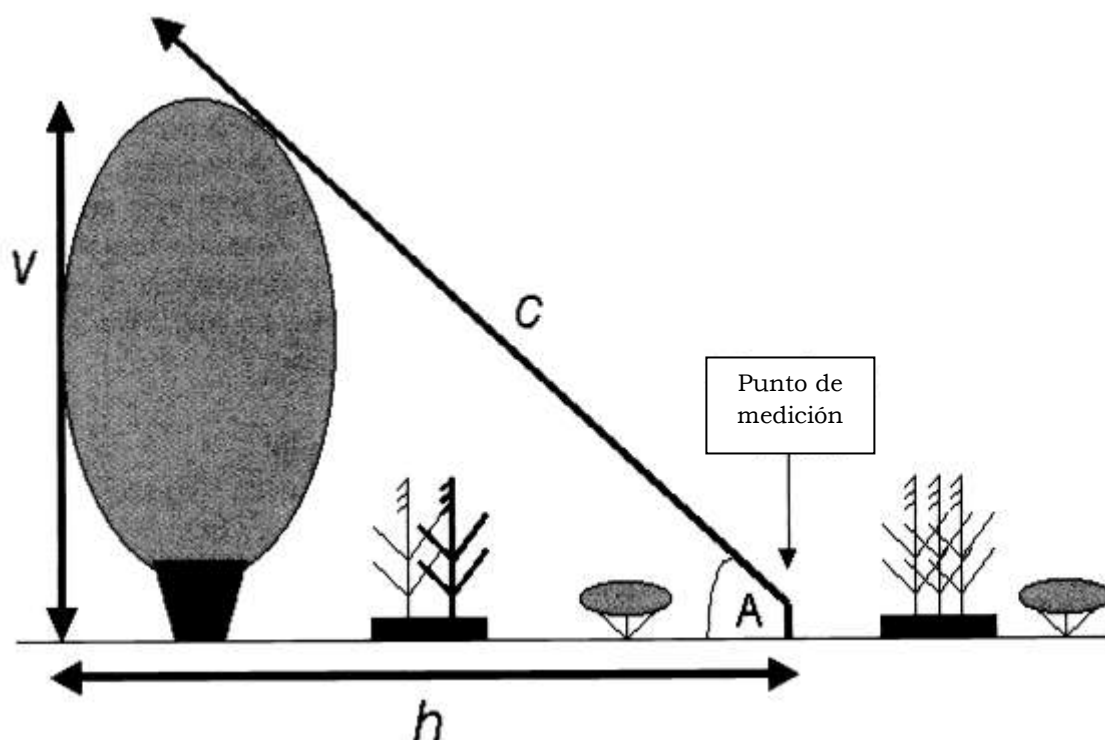
#### **e. Producción de biomasa y hojarasca**

**e.1. Producción de biomasa en el estrato herbáceo:** Paralela a cada una de las transectas en el bosque se trazó un área de 10 x 10 m, para la medición de la biomasa desde el nivel del suelo hasta una altura de 2 m. Se cosechó la biomasa potencialmente comestible (herbácea y tallos  $\varnothing < 5\text{mm}$ , hasta 2 m de altura) dentro de la parcela y luego se separó en material leñoso, hojas, flores y frutos sí los hubiere; cada porción se pesó en fresco, y se tomó una muestra para su traslado a laboratorio. La muestra fue secada en estufa a una temperatura de 60°C hasta peso constante. En las comunidades herbáceas (sabanas y estrato herbáceo en el bosque) las muestras fueron tomadas del corte total de la vegetación, luego de estimada la altura y cobertura en los marcos de 1 x 1 m, procesada de manera similar a la anterior y luego separada en materia seca verde (MS verde), materia seca lignificada (MS lignificada) y materia seca senescente (MS senescente).

**e.2. Producción de hojarasca:** En cada transecta en el bosque se colocaron dos marcos para colección de hojarasca. Cada marco medía 0,5 x 0,5 m, con borde de madera y el fondo del mismo cubierto con una malla de nylon de 2 mm. El material recolectado se separó en los siguientes componentes: hoja, tallos, flores, frutos+semillas, y material finamente fraccionado no diferenciable. La muestra fue secada en estufa a una temperatura de 60 °C hasta peso constante.

#### **f. Cono de vulnerabilidad**

El cono de vulnerabilidad es una vista tridimensional de la obstrucción visual, y para su determinación se usa el ángulo de obstrucción (Figura 3), el cual está formado por



H: Distancia desde el punto al azar a la base de la obstrucción, V: Altura de la obstrucción; C: Línea usada para determinar el ángulo de obstrucción, A: Ángulo de obstrucción (arcoseno  $h/c$ ).

Figura 3. Componentes del cono de vulnerabilidad

Fuente: Modificado de Harrel y Fuhlendorf (2002).

dos componentes básicos: altura de la planta que obstruye más cercana y la distancia del punto de medida a la planta (Harrel y Fuhlendorf, 2002).

Estos componentes sugieren el potencial de esta medida para integrar las dimensiones verticales y horizontales de la estructura del hábitat, de tal manera que un cono de vulnerabilidad más grande es igual a un hábitat de estructura más abierta que permite mayor accesibilidad y posibilidad de desplazamiento para el animal.

En cada transecta del bosque se trazó una transecta lineal equidistante y paralela al lado más largo (100 m) realizando las mediciones cada 10 m sobre la transecta lineal, midiendo ángulos en 8 direcciones (N, NE, E, SE, S, SO, O, NO) desde un punto localizado a 10 cm por encima del suelo hasta el tope de la vegetación que obstruía más cercana (Figura 3). El ángulo de obstrucción se usó para calcular el volumen del espacio de aire incluido en un cono (Kopp *et al.*, 1998). Se consideró que el promedio de los 8 ángulos es el ángulo de obstrucción.

## **5.6. Evaluaciones de selectividad animal**

El rebaño de vacunos utilizado fue el de cría, mestizo Brahman, a pastoreo continuo. Durante el año 2008 estuvieron pastoreando 190 vacas, 65 novillas, 10 toros y 150 becerros y para 2009 261 vacas, 14 toros, 89 novillas y 205 becerros. Interdiario se le colocaban 12 rollos de heno (300 Kg/rollo, aproximadamente) para consumo *Ad libitum*. Las características bromatológicas de las pacas fueron: proteína cruda (PC), cenizas (CEN) y extracto etéreo (EE) de 4,72%, 4,52% y 0,78%, respectivamente; los valores de fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), fueron de 80,66% y 64,46%, respectivamente.

El número de animales observados varió en función de su docilidad (de 15 a 25 animales/día). Cada animal fue observado una sola vez/día, por 15 min ó menos tiempo si el animal terminaba su actividad antes, por observación directa con binoculares y a caballo, para no perturbar los hábitos de pastoreo y ramoneo, y para identificar las especies de plantas y sus partes consumidas.

Mientras las vacas fueron observadas, un asistente de campo marcó cada estación de alimentación con una cabilla numerada y la altura del punto de consumo marcado con un gancho de color sujeto al resto que quedó de la parte consumida, o puesto sobre el suelo si consumió material caído, y al mismo tiempo se tendió una cinta métrica sobre el trayecto seguido por el animal y se midió la distancia recorrida en m (transecta animal) (Jansson, 2001; Velásquez, 2005; Aastum, 2006).

La transecta animal (TAn) fue muestreada en cada estación de alimentación, usando un marco de 1 x 1 m colocado sobre la cinta métrica. En cada marco se hicieron registros de identificación de especies, altura y cobertura (ver sección 5.5, apartes a y c). Después que las mediciones fueron realizadas, se tomaron muestras de las especies seleccionadas por los animales sobre la TAn, simulando el pastoreo o ramoneo, para su procesamiento en laboratorio.

A partir del final de cada TAn, se estableció una transecta control (TC), de 30 m de longitud, con dirección al azar pero siempre dentro del sitio de alimentación. La vegetación fue muestreada en la misma forma que para la transecta animal, con excepción de altura de consumo. A nivel de paisaje, pero siempre cerca del sitio de alimentación, se marcó una transecta aleatoria (TA) (30 m de longitud) en sitios seleccionados al azar; estas transectas se evaluaron en la misma forma que la TC. Las muestras provenientes de un mismo sitio de alimentación y para un mismo periodo de observación fueron mezcladas (TC y TA) para su procesamiento en laboratorio.

## **5.7. Análisis microhistológico de tejidos vegetales**

**a. Análisis microhistológico de la vegetación consumida:** Para la identificación de las especies consumidas se prepararon patrones de la epidermis adaxial y abaxial, por medio de láminas, para comparar con los tejidos encontrados en las heces de los animales. Para el procesamiento de las muestras vegetales y de heces se siguió la metodología propuesta por Sparks y Malechek (1968) y Holechek (1982). En campo se cortó un trozo de la parte central de la hoja y se colocó en un envase



previamente identificado con una solución FAA al 70% (ácido acético 5 ml, formaldehído 5 ml y alcohol al 70%, 90 ml), para su conservación y posterior traslado a laboratorio.

En el laboratorio, la muestra se colocó en un beaker y fue blanqueada usando una solución de hipoclorito de sodio al 5,25%, procurando cubrir la muestra. Una vez aclarada la muestra, se lavó de nuevo con abundante agua destilada para eliminar residuos de hipoclorito de sodio y posteriormente la muestra fue manipulada para separar las epidermis abaxial y adaxial, las cuales se colocaron en una cápsula de Petri con una solución de azul de toluidina al 1% el tiempo suficiente para que se tiñeran. Cada muestra fue colocada sobre una lámina portaobjeto, se le aplicó 2 gotas de glicerina, luego se colocó el cubreobjeto y se eliminaron los residuos de glicerina por los bordes. Las láminas fueron observadas bajo un microscopio marca Leitz modelo HM-LUX, y a cada especie se le tomó fotografías con una cámara marca Nikon modelo Eclipse E200.

**b. Análisis microhistológico de las heces:** Las muestras se tomaron del sitio de alimentación, procurando tomar submuestras de varias deposiciones (10 a 15 deposiciones/sitio de alimentación/día de observación). En cada deposición, se retiró la capa superior y la submuestra se tomó del centro de la misma. Las muestras compuestas (mezcla de heces recolectadas en el mismo sitio de alimentación en un mismo periodo) fueron colocadas en recipientes identificados para su traslado a laboratorio donde fueron secadas en horno a 100 °C, hasta peso constante, para evitar degradación orgánica.

Después del secado fueron molidas con una malla de 3 mm para su posterior procesamiento. De la muestra molida se tomó una submuestra de 2 g y se sometió a una rehidratación con alcohol al 50% por 72 horas. Posteriormente la muestra fue lavada con abundante agua destilada, utilizando un tamiz de 180  $\mu$  de diámetro, para eliminar los restos de alcohol. El procedimiento seguido después del paso anterior fue similar al descrito para las muestras vegetales en la sección anterior.

Para cada muestra compuesta se montaron tres láminas. Las láminas fueron observadas bajo microscopio y comparadas con los patrones fotográficos para la identificación de las especies consumidas. Se observaron 10 campos por lámina con aumento de 10x a 100x, dependiendo de las características de la muestra.

### **5.8. Valor nutritivo**

Las muestras provenientes de los muestreos de las TAn, y de la mezcla de las muestras provenientes de las TC y TA, por época y comunidad, fueron secadas a estufa hasta peso constante a 60°C y molidas en un molino de cuchillas de 8 pulgadas, marca Christy, con un tamiz de 1 mm de diámetro.

A estas muestras se les determinó materia seca (MS), Nitrógeno Total (NT), proteína cruda (PC:  $NT \times 6,25$ ), extracto etéreo (EE) y cenizas (CEN) (AOAC, 1997) y componentes de la pared celular, fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) mediante la rutina propuesta por Goering y Van Soest (1970). El P se determinó según la metodología propuesta por Harris y Popat (1954). El Ca según la metodología de Fick *et al.* (1979).

La degradabilidad *in vitro* de la materia seca, se hizo por el método de producción de gases (France *et al.*, 1993; Theodorou *et al.*, 1994), y sólo se determinó en las muestras provenientes de las TAn y la mezcla de las muestras provenientes de las TC y TA.

### **5.9. Análisis Estadístico**

Las especies más abundantes (Magurran, 2004) en las comunidades de sabanas y bosques fueron agrupadas en una sola base de datos para ser analizada por análisis de conglomerados (Infostat, 2008). A tal fin, primero se hizo K mean para determinar el número óptimo de conglomerados, en base a la suma de cuadrados, el número de individuos y la varianza interna de cada grupo. La medida de distancia empleada fue la Euclidiana con el método de amalgamiento de Ward (Infostat, 2008).

La base de datos de las especies arbóreas y arbustivas y del estrato herbáceo fue analizada a través del Software de Infostat (2008), para el cálculo de la riqueza. En el caso del estrato herbáceo se totalizó el número de especies encontradas a lo largo de los periodos evaluados por año.

La base de datos de abundancia de TFP en el estrato herbáceo de sabanas y bosques fue analizada por análisis de componentes principales (ACP) a través del Software de Infostat (2008) considerando como fuentes de variación la comunidad y TFP.

La información de estructura y cono de obstrucción de las comunidades boscosas fue analizada a través de un ANAVAR (Steel y Torrie, 1985) con el factor comunidad como principal, aplicado al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + C_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable dependiente.

$\mu$  = Media general de la variable.

$C_i$  = Efecto de la i-ésima comunidad.

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental con media cero y varianza común.

La información de estructura y producción de biomasa del estrato herbáceo de bosques y sabanas, fue analizada por medio de un ANAVAR (Steel y Torrie, 1985), con año, comunidad y periodo como fuentes de variación, a través del modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + C_j + P_k + (A \times C)_{ij} + (A \times P)_{ik} + (C \times P)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = Variable dependiente.

$\mu$  = Media general de la variable.

$A_i$  = Efecto del i-ésimo año.

$C_j$  = Efecto de la j-ésima comunidad.

$P_k$  = Efecto de k-ésimo periodo

$(A \times C)_{ij}$  = Efecto de la interacción entre el año "i" y la comunidad "j".

$(A \times P)_{ik}$  = Efecto de la interacción entre el año "i" y el periodo "k".

$(CxP)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre la comunidad “j”y el periodo “k”

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental con media cero y varianza común.

Además, la base de datos de estructura y producción de biomasa del estrato herbáceo de bosques y sabanas, fue analizada por ACP a través del Software de Infostat (2008), considerando año-periodo (combinación de año y periodo en un sólo factor) y la comunidad, como fuentes de variación.

La información de hojarasca fue analizada por medio de un ANAVAR (Steel y Torrie, 1985), considerando año, bosque y periodo como fuentes de variación. Se utilizó el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + C_j + P_k + (AxC)_{ij} + (AxP)_{ik} + (CxP)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$ = Variable dependiente.

$\mu$ = Media general de la variable.

$A_i$ = Efecto del i-ésimo año.

$C_j$ = Efecto del j-ésimo comunidad.

$P_k$  = Efecto del k-ésimo periodo.

$(AxC)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el año “i” y la comunidad “j”.

$(AxP)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre el año “i” y el periodo “k”.

$(CxP)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre la comunidad “j” y el periodo “k”.

$\varepsilon_{ijkl}$ = Error experimental con media cero y varianza común.

Las variables evaluadas sobre las TAn, TC y TA, fueron analizadas por medio de un ANAVAR (Steel y Torrie, 1985) con año, comunidad y periodo como fuentes de variación, a través del modelo:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + C_j + P_k + (AxC)_{ij} + (AxP)_{ik} + (CxP)_{jk} + \varepsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$ = Variable dependiente.

$\mu$ = Media general de la variable.

$A_i$  = Efecto del i-ésimo año.

$C_j$ = Efecto de la j-ésima comunidad.

P= Efecto de k-ésimo periodo

$(A \times C)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el año “i” y la comunidad “j”.

$(A \times P)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre el año “i” y el periodo “k”.

$(C \times P)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre la comunidad “j” y el periodo “k”

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental con media cero y varianza común.

Además, las variables evaluadas sobre las TAn, TC y TA fueron analizadas por ACP a través del Software de Infostat (2008), considerando año-periodo (combinación de año y periodo en un sólo factor), comunidad y transecta, como fuentes de variación.

Las variables altura de consumo y partes consumidas fueron analizadas por medio de un ANAVAR (Steel y Torrie, 1985), considerando los factores año, periodo y especie como fuentes de variación, a través del modelo:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + C_j + E_k + (A \times C)_{ij} + (A \times E)_{ik} + (C \times E)_{jk} + \varepsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$ = Variable dependiente.

$\mu$ = Media general de la variable.

$A_i$  = Efecto del i-ésimo año.

$P_j$ = Efecto del j-ésimo periodo.

$E_k$ = Efecto de la k-ésima especie.

$(A \times P)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el año “i” y el periodo “j”.

$(A \times E)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre el año “i” y la especie “k”.

$(P \times E)_{jk}$ = Efecto de la interacción entre el periodo “j” y la especie “k”

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental con media cero y varianza común.

La frecuencia de aparición de fragmentos epidérmicos en heces fue analizada por ACP a través del Software de Infostat (2008), considerando año, periodo y especie, como fuentes de variación.

Las variables bromatológicas y de pared celular de la biomasa del forraje consumido por los animales a pastoreo, fueron analizadas por ACP a través del Software de Infostat (2008), considerando año-periodo (combinación de año y periodo en un sólo factor), la comunidad y transecta, como fuentes de variación.

Para todos los ACP se verificaron los siguientes supuestos:

- 1.
- 2.
- 3.

Las interacciones triples (año, comunidad y periodo) fueron analizadas sólo a través de los análisis de componentes principales para las variables a las cuales se les aplicó.

La comparación de medias se realizó aplicando la prueba de comparación múltiple de Tukey ( $P < 0,05$ ) (Steel y Torrie, 1985) y el grado de asociación entre variables a través del coeficiente de correlación de Pearson (Steel y Torrie, 1985).

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Composición florística del estrato arbóreo y arbustivo en comunidades de bosques

En el inventario florístico se consiguieron 80 especies, de las cuales 55 eran arbóreas, 5 arbustivas y 20 líanas (Cuadro 6). De las 80 especies cuatro no pudieron ser identificadas (tres líanas y un árbol) (Cuadro 6).

Las familias con mayor número de especies fueron Mimosaceae, Bignoniaceae, Rubiaceae, Fabaceae y Anacardiaceae, con 10, 7, 6, 7 y 4 especies, respectivamente (Figura 4). El 58% de las especies presentes (46 spp.) pertenecían a 29 familias distintas, variando de 1 a 2 especies/familia. La preponderancia de las especies leguminosas ha sido ya reportada en condiciones de bosques tropicales venezolanos (Casado, 2001; Valero, 2003; Baldizán, 2003; Zent y Zent, 2004; Reyes, 2005; Miliani *et al.*, 2008a; Rengifo *et al.*, 2008; Ojeda, 2009) y de bosques tropicales de otros países (Tchouto *et al.*, 2006; Romero-Duque *et al.*, 2007; Álvarez-Yépiz *et al.*, 2008).

La dominancia de leguminosas hace obvio el gran potencial forrajero de esas comunidades, y de la ventaja comparativa para mejorar la calidad de los suelos (Álvarez-Yépiz *et al.*, 2008). No obstante, resalta en la mayoría de los trabajos, la presencia de pocas familias y géneros, a diferencia de lo encontrado en el presente trabajo (34 familias y 70 géneros), lo que le confiere a esta comunidad una alta biodiversidad taxonómica.

Fajardo *et al.* (2005) mencionan que la complejidad y diversidad de los bosques venezolanos aumenta en el gradiente Norte-Sur (por disminución de los meses secos), sin embargo, se ha evidenciado en la literatura la influencia de otros factores como suelo (Álvarez-Yépiz *et al.*, 2008; Mirkka *et al.*, 2008), topografía (Fajardo *et al.*,

Cuadro 6. Especies de árboles, arbustos y lianas presentes en comunidades boscosas en el estado Cojedes

Familia	Nombre científico	TFP*
Acanthaceae	<i>Trichantera gigantea</i> (Humb & Bonpl.) Nees	12
Anacardiaceae	<i>Loxopterygium sagotii</i> Hook	12
	<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	14
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	14
	<i>Spondias mombin</i> L.	14
Annonaceae	<i>Annona jahnii</i> Staff.	14
	<i>Duguetia riberensis</i> P.J.M. Maas & J.M.C. Boon	14
Asclepiadaceae	<i>Marsdenia xerohylica</i> Dugand	82
Bignoniaceae	<i>Bignonia diversifolia</i> Kunth.	82
	<i>Arrabidaea corallina</i> (Jacq.) Sandw.	82
	<i>Xilophragma seemannianum</i> (Kuntze) Sandwith	82
	<i>Pithecoctenium crucigerum</i> (L.) A.H. Gentry	82
	<i>Phryganocydia corymbosa</i> (Vent.) Baill.	82
	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertl.) D.C.	12
	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq) G. Nicholson	12
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng	14
Bombacaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	12
Boraginaceae	<i>Rochefortia spinosa</i> (Jacq.) Urban	82
	<i>Cordia collococa</i> L.	12
	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Oken	12
Caesalpiniaceae	<i>Cassia moschata</i> H.B.K.	12
Caesalpiniaceae	<i>Caesalpinia coriaria</i> (Jacq.) Willd.	12
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i> L.	14
Celastraceae	<i>Maytenus pittierana</i> Steyermark	12
Combretaceae	<i>Combretum fruticosum</i> (Loefl.) Stuntz	82
Cucurbitaceae	<i>Rytidostylis carthaginensis</i> (Jacq.) O. Ktze	84
Dilleniaceae	<i>Davilla nitida</i> (Vahl.) Kubitzki	82
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	14
	<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	14
Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i> Lour.	12
	<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	14
	<i>Lonchocarpus atropurpureus</i> Benth.	14
	<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	12
	<i>Fissicalyx fendleri</i> Benth.	12
	<i>Machaerium inundatum</i> (Benth.) Ducke	82
	<i>Machaerium humboldtianum</i> Vogel	82
Flacourtiaceae	<i>Casaearia aculeata</i> Jacq.	12
	<i>Hecatostemon completus</i> (Jacq.)	14
Hippocrateaceae	<i>Prionostemma aspera</i> (Lam.) Miers.	82

\*11: Pluviiarbare, 12: Nothopluviiarbare, 14: Tropoarbare, 24: Tropoarbusta, 82: Lignolianaes aestivae, 84: Herbolianaes aestivae.



Cuadro 6. Continuación

Familia	Nombre científico	TFP*
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i> L.	24
Meliaceae	<i>Swietenia macrophylla</i> G. King	12
	<i>Trichilia unifoliola</i> Blake & Standley	14
Mimosaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg	12
	<i>Enterolobium ciclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	12
	<i>Calliandra</i> sp.	14
	<i>Inga interrupta</i> L. Cárdenas & de Martino	14
	<i>Pseudosamanea guachepele</i> (Kunth) Harms	12
	<i>Pithecellobium ligustrinum</i> (Jacq.) Klotzsch	14
	<i>Samanea saman</i> (Jacq.) Merr.	12
	<i>Acacia glomerosa</i> Benth.	14
	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	12
	<i>Entada polystachya</i> (L.) DC.	82
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.C. Macbr	12
	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud.	12
Myrtaceae	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC	14
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L	12
Nyctagynaceae	<i>Pisonia macranthocarpa</i> Donn. Smith	12
Polygonaceae	<i>Ruprechtia ramiflora</i> (Jacq.) Meyer	12
	<i>Coccoloba caracasana</i> Meissner	12
Rubiaceae	<i>Chomelia spinosa</i> Jacq.	24
	<i>Psychotria microdon</i> (DC.) Urban	24
	<i>Genipa americana</i> L.	14
	<i>Randia dioica</i> H. Karst.	14
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	24
	<i>Randia venezuelensis</i> Steyererm.	14
Rutaceae	<i>Zanthoxylum culantrillo</i> Kunth	12
	<i>Zanthoxylum syncarpum</i> Tul.	14
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i> L.	12
	<i>Allophylus racemosus</i> Sw.	24
	<i>Paullinia leiocarpa</i> Griseb	82
	<i>Paullinia cururu</i> L.	82
Smilacaceae	<i>Smilax</i> sp.	82
Sterculiaceae	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H. Karst.	12
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	14
Tiliaceae	<i>Luehea candida</i> (DC.) Mart.	11
Verbenaceae	<i>Vitex orinocensis</i> var multiflora	14
	NI	14
	NI	82
	NI	82
	NI	82

\*11: Pluviiarbare, 12: Nothopluviiarbare, 14: Tropoarbare, 24: Tropoarbusta, 82: Lignolianaes aestivae, 84: Herbolianaes aestivae.

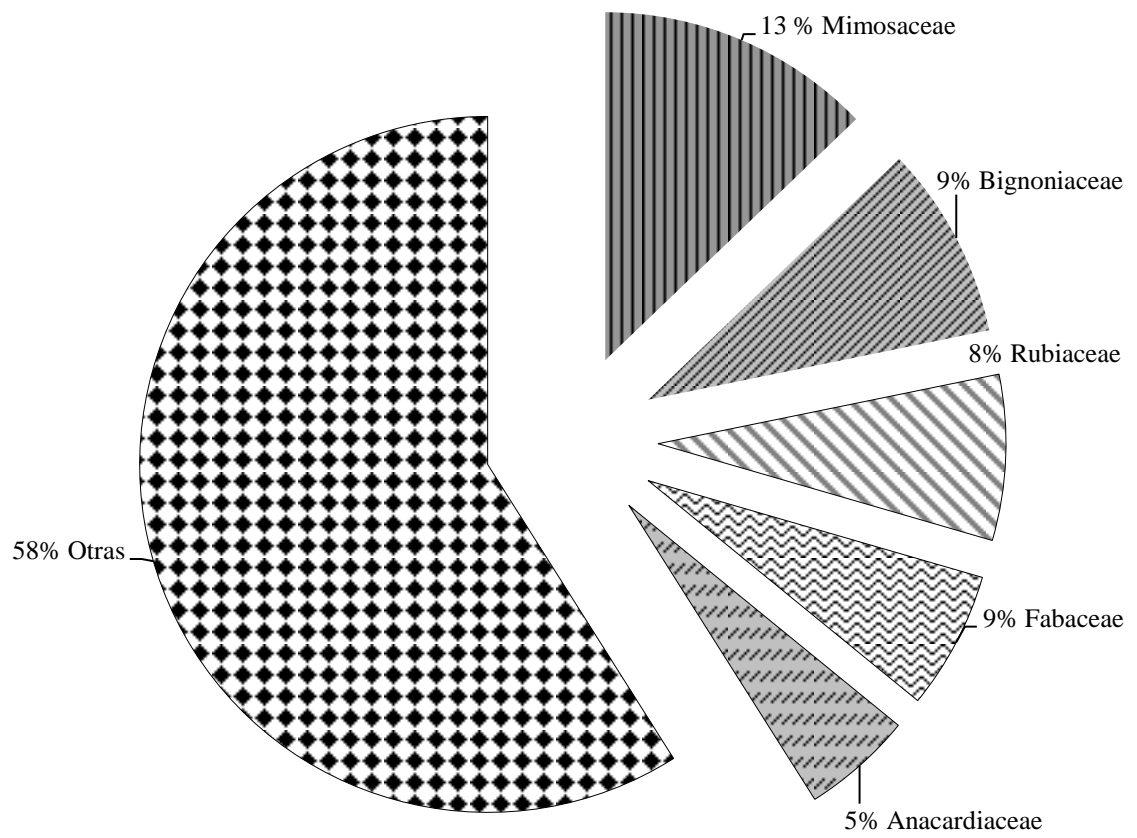


Figura 4. Porcentaje de especies por familia en comunidades boscosas en el estado Cojedes

2005; Tchouto *et al.*, 2006; Mirkka *et al.*, 2008) y manejo (Romero-Duque *et al.*, 2007; Rengifo *et al.*, 2008), sobre tales características.

La delimitación espacial, sobre todo de las comunidades boscosas, puede ser consecuencia del trazado de vías de penetración con fines de explotación maderera y uso por animales a pastoreo. Sin embargo, la delimitación de las sabanas y bosques en el presente estudio, pudiera estar relacionada con las características del suelo, como ha sido reportado por Baldizán (2003), Soler (2010) y Mirkka *et al.* (2008) puesto que se encontraron diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para algunas variables físico-químicas del suelo en el área de estudio (Vargas, 2009; Betancourt, 2009) con un fuerte contraste entre el módulo de ruptura (239,37 KPa y 291,67 KPa, para bosque y sabana, respectivamente) y la resistencia a la penetración (4907,93 y 13004,59, para bosque y sabana, respectivamente).

Un posible efecto de la intervención antrópica en el área estudiada es la existencia de comunidades en fragmentos muy pequeños ( $< 2,5 \text{ km}^2$ ) (Cuadro 4), los cuales son catalogados como de tamaño crítico y caracterizados por su mayor tasa de extinción de especies y por su alta probabilidad de ser convertidos a otra cobertura de tierra (Laurance *et al.*, 2002, Rodríguez *et al.*, 2007, Portillo-Quintero y Sánchez-Azofeifa, 2010).

Los TFP con mayor número de especies fueron Nothopluviiarbore, Tropoarbore y Lignolianae aestivae, con 36,25%, 31,25% y 25%, respectivamente (Cuadro 6 y Figura 5). Tropoarbusta (6,25% de especies) es un TFP importante en el sotobosque conformado por arbustos cuya caducidad foliar está fuertemente regida por los cambios estacionales, al igual que los TFP Tropoarbore y Lignolianae aestivae (Figura 5).

Hay que enfatizar la importancia de las lianas en la composición florística de estas comunidades, ya que representan el 25% de las especies totales encontradas. Las lianas generalmente están asociadas a formas arbóreas de mediano a gran tamaño y pueden causar daños a la copa, caída de árboles, daño a los trabajadores (Hernández

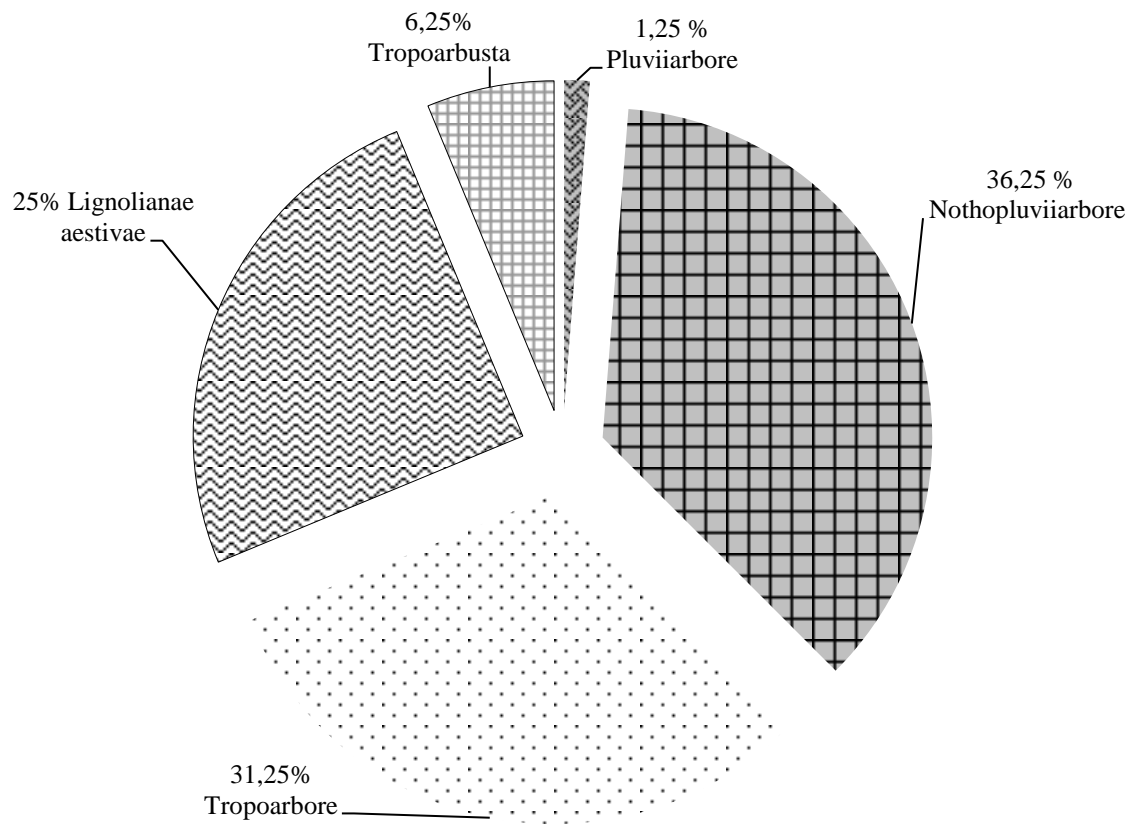


Figura 5. Porcentaje de especies por tipo funcional de planta en comunidades boscosas en el estado Cojedes

*et al.*, 2007) e inclusive reducir el espacio disponible para tránsito de personas y animales (Harrel y Fuhlendorf, 2002), y constituye un potencial recurso forrajero como ya ha sido reportado anteriormente (Baldizán, 2003; Valero, 2003).

La proporción de TFP caducifolios (62,50%) confieren a este bosque su condición de deciduo (Guevara, 2001; Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2005), lo cual tiene implicaciones importantes para los procesos de reproducción, senescencia y producción de hojarasca, y debe ser considerado cuando se planifica la conservación y manejo de bosques, incluyendo su uso a pastoreo.

Sin embargo, la alta diversidad taxonómica encontrada en el área de estudio, no se acompaña con una alta diversidad funcional, ya que sólo hubo cinco TFP presentes en el estrato arbóreo en todas las comunidades boscosas y constituidos por las mismas especies, menos Pluviiarbore, conformado por una sola especie (*L. candida*) y presente sólo en B1.

En otros estudios realizados en bosques secos en Venezuela, la predominancia de los TFP caducifolios como Nothopluviarbore y Tropoarbore fue alta pero no el de lianas (Baldizán, 2003; Ojeda, 2009; Soler, 2010), lo cual pudiera relacionarse con las condiciones climáticas más secas. La alta frecuencia de lianas puede estar relacionada con las inundaciones periódicas que ocurren en estas comunidades (Vareschi, 1992), ya que han sido muy abundantes en zonas más húmedas (Matteucci *et al.*, 1999; Hernández *et al.*, 2007).

## **6.2. Composición florística del estrato herbáceo en comunidades de sabanas y bosques**

Se encontraron 98 especies (una no identificada), pertenecientes a 41 familias distintas (Cuadro 7). Las familias con mayor número de especies fueron: Poaceae, Mimosaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Cyperaceae y Bignoniaceae, con 13, 11, 9, 5, 6, y 4 especies, respectivamente (Figura 6). El 51% de las especies presentes pertenecían

Cuadro 7. Especies presentes en el estrato herbáceo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Familia	Nombre científico	TFP <sup>1</sup>	C <sup>2</sup>
Acanthaceae	<i>Blechum pyramidatum</i> (Lamb.) Urb.	52	B
Allismataceae	<i>Echinodorus paniculatus</i> Michelli	70	S
Amaranthaceae	<i>Celosia argentea</i> L.	52	S
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallys venezuelensis</i> Traub	52	S
Anacardiaceae	<i>Loxopterygium sagotii</i> Hook. f.	12	B
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	14	B
Annonaceae	<i>Annona jahnii</i> Staff.	14	B
Arecaceae	<i>Bactris guineensis</i> (L.) H.E. Moore	12	B
Asteraceae	<i>Vernonanthura brasiliiana</i> (L.) H. Hob.	24	S
	<i>Struchium sparganophorum</i> (L.) Ktze	52	B
Bignoniaceae	<i>Bignonia diversifolia</i> Kunth.	82	B
	<i>Arrabidaea corallina</i> (Jacq.) Sandw.	82	B
	<i>Xilophragma seemannianum</i> (Kuntze) Sandwith	82	B
	<i>Phryganocydia corymbosa</i> (Vent.) Baill.	82	B
Boraginaceae	<i>Heliotropium indicum</i> L.	52	S
	<i>Rochefortia spinosa</i> (Jacq.) Urban	82	S, B
Caesalpinaceae	<i>Cassia moschata</i> H.B.K.	12	B
	<i>Senna aculeata</i> (Benth.) H.S. Irwin & Barneby	22	S
	<i>Chamaecrista rotundifolia</i> (Pers.) Greene	32	S
Celastraceae	<i>Maytenus pittierana</i> Steyermark	12	B
Combretaceae	<i>Combretum fruticosum</i> (Loefl.) Stuntz	82	B
Convolvulaceae	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet.	84	S
	<i>Ipomoea trifida</i> (Kunth) G.	84	S
Cucurbitaceae	<i>Rytidostylis carthaginensis</i> (Jacq.) O. Ktze	84	B
Cyperaceae	<i>Eleocharis mitrata</i> Makino	44	S
	<i>Cyperus rotundus</i> L.	43	S, B
	<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl	45	S, B
	<i>Cyperus haspan</i> L.	44	S, B
	<i>Scleria melaleuca</i> Rchb. ex Schldl. & Cham.	43	B
	<i>Cyperus celluloso-reticulatus</i> Boeck.	43	B
Dilleniaceae	<i>Davilla nitida</i> (Vahl.) Kubitzki	82	B
Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus acuminatus</i> Vahl	14	B
	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong.	14	B
Fabaceae	<i>Pterocarpus acapulcensis</i> Rose	14	B

1) 12: Nothopluviarbare, 14: Tropoarbare, 22: Nothopluviarbusta, 24: Tropoarbusta, 32: Troposuffrutice, 43: Caespitulmi, 44: Fasciculmi, 45: Teroculmi, 51: Antiherbosae, 52: Herbae, 70: Teroherbae, 82: Lignolianaes aestivae, 84: Herbolianaes aestivae, 90: Hemiparasitae. 2) S, sabana; B, bosque.

Cuadro 7. Continuación

Familia	Nombre científico	TFP <sup>1</sup>	C <sup>2</sup>
Fabaceae	<i>Lonchocarpus atropurpureus</i> Benth.	14	B
	<i>Sesbania exasperatha</i> Kunth.	24	S
	<i>Calopogonium mucunoides</i> Desv.	83	S
	<i>Desmodium barbatum</i> (L.) Benth.	32	S
	<i>Centrosema pascuorum</i> Mart. ex Benth.	52	S
	<i>Dalea aff. cliffortiana</i> Willd.	24	S
	<i>Arachis pintoii</i> Krapov & W.C. Greg	52	S
	<i>Machaerium humboldtianum</i> Vogel	82	B
Flacourteaceae	<i>Hecatostemon completus</i> (Jacq.)	14	S, B
Heliconiaceae	<i>Heliconia metálica</i> Hook.	51	B
	<i>Heliconia psittacorum</i> L. f.	51	B
Hippocrateaceae	<i>Prionostemma aspera</i> (Lam.) Miers.	82	B
Hydrophyllaceae	<i>Hydrolea spinosa</i> L.	32	S
Loranthaceae	<i>Pithirusa stelis</i> (L.) Kuijt.	90	S
Malpighiaceae	<i>Malpighia glabra</i> L.	24	B
Malvaceae	<i>Hibiscus furcellatus</i> Desr.	24	B
	<i>Sida rhombifolia</i> L.	32	S, B
	<i>Malachra alceifolia</i> Jacq.	32	S
Marantaceae	<i>Thalia geniculata</i> L.	51	S
Meliaceae	<i>Trichilia unifoliola</i> Blake & Standley	14	B
Mimosaceae	<i>Anadenanthera peregrina</i> (L.) Speg	12	B
	<i>Inga interrupta</i> L. Cárdenas & de Martino	14	B
	<i>Acacia glomerosa</i> Benth.	14	B
	<i>Phitecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	12	B
	<i>Enterolobium ciclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	12	B
	<i>Calliandra</i> sp.	14	B
	<i>Mimosa pigra</i> L.	22	S
	<i>Neptunia plena</i> (L.) Benth.	22	S
	<i>Mimosa camporum</i> Benth.	52	S
	<i>Mimosa</i> sp.	32	S
	<i>Entada polystachya</i> (L.) DC.	82	B
Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.C. Macbr	12	B
Onagraceae	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven	24	S
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i> L.	32	B
Poaceae	<i>Leersia hexandra</i> Sw.	43	S
	<i>Hymenachne amplexicaulis</i> (Rudge) Nees	43	S
	<i>Oryza latifolia</i> Desv.	44	S, B

1) 12: Nothopluviarборе, 14: Tropoarборе, 22: Nothopluviarbusta, 24: Tropoarbusta, 32: Troposuffrutice, 43: Caespitulmi, 44: Fasciculmi, 45: Teroculmi, 51: Antiherbosae, 52: Herbae, 70: Teroherbae, 82: Lignolianae aestivae, 83: Herbolianae perennae, 84: Herbolianae aestivae, 90: Hemiparasitae. 2) S, sabana; B, bosque

Cuadro 7. Continuación

Familia	Nombre científico	TFP <sup>1</sup>	C <sup>2</sup>
Poaceae	<i>Eragrostis japonica</i> (Thunb.) Trin.	45	S
	<i>Urochloa humidicola</i> (Rendle) Morrone & Zuloaga	43	S
	<i>Ischaemum rugosum</i> Salisb.	45	S
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaerth.	45	S
	<i>Panicum laxum</i> Sw.	43	S
	<i>Sacciolepis myuros</i> (Lam.) Chase	45	S
	<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf	44	S
	<i>Olyra latifolia</i> L.	42	B
	<i>Oplismenus burmanii</i> (Retz.) P. Beauv.	45	B
	<i>Panicum pilosum</i> Sw.	43	B
Polygonaceae	<i>Ruprechtia ramiflora</i> (Jacq.) Meyer	12	B
	<i>Coccoloba caracasana</i> Meissner	12	B
Pontederiaceae	<i>Eichornia crassipes</i> (Mart.) Solms	70	B
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.	14	B
	<i>Randia venezuelensis</i> Steyerm.	14	B
	<i>Chomelia spinosa</i> Jacq.	24	B
	<i>Psychotria carthagenensis</i> Jacq.	24	B
Rutaceae	<i>Psychotria microdon</i> (DC.) Urban	24	B
	<i>Zanthoxylum syncarpum</i> Tul.	14	B
Sapindaceae	<i>Allophyllus racemosus</i> Sw.	24	B
	<i>Paullinia leiocarpa</i> Griseb	82	B
	<i>Paullinia cururu</i> L.	82	B
Smilacaceae	<i>Smilax</i> sp.	82	B
Tiliaceae	<i>Luehea candida</i> (DC.) Mart.	11	B
	<i>Triumfetta lappula</i> L.	52	B
Verbenaceae	<i>Stachytarpheta mutabilis</i> var <i>violacea</i>	52	S
NI	NI	82	B

1) 12: Nothopluviarbore, 14: Tropoarbare, 22: Nothopluviarbusta, 24: Tropoarbusta, 32: Troposuffrutice, 43: Caespitulmi, 44: Fasciculmi, 45: Teroculmi, 51: Antiherbosae, 52: Herbae, 70: Teroherbae, 82: Lignolianaes aestivae, 84: Herbolianaes aestivae, 90: Hemiparasitae. 2) S, sabana; B, bosque.



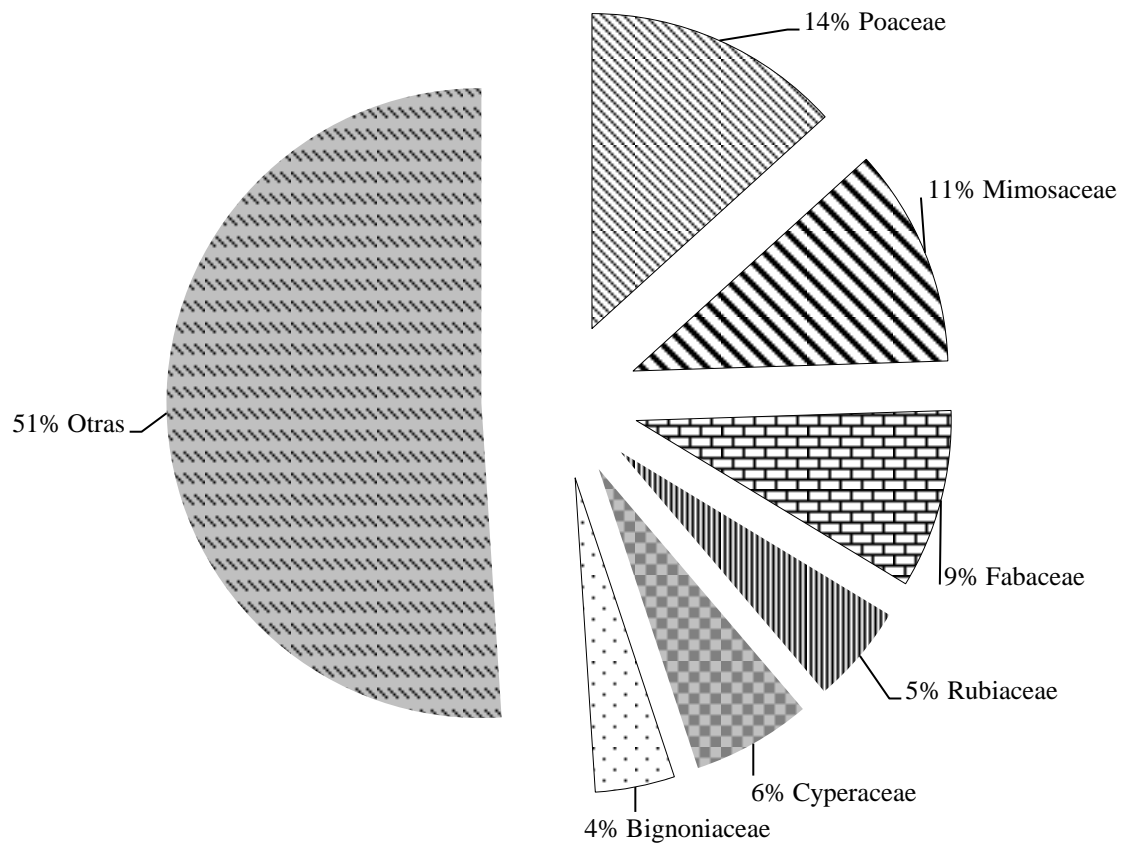


Figura 6. Porcentaje de especies por familia en el estrato herbáceo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

a 35 familias distintas (Figura 6). Hubo mayor número de TFP (16) (Figura 7) que en el estrato arbóreo-arbustivo y la predominancia de los mismos cambia cuando se separa la sabana del bosque (Figura 8).

En las sabanas predominaron los TFP herbáceos y graminoides (64%) (Caespitulmi, Herbae, Troposuffrutice, Teroculmi y Fasciculmi) mientras en los bosques los TFP lianas y arbóreas (75%) (Lignolianaes aestivae, Tropoarbusta, Tropoarbore y Nothopluviiarbore), lo que le confiere a este estrato la condición de lignificado, limitando su potencial forrajero.

Es importante resaltar que las gramíneas encontradas en el bosque no estaban presentes en las sabanas (*O. latifolia*, *O. burmanii* y *P. pilosum*), por ser especies umbrófilas (Clayton y Renvoize, 1986).

La preponderancia de las especies herbáceas y graminoides en condiciones de sabanas en Venezuela (Torres *et al.*, 2003; Baruch, 2005; Ramírez *et al.*, 2007; Ojeda, 2009) ha sido reportado con anterioridad, con valores similares (58 a 70%) a los reportados en este trabajo, y generalmente se vincula a factores edáficos y de manejo (Dezseo *et al.*, 2004; Ramírez *et al.*, 2007).

Por otro lado, también se observa la presencia de especies agrupadas en TFP anuales (Teroculmi y Teroherbae), TFP caducifolias (Tropoarbore, Tropoarbusta, Troposuffrutice) y de TFP que no siendo definidos específicamente como caducifolios, se comportan como tales a consecuencia de la estacionalidad climática (Mesoculmi, Caespitulmi, Fasciculmi y Herbae), condición que también limita el potencial forrajero de estas comunidades.

Los TFP Mesoculmi, Teroherbae, Herbolianaes perennae y Pluviiarbore, están conformados sólo por una especie, y uno (Herbolianaes aestivae) por dos especies, el resto varía de 3 a 14 especies/TFP. El hecho de que sólo el 31% de los TFP presentes en el estrato herbáceo estén constituidos sólo por una o dos especies evidencia la

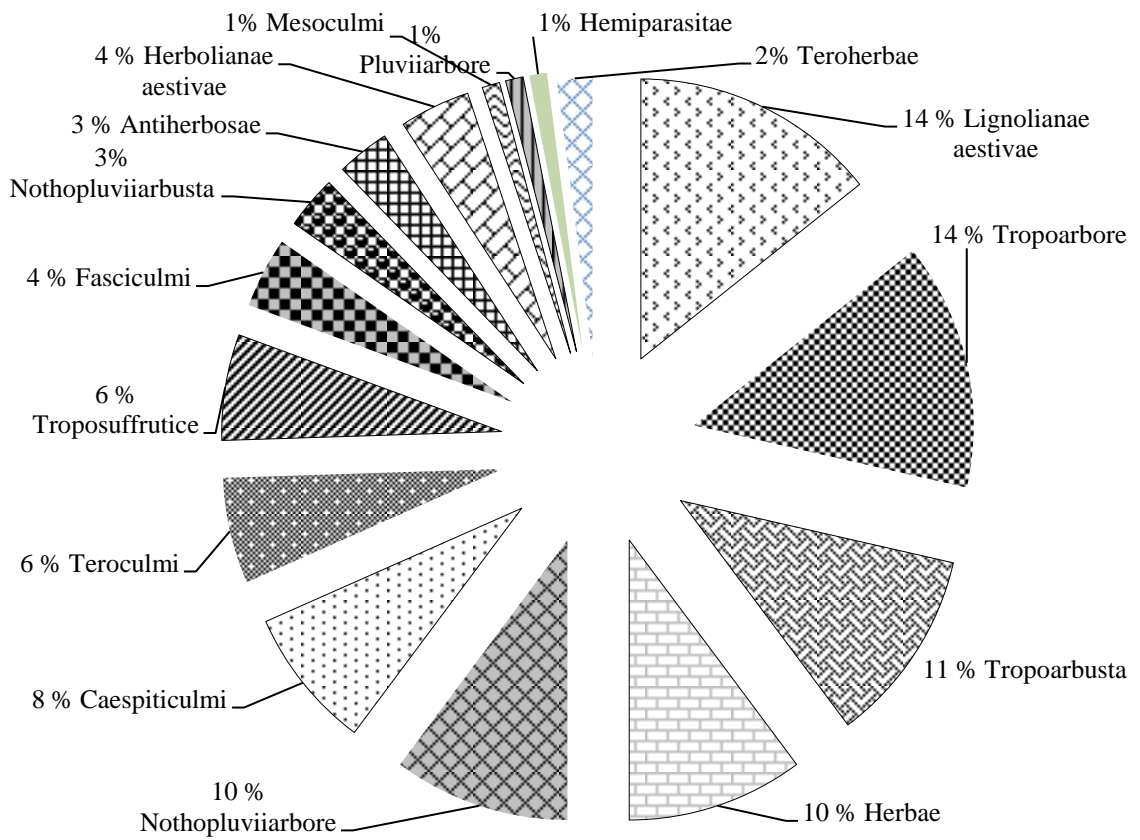


Figura 7. Porcentaje de especies por tipo funcional de planta en el estrato herbáceo en comunidades de un bosque deciduo en el estado Cojedes

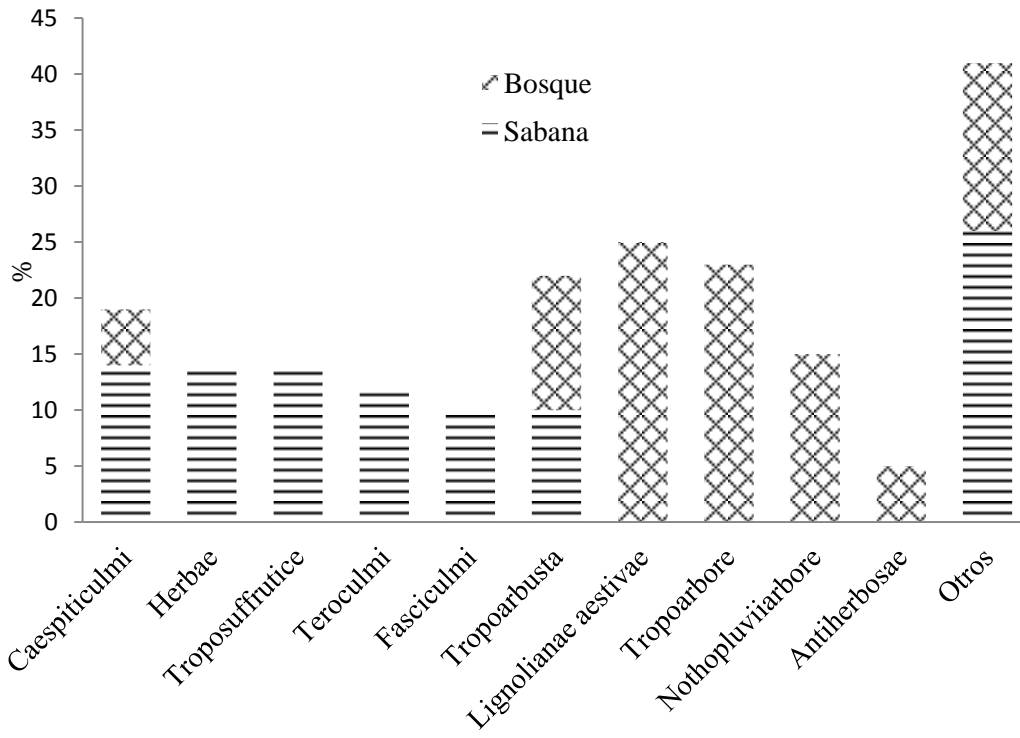


Figura 8. Porcentaje de especies por tipo funcional de planta en el estrato herbáceo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

importancia de los TFP más abundantes a nivel espacial (comunidades) y temporal (periodos de evaluación).

### **6.3. Índices de Diversidad de especies**

#### **a. Estrato arbóreo**

En el Cuadro 8, se muestran la Abundancia Absoluta y Relativa de las especies más predominantes, según el criterio de Magurran (2004), en las comunidades boscosas, y el resto de las especies puede observarse en el Anexo 2. De las especies más abundantes (Cuadro 8) el 40% son Tropoarbores, el 25% Nothopluviiarbores, 25% Lignolianaes aestivae y 10% Tropoarbustas. Las tres primeras especies más abundantes (*T. unifoliola*, *P. carthagenensis* y *H. completus*), no tienen un uso conocido, salvo el consumo de sus frutos por la fauna silvestre.

El 40% de las especies más abundantes tiene un uso actual y potencial como recurso forrajero, por poseer algunas de ellas frutos carnosos y alto contenido de nutrientes en las hojas como es el caso de las leguminosas (Cuadro 8) (Casado, 2001; Valero, 2003; Baldizán, 2003; Ojeda, 2009; Soler, 2010).

En general, las especies más abundantes tienen usos diversos, el 30% para madera (leña, postes, construcción, muebles), el 45% para consumo por la fauna silvestre (según información de los lugareños) y un 30% sin uso conocido. Por el contrario, de las especies raras (aquellas que están en el cuartil inferior de la abundancia de especies) (Magurran, 2004) (Anexo 2), el 45% es usado para madera, 15% con uso actual y potencial como forrajeros, el 10% para consumo por la fauna silvestre y un 30% sin uso conocido, lo cual pareciera evidenciar un fuerte impacto de la explotación maderera, sobre todo por la calidad de la madera de algunas de las especies raras (*S. macrophylla*, *T. chrysantha* y *C. alliodora*) (Anexo 2).

Cuadro 8. Especies más abundantes en comunidades boscosas en el estado Cojedes

Especie	Abundancia							
	Absoluta <sup>1</sup>				Relativa (%) <sup>2</sup>			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
<i>T. unifoliola</i>	134	132	191	196	24,6	20,7	16,5	14,1
<i>P. carthagenensis</i>	11	4	193	165	2,0	0,6	16,7	11,9
<i>H. completus</i>	41	27	71	181	7,5	4,2	6,1	13,1
<i>X. seemannianum</i>	3	22	20	124	0,6	3,4	1,7	8,9
<i>R. spinosa</i>	17	3	99	42	3,1	0,5	8,5	3,0
<i>A. glomerosa</i>	30	42	0	82	5,5	6,6	0,0	5,9
<i>D. nitida</i>	22	40	26	65	4,0	6,3	2,2	4,7
<i>G. ulmifolia</i>	8	41	37	34	1,5	6,4	3,2	2,5
<i>L. atropurpureus</i>	0	30	63	16	0,0	4,7	5,4	1,2
<i>A. corallina</i>	15	2	44	48	2,8	0,3	3,8	3,5

1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque.

Cuadro 8. Continuación

Especie	Abundancia							
	Absoluta <sup>1</sup>				Relativa (%) <sup>2</sup>			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
<i>L. sagotii</i>	3	6	28	54	0,6	0,9	2,4	3,9
<i>P. microdon</i>	13	18	14	41	2,4	2,8	1,2	3,0
<i>C. caracasana</i>	34	12	26	9	6,2	1,9	2,2	0,6
<i>A. peregrina</i>	12	7	20	36	2,2	1,1	1,7	2,6
<i>P. leiocarpa</i>	1	0	33	21	0,0	2,8	1,5	0,2
<i>C. collococa</i>	13	24	9	8	3,8	0,8	0,6	2,4
<i>P. acapulcensis</i>	8	6	25	15	0,9	2,2	1,1	1,5
<i>P. laevis</i>	4	11	8	30	1,7	0,7	2,2	0,7
<i>R. venezuelensis</i>	2	3	34	8	0,5	2,9	0,6	0,4
<i>A. jahnii</i>	41	6	15	13	7,0	1,3	1,1	2,3
...+ Abundancia de especies en Anexo 2	524	610	1167	1349	100	100	100	100

1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque.

La riqueza y el IS, no fueron diferentes ( $P>0,05$ ) en las cuatro comunidades boscosas (Cuadro 9). Sin embargo, el IS mostró la tendencia a ser superior en B2. Por otro lado, el número de TFP fue similar en las cuatro comunidades ( $P>0,05$ ) (Cuadro 9).

La pérdida de riqueza y biodiversidad de los bosques se ha asociado a la fragmentación producto de la actividad antrópica (Behera *et al.*, 2005; Horworth y Pendry, 2006), sin embargo, en el presente estudio, ni la riqueza ni la diversidad funcional (TFP) parecieron afectadas ni siquiera por la cercanía a vías de penetración (Cuadro 9).

Los valores de IS fueron superiores a los reportados por Pla y Matteucci (2001) para diferentes comunidades de vegetación (desde 1,66 para bosque de galería hasta 2,76 para selva veranera), por Soler (2010) (2,55 para bosques) y por los obtenidos por Valero (2003), para bosques totalmente intervenidos (2,0); aunque el valor de IS reportado por Valero (2003) para el bosque no intervenido (4,01) fue mayor que el reportado en este estudio, esto se debió básicamente a la mayor densidad de las especies presentes así como el bajo valor reportado por Soler (2010), se debió a un bajo número de especies, pero con una alta densidad.

En el presente estudio, aunque la riqueza y diversidad fueron similares para las cuatro comunidades boscosas, había 37 especies arbóreas y arbustivas con un número de individuos menor a 20 en todas las unidades de muestreo, lo cual pudiera comprometer su persistencia en dichas comunidades.

Por otro lado, el número de especies únicas en cada comunidad varió de 3 en B3 hasta 6 en B1, coincidiendo los valores más altos con las comunidades más visitadas por los animales. Aquellas especies únicas que representaron el 14% del total de especies encontradas tuvieron abundancia baja o muy baja. La unicidad de esas especies puede guardar relación con el tipo y peso de frutos predominantes y el mecanismo de dispersión de los mismos (Khurana *et al.*, 2006).



Cuadro 9. Índices de diversidad de comunidades boscosas en el estado Cojedes

Índice/Variable	Comunidad				Probabilidad*
	B1	B2	B3	B4	
Riqueza	58	53	52	55	NS
Shannon	3,2	3,3	3,1	3,1	NS
Nº de TFP	5	4	5	5	NS

\*( $P > 0,05$ ), según prueba de Tukey (Infostat, 2008).

Las especies más abundantes en los bosques evaluados, se encuentran ampliamente distribuidas en Venezuela, lo que evidencia una afinidad florística con otros bosques (Guevara, 2001), sin embargo, las tres primeras especies más abundantes (*T. unifoliola*, *P. carthagenensis* y *H. completus*) no han sido referidas como abundantes en otros estudios en bosques venezolanos, por lo que pueden ser especies colonizadoras, producto de la intervención antrópica y de las frecuentes inundaciones, además que la especie *H. completus*, muestra plasticidad ya que se encuentra tanto en bosques como en sabanas.

#### **b. Estrato herbáceo**

La abundancia absoluta y relativa de las especies predominantes en el estrato herbáceo de comunidades de sabanas y bosques, durante los años 2008 y 2009, se muestran en los Cuadros 10 y 11, y el resto de las especies puede observarse en los Anexos 3 y 4. La mayoría de las especies predominantes en las sabanas durante los dos años evaluados tienen uso como forrajeras (Cuadros 10 y 11).

La mayoría de las especies más abundantes en las sabanas y bosques (Cuadros 10 y 11) durante el primer año, lo fueron durante el segundo, pero en proporción distinta, muy posiblemente por cambios en la disponibilidad de agua en el suelo, con predominio de tipos gramínoides y herbáceos en las sabanas, y de tipos arbóreos, lianas y arbustivos, en los bosques. Con relación a lo anterior, el efecto de las fuentes de variación año, comunidad y periodo sobre la distribución espacial y temporal de los TFP se aprecia mejor en el Anexo 5.

La alta correlación entre las variables originales y los CP 1 y 2 (correlación cofenética 0,927) indican que los últimos pueden explicar mejor la variación de las primeras (Cuadro 12).

Un grupo numeroso de observaciones se concentran en los cuadrantes superior e inferior derechos del Anexo 5 siguiendo la dirección del CP2, con una amplia

Cuadro 10. Abundancia absoluta y relativa de especies del estrato herbáceo en comunidades de sabanas en el estado Cojedes

Año 1 Especie	Abundancia					
	Absoluta <sup>1</sup>			Relativa (%) <sup>2</sup>		
	H1	H2	H3	H1	H2	H3
<i>L. hexandra</i>	58	54	18	25,4	20,9	14,2
<i>U. humidicola</i>	0	18	55	0,	7,0	43,3
<i>H. amplexicaulis</i>	49	18	0	21,5	7,0	0,0
<i>E. paniculatus</i>	43	8	0	18,9	3,1	0,0
<i>N. plena</i>	17	19	13	7,5	7,4	10,2
<i>C. argentea</i>	18	17	0	7,9	6,6	0,0
<i>O. latifolia</i>	0	1	0	0,0	0,4	0,0
<i>H. completus</i>	0	6	4	0,0	2,33	3,2
.....+ Abundancia de especies en Anexo 3	228	258	127	100	100	100
Año 2						
<i>U. humidicola</i>	0	21	78	0,0	13,7	56,5
<i>L. hexandra</i>	26	43	12	18,6	28,1	8,7
<i>H. amplexicaulis</i>	34	9	0	24,3	5,9	0,0
<i>N. plena</i>	7	15	14	5,0	9,8	10,1
<i>M. pigra</i>	19	14	0	13,6	9,2	0,0
<i>R. spinosa</i>	0	23	2	0,0	15,0	1,4
.....+ Abundancia de especies en Anexo 3	140	153	138	100	100	100

1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque.

Cuadro 11. Abundancia absoluta y relativa de especies del estrato herbáceo en comunidades boscosas en el estado Cojedes. Año 1

Especie	Abundancia							
	Absoluta <sup>1</sup>				Relativa (%) <sup>2</sup>			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
<i>P. pilosum</i>	16	52	26	8	13,4	22,3	17,4	7,2
<i>A. corallina</i>	5	16	8	26	4,2	6,9	5,4	23,4
<i>O. latifolia</i>	6	10	11	4	5,0	4,3	7,4	3,6
<i>P. corymbosa</i>	5	10	14	1	4,2	4,3	9,4	0,9
<i>P. leiocarpa</i>	14	10	2	2	11,8	4,3	1,3	1,8
<i>P. carthagenensis</i>	3	4	4	17	2,5	1,7	2,7	15,3
<i>T. unifoliola</i>	11	7	6	3	9,2	3,0	4,0	2,7
<i>G. americana</i>	2	5	11	3	1,7	2,1	7,4	2,7
<i>D. nitida</i>	5	13	0	2	4,2	5,6	0,0	1,8
<i>H. completus</i>	3	3	11	3	2,5	1,3	7,4	2,7
<i>F. miliacea</i>	4	8	4	3	3,4	3,4	2,7	2,7
<i>L. sagotii</i>	0	0	2	13	0,0	0,0	1,3	11,7
<i>A. glomerosa</i>	5	10	0	0	4,2	4,3	0,0	0,0
<i>T. lappula</i>	1	5	8	0	0,8	2,1	5,4	0,0
<i>C. rotundus</i>	3	5	5	1	2,5	2,1	3,4	0,9
NI	0	4	9	1	0,0	1,7	6,0	0,9
<i>S. melaleuca</i>	4	5	1	0	3,4	2,1	0,7	0,0
<i>I. interrupta</i>	0	10	0	0	0,0	4,3	0,0	0,0
+ Abundancia de especies en Anexo 4	119	233	149	111	100	100	100	100

**1:** Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. **2:** Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque.

Cuadro 11. Continuación. Año 2

Especie	Abundancia							
	Absoluta <sup>1</sup>				Relativa (%) <sup>2</sup>			
	B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
<i>P. pilosum</i>	20	19	27	7	16,0	17,0	17,0	5,9
<i>A. corallina</i>	6	11	9	24	4,7	9,9	5,7	20,0
<i>H. completus</i>	4	3	11	6	3,1	2,7	7,0	5,0
<i>P. carthagenensis</i>	0	3	4	16	0,0	2,7	2,5	13,0
<i>P. corymbosa</i>	6	2	14	1	4,7	1,8	8,9	0,8
<i>T. unifoliola</i>	8	2	8	4	6,3	1,8	5,1	3,4
<i>T. lappula</i>	8	4	8	0	6,3	3,6	5,1	0,0
<i>O. latifolia</i>	4	0	11	4	3,1	0,0	7,0	3,4
<i>L. sagotii</i>	0	0	2	15	0,0	0,0	1,3	1,3
<i>F. miliacea</i>	6	5	3	3	4,7	4,5	1,9	2,5
<i>G. americana</i>	1	3	9	3	0,8	2,7	5,7	2,5
<i>P. leiocarpa</i>	4	4	4	3	3,1	3,6	2,5	2,5
...+Abundancia de especies en Anexo 4	128	111	157	119	100	100	100	100

1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque.

Cuadro 12. Correlación de las variables originales de TFP con los tres primeros componentes principales

Variables		Correlaciones con variables originales		
		CP1	CP2	CP3
AP1	Febrero 2008	-0,33	0,84	-0,07
AP2	Marzo 2008	-0,62	-0,35	-0,28
AP3	Abril 2008	-0,68	-0,27	-0,26
AP5	Mayo 2008	-0,74	-0,11	
AP6	Junio 2008	-0,75	0,09	0,56
AP8	Enero 2009	-0,32	0,83	-0,08
AP10	Marzo 2009	-0,80	-0,14	-0,30
AP12	Abril 2009	-0,83	-0,21	-0,16
AP13	Mayo 2009	-0,38	0,41	-0,25

Correlación cofenética: 0,927

distribución a escala espacial (comunidades) y con diferentes TFP; un segundo grupo concentrado en los cuadrantes superior e inferior izquierdos bastante alejados de los vectores y referidos a las comunidades H1, H2, H3, B3 y B4 y a los TFP graminoides y lianas, y un tercer grupo alrededor de los vectores.

En el Anexo 5 se observa una alta correlación entre los periodos 2, 3, 5, 10 y 12 (correspondientes al periodo de sequía para 2008 y 2009), y entre los periodos 1, 6, 8 y 13 (correspondientes a transición lluvia-sequía, sequía, transición sequía-lluvia y lluvia para 2008 y 2009), con respecto a las comunidades y TFP con mayores valores de Abundancia Absoluta (Anexo 5).

En el primer grupo de periodos (Anexo 5), destacaron las comunidades H1, H2 y B4, con los TFP 43 (Caespitulmi), 82 (Lignolianaes estivae) y 70 (Teroherbae). En el segundo grupo de periodos (Anexo 5) resaltaron las cuatro comunidades boscosas y H3, con los TFP 43 (Caespitulmi), 14 (Tropoarbores), 82 (Lignolianaes estivae) y 12 (Nothopluviiarbores).

La presencia espacial y temporal de los otros TFP (12 en total), aunque con frecuencias muy bajas, se evidencia a la derecha del CP2, en el Anexo 5. En el grupo anterior predominaron los TFP herbáceos y subfruticosos (8) con respecto a los arbóreos y lianas (4).

Resalta la nula o escasa abundancia de los TFP 11 (Pluviiarbores), 22 (Nothopluviiarbusta) y 24 (Tropoarbusta) (Anexo 5), lo cual sugiere que estos TFP tenderán a desaparecer si no se aplican estrategias de manejo que favorezcan la regeneración de las especies que los conforman.

La distribución de las observaciones en el Anexo 5, pareciera indicar que en todas las comunidades evaluadas hay TFP con un comportamiento fenológico regido por las condiciones climáticas y de humedad del suelo, otro que se mantiene en bajas proporciones y aparentemente menos afectado por tales condiciones y otro grupo

minoritario que se mantiene en altas proporciones independiente de las mismas.

En el estrato herbáceo de sabanas y bosques, hubo diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) dentro de año y entre años para la riqueza (Cuadro 13). Durante el primer año (Cuadro 13) la comunidad B2 tuvo el mayor número de especies en comparación con el resto de las comunidades ( $P < 0,05$ ), conformando las tres comunidades boscosas restantes junto con H2 un segundo grupo sin diferencias entre sí ( $P > 0,05$ ); el tercer grupo lo conformaron H1 y H3, las cuales mostraron los valores más bajos y sin diferencias entre sí ( $P > 0,05$ ).

Para el segundo año (Cuadro 13) las comunidades boscosas B1, B2 y B3, fueron similares entre sí ( $P > 0,05$ ), pero con diferencias con las tres comunidades de sabanas ( $P < 0,05$ ). Dentro de las sabanas, la más diversa fue H2 y con diferencias significativas con las otras dos sabanas ( $P < 0,05$ ).

La dinámica de la riqueza del estrato herbáceo en sabanas y bosques, parece regulado por los TFP anuales y caducifolios y por la disponibilidad de humedad en el suelo, puesto que en los bosques la riqueza fue mayor que en las sabanas para ambos años, y en las sabanas H2 (inundada gran parte de año) mostró el valor más alto.

Los valores de riqueza en sabanas encontrados en este estudio son más bajos que los reportados por otros autores en diferentes condiciones agroecológicas. En condiciones de sabanas intervenidas de los Llanos Centrales, Soler (2010) encontró 24 especies, en sabanas altamente disturbadas 75 spp. (Ramírez *et al.*, 2007), Torres *et al.* (2003) encontraron en sabanas de banco, bajío y estero, 84 spp., 53 spp. y 17 spp., respectivamente y en sabanas altas en la Gran Sabana, 38 spp., (Dezseo *et al.*, 2004).

Por el contrario, las comunidades boscosas evaluadas en el presente estudio, mostraron mayor riqueza que lo reportado por Reyes (2005) para el estrato herbáceo



Cuadro 13. Índices de diversidad del estrato herbáceo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Índice/Variable*	Comunidad						
	H1	H2	H3	B1	B2	B3	B4
Riqueza (Año 1)	12 <sup>cD</sup>	24 <sup>bB</sup>	15 <sup>cC</sup>	32 <sup>bA</sup>	41 <sup>aA</sup>	29 <sup>bB</sup>	24 <sup>bB</sup>
Riqueza (Año 2)	8 <sup>dD</sup>	16 <sup>cC</sup>	10 <sup>dD</sup>	30 <sup>abB</sup>	35 <sup>aA</sup>	30 <sup>abB</sup>	25 <sup>bB</sup>
Shannon (Año 1)	2,02 <sup>cB</sup>	2,77 <sup>bA</sup>	1,90 <sup>cB</sup>	3,11 <sup>abA</sup>	3,16 <sup>aA</sup>	2,93 <sup>abA</sup>	2,65 <sup>bA</sup>
Shannon (Año 2)	1,89 <sup>cC</sup>	2,24 <sup>bB</sup>	1,55 <sup>cC</sup>	3,08 <sup>aA</sup>	3,18 <sup>aA</sup>	2,99 <sup>aA</sup>	2,75 <sup>aA</sup>

\*Letras minúsculas distintas en la misma fila, indican promedios con diferencias significativas, según prueba de Tukey (P<0,05). Letras mayúsculas distintas en la misma columna (para la misma variable), indican promedios con diferencias significativas, según prueba de Tukey (P<0,05).

en un bosque seco tropical (16 spp.), sin embargo, en condiciones más limitantes (Gran Sabana, estado Bolívar) que en el presente estudio Dezzeo *et al.* (2004), reportaron 58 spp.

El IS, siguió una tendencia similar a la riqueza dentro y entre años (Cuadro 13) con valores que van, para el primer año, desde 1,90 (H3) hasta 3,16 (B2), con diferencias significativas entre ambas ( $P < 0,05$ ), además, H2 y las otras tres comunidades boscosas fueron similares entre sí ( $P > 0,05$ ).

Para el segundo año (Cuadro 13), las 4 comunidades boscosas mostraron los valores más altos de riqueza y fueron similares entre ellas ( $P > 0,05$ ), pero diferentes de las comunidades de sabanas ( $P < 0,05$ ). A pesar de que, para el segundo año hubo reducción de la riqueza en cinco de las siete comunidades evaluadas, la disminución en el IS no fue significativa ( $P > 0,05$ ), particularmente para los boques, pero sí para las sabanas ( $P < 0,05$ ). Lo anterior se debe a que el IS combina dos componentes de la biodiversidad: el número de especies y la abundancia relativa de cada especie (Pla y Matteucci, 2001), entonces la poca reducción del IS pudiera deberse a un aumento en el N° de individuos/especie.

Los valores de IS reportados en el presente estudio son en promedio superiores a los reportados por Pla y Matteucci (2001) para diferentes comunidades de vegetación de un bosque seco tropical (selva veranera, 2,75; espinar, 2,35; cardonal, 1,99; espinar, 1,79).

#### **6.4. Conformación de conglomerados de vegetación en comunidades de sabanas y bosques**

El Cuadro 14 muestra las características de cada conglomerado, en cuanto a rasgos funcionales y las especies que los conforman así como la comunidad a la que pertenecen se muestra en el Cuadro 15. De los seis conglomerados descritos, sólo uno

Cuadro 14. Caracterización de los conglomerados de vegetación en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Conglomerado	Rasgos funcionales*																	
	TFP	FC	Pbs	STH	Tx H	AH	RH	BH	Espinoidad				%			MSH (mg/g)	Fruto	Disp
									ERL	ERF	ETL	ETF	N	Ca	P			
1	24,12,14	1	1	1	1	73,7	2	1	1	1	1	1	2,7	1,9	0,2	231,3	4	3
2	22,32,14, 82	1	1	1	1	12,0	3	1	3	2	4	2	3,0	1,8	0,2	354,6	5	4
3	12,14,22	1	1	1	1	21,0	2	1	1	1	1	1	3,9	1,3	0,2	276,3	6	1
4	43	5	1	1	1	16,2	2	1	1	1	1	1	2,7	0,5	0,3	232,0	8	2
5	12,14	1	1	1	2	42,3	3	2	1	1	1	1	2,8	0,5	1,1	345,6	4	4
6	82	3	1	1	2	54,9	3	1	1	1	1	1	2,5	1,5	0,2	348,1	3	4

\*TFP: Tipo funcional de planta, 12: Nothopluviarbare; 14: Tropoarbare; 22: Nothopluviarbusta; 32: Troposuffrutice; 43: Caespiticulmi; 82: Lignoliana aestivae. FC: Forma de crecimiento, 1: árbol; 2: arbusto; 3: sufrútice; 4: liana; 5: graminoide; 6: hierba; 7: suculenta; 8: palmoide. Pbs: Pubescencia, 1: glabra; 2: pubescente; 3: tomentosa; 4: áfila. STH: Sección transversal de la hoja, 1: plana; 2: doblada; 3: enrollada. TxH: Textura de la hoja, 1: herbácea; 2: fibrosa; 3: Otras. AH: Ancho de la hoja (mm). RH: Resistencia de la hoja, 1: menos resistente, hasta 4, más resistente. BH: Borde de la hoja, 1: liso; 2: aserrado; 3: cortante. Espinoidad: ERL: Longitud de espinas en ramas, 1: ausencia; 2: 1 a 2,99 mm; 3: 3 a 4,99 mm; 4: 5 a 6,99 mm. ERF: Forma de espinas en ramas, 1: ausencia; 2: dura recta; 3: dura gancho; 4: blanda recta; 5: blanda gancho. ETL: longitud de espinas en tallos, 1: ausencia; 2: 1 a 2,99 mm; 3: 3 a 4,99 mm; 4: 5 a 6,99 mm. ETF: Forma de espinas en tallos, 1: ausencia; 2: dura recta; 3: dura gancho; 4: blanda recta; 5: blanda gancho. N: Nitrógeno total. Ca: Calcio. P: Fósforo. MSH: Contenido de materia seca de la hoja, Fruto: Tipo de fruto, 1: agregado; frutos simples: 2: baya; 3: cápsula; 4: drupa; 5: legumbre; 6: sámara; 7: aquenio; 8: cariopsis; 9: mericarpo. Disp.: Medio de propagación, 1: anemocoria, por el viento; 2: mamalocoria, por mamíferos; 3: ornitocoria, por las aves; 4: zoocoria, por animales terrestres.

Cuadro 15. Conformación por especies y ubicación de conglomerados en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Conglomerado	Especies	TFP*	Comunidades
1	<i>T. unifoliola</i>	14	B1, B2, B3,
	<i>C. collococa</i>	12	B4, H2, H3
	<i>C. caracasana</i>	12	
	<i>G. ulmifolia.</i>	14	
	<i>G. americana</i>	14	
	<i>L. atropurpureus</i>	12	
	<i>P. carthagenensis</i>	24	
	<i>P. microdon</i>	24	
	<i>L. octovalvis</i>	24	
	<i>P. alliacea</i>	32	
	<i>S. rhombifolia</i>	32	
2	<i>A. glomerosa</i>	14	B1, B2, B4,
	<i>R. spinosa</i>	82	H1, H2
	<i>M. pigra</i>	22	
	<i>H. spinosa</i>	32	
3	<i>A. peregrina</i>	12	B1, B2, B3,
	<i>I. interrupta</i>	14	B4, H1, H2,
	<i>L. sagotii</i>	12	H3
	<i>P. acapulcensis</i>	14	
	<i>N. plena</i>	22	

\* 12: Nothopluviiarbore; 14: Tropoarbore; 22: Nothopluviiarbusta; 24: Tropoarbusta; 32: Troposuffrutice; 43: Caespiticulmi; 44: Fasciculmi; 45: Teroculmi; 70: Teroherbae; 82: Lignolianaes aestivalis.

Cuadro 15. Continuación

Conglomerado	Especies	TFP *	Comunidades
4	<i>C. fruticosum</i>	82	B1, B2, B3,
	<i>L. hexandra</i>	43	B4, H1, H2,
	<i>U. humidicola</i>	43	H3
	<i>H. amplexicaulis</i>	43	
	<i>P. laxum</i>	43	
	<i>P. pilosum</i>	43	
	<i>O. latifolia</i>	43	
	<i>F. miliacea</i>	45	
	<i>E. paniculatus</i>	70	
	<i>E. mitrata</i>	44	
5	<i>P. laevis</i>	12	B1, B2, B3,
	<i>H. completus</i>	14	B4, H2
	<i>R. venezuelensis</i>	14	
6	<i>P. leiocarpa</i>	82	B1, B2, B3,
	<i>D. nitida</i>	82	B4
	<i>A. corallina</i>	82	
	<i>X. seemannianum</i>	82	
	<i>P. corymbosa</i>	82	

\* 12: Nothopluviarbare; 14: Tropoarbare; 22: Nothopluviarbusta; 24: Tropoarbusta; 32: Troposuffrutice; 43: Caespitulmi; 44: Fasciculmi; 45: Teroculmi; 70: Teroherbae; 82: Lignolianaes aestivae.

Se limita a comunidades de bosque (grupo 6, Cuadro 15), y tres de ellos abarcan las siete comunidades evaluadas (Conglomerados 1, 3 y 4).

Los conglomerados (Cuadro 15) forman un *continuum* sabana-bosque, desde el punto de vista funcional, y resalta la importancia de los tipos arbóreos en la conformación de la mayoría de los conglomerados. Sin embargo, lo anterior no concuerda con lo reportado por Hoffmann *et al.* (2005) quien encontró que las sabanas y bosques tropicales están constituidos por TFP totalmente distintos, de importancia en la definición de límites entre ambos ecosistemas.

Los conglomerados 1, 2 y 5 se caracterizan por la presencia de TFP Tropoarbores, Tropoarbustas y Troposuffrutices, con hojas planas, glabras y de textura herbácea, con excepción del grupo 5, donde predominó la textura fibrosa (100%) (Cuadro 14). Las hojas fueron más pesadas y más resistentes en los conglomerados 2, 5 y 6, con respecto a los conglomerados 1 y 4.

El único conglomerado que mostró presencia de espinas (en tallos y ramas) fue el 2 (Cuadro 14). Los niveles de N, Ca y P, fueron bastante similares en los conglomerados 1, 2 y 5, con excepción de Ca y el P en el 5, los cuales fueron menor y mayor, respectivamente, que el de los otros dos conglomerados. El tipo de fruto predominante fueron la drupa (conglomerados 1 y 5) y la legumbre (conglomerado 2). Hubo predominio de la ornitocoria (conglomerado 1) y zoocoria (conglomerados 2 y 5) como mecanismo de dispersión de semillas.

El TFP y la FC, se asocian con estrategias de adaptación al pastoreo (Cornelissen *et al.*, 2003), y el predominio de formas arbóreas y arbustivas (mayor altura de la copa) en los conglomerados sugiere una alta tolerancia de estas comunidades al pastoreo, como lo reportó Peco *et al.* (2005); sin embargo, hay que tomar en cuenta que, estos conglomerados fueron hechos con las especies más abundantes (57 especies) (Magurran, 2004), y que existen otras 75 especies con rasgos posiblemente distintos, pero con baja o muy baja abundancia, y además, la ocurrencia de una gran diversidad

de TFP que se suceden espacial y temporalmente (Anexo 5) en el área estudiada en el estrato herbáceo.

El conglomerado 3 estuvo representado principalmente por los TFP Caespitulmi, Nothopluviiarbore y Tropoarbore (Cuadro 15), y estuvo constituido sólo por leguminosas, con hojas glabras, planas, de textura herbácea y de resistencia baja (Cuadro 14). No hubo presencia de espinas. El nivel de N fue el más alto de todos los conglomerados encontrados, y los de Ca superior al de los conglomerados 2 y 4, pero inferior al del resto; el P fue similar a los de los grupos 1, 2 y 6. El fruto predominante fue la sámara, con el mecanismo de dispersión anemocoria.

El conglomerado 4 estuvo representado por la forma de vida Fasciculmi (plantas graminoides) (Cuadro 15), con hojas glabras, planas, herbáceas y de resistencia baja, y con el menor peso de hojas con respecto al resto de los conglomerados (Cuadro 14). Además, hay TFP Teroculmi, Teroherbae y Lignolianae aestivae. No hubo presencia de espinas. Este conglomerado mostró el nivel más bajo de Ca, con respecto a los otros conglomerados, el N fue similar al del grupo 1. El P mostró un valor intermedio entre los más bajos (conglomerados 1, 2 y 6) y el más alto (conglomerado 5). El fruto predominante fue el cariopsis y con mamalocoria como mecanismo de dispersión.

El conglomerado 6 fue conformado por la forma de vida Lignolianae aestivae (Cuadro 15), con hojas glabras, planas de textura fibrosa y resistencia media y sin presencia de espinas (Cuadro 14). El nivel de N fue el más bajo de todos los grupos, y el Ca fue más bajo que para los conglomerados 1 y 2, pero más alto que para el resto; el nivel de P fue similar al de los grupos 1 y 2, pero inferior al del resto. Las hojas fueron tan pesadas como las de los grupos 2 y 5. El fruto predominante fue la cápsula y con zoocoria como mecanismo de dispersión.

Generalmente los rasgos funcionales de las hojas se asocian con la historia de vida de la vegetación, distribución y requerimientos de recursos de las especies vegetales (Cornelissen *et al.*, 2003; Hoffmann *et al.*, 2005), y en este caso particular, por

constituirse en el componente principal en la dieta de vacunos a pastoreo (Díaz *et al.*, 2001; Peco *et al.*, 2005; Navarro *et al.*, 2006).

En este estudio, los conglomerados obtenidos, presentaron algunos rasgos limitantes y otros no, para su utilización por rumiantes a pastoreo: hojas glabras, herbáceas y muy delgadas, con resistencia media a baja, presencia de espinas sólo en un conglomerado, con niveles de Ca muy alto (1,25%), P medio (0,34%), N alto (2,91%) (McDowell, 1985; Combellas, 1998) y hojas muy pesadas (297,98 mg/g) (Díaz *et al.*, 2001; Peco *et al.*, 2005).

Sin embargo, la tendencia de las variables características varía cuando se considera por estrato: los niveles de N, Ca, P y MSH fueron superiores en el estrato arbóreo (2,95%; 1,46%; 0,34% y 311,18 mg/g, respectivamente) con respecto al estrato herbáceo (2,71%; 1,19%; 0,23% y 231,98 mg/g, respectivamente) ( $P < 0,05$ ), aunque ambos fueron altos de acuerdo a los requerimientos de rumiantes a pastoreo (McDowell, 1985; Combellas, 1998). Lo anterior coincide con los resultados reportados por Hoffmann *et al.* (2005), quienes encontraron mayor contenido de N, P, K y hojas más pesadas en especies arbóreas.

La rusticidad (fibrosas) y mayor peso de las hojas han sido asociados con resistencia al pastoreo (Cornelissen *et al.*, 1999; Cornelissen *et al.*, 2003; Peco *et al.*, 2005), sin embargo, Westoby *et al.* (1999) y Díaz *et al.* (2001), han reportado lo contrario, que la terneza de las hojas (débiles y menos pesadas) favorece la resistencia al pastoreo. Lo anterior pudiera deberse a la rápida respuesta en crecimiento (Díaz *et al.*, 2001), como resultado de un mecanismo de economía de la hoja (Westoby y Wright, 2006), en el caso de las especies con hojas tiernas.

Hubo una alta variedad de tipos de frutos (principalmente frutos secos) y resalta la dispersión asistida (ornitocoria, mamalocoria y zoocoria) como mecanismo de propagación, rasgo que ha sido asociado con alta presión de pastoreo (McIntyre y Lavorel 2001; Peco *et al.*, 2005), además que evidencia dependencia de agentes externos (fauna silvestre y animales domésticos) para la dispersión de frutos y



semillas. La alta presencia de frutos secos en el área estudiada, posiblemente limite su utilización por rumiantes a pastoreo, ya que estos prefieren frutos carnosos, por ser fuentes altamente proteicas y energéticas (Cecconello *et al.* 2003; Baldizán, 2003).

Hay discrepancia en la literatura en cuanto a que los rasgos funcionales predominantes provean de resistencia (Cornelissen *et al.*, 2003; Peco *et al.*, 2005) o susceptibilidad (Díaz *et al.*, 2001) de las especies ante el pastoreo. Sin embargo, la larga historia de uso de estas comunidades para fines de pastoreo, puede ser un factor decisivo en que las especies más abundantes tengan tales rasgos funcionales a nivel de hojas, y otros estructurales que son también resaltantes (baja altura, baja cobertura, y baja producción de biomasa) (Lavorel *et al.*, 1997; Bullock *et al.*, 2001; Peco *et al.*, 2005).

Todo lo anterior, aunado al ciclo de vida corto y la fuerte senescencia y caducidad observada, conforman en su conjunto estrategias de evasión compensadas por estrategias de resistencia, que facilitan la persistencia de las especies en las comunidades evaluadas, sobre todo para aquellas utilizadas por los animales a pastoreo.

## **6.5. Estructura**

### **a. Estructura del estrato arbóreo**

Las cuatro comunidades boscosas fueron similares entre sí ( $P > 0,05$ ), para plántulas y brinzales (Cuadros 16 y 17), para las variables NT, A y C, con excepción de la C en brinzales. El NI fue superior ( $P < 0,0001$ ), para las comunidades B3 y B4, con respecto a las comunidades B1 y B2, tanto en plántula (55.000) como brinzales (3.200). Por otro lado, no se encontró ninguna correlación entre variables para la categoría de plántulas, pero sí para brinzales, entre NI y C ( $r^2: 0,84$ ,  $P < 0,05$ ) (Anexo 6). El NT fue similar (1) para ambas categorías. La altura promedió 0,15 m y 0,69 m ( $P > 0,05$ ), para plántulas y brinzales, respectivamente.

Cuadro 16. Variables estructurales en plántulas en cuatro comunidades boscosas en el estado Cojedes

Comunidad	NI <sup>1*</sup>	NT <sup>2</sup>	A (m) <sup>3</sup>	C (%) <sup>4</sup>
B1	50.000 <sup>b</sup>	1	0,16	5,12
B2	40.000 <sup>b</sup>	1	0,15	3,56
B3	60.000 <sup>a</sup>	1	0,13	4,26
B4	70.000 <sup>a</sup>	1	0,14	4,07
EE	4,71	0	1,56	11,51
CV (%)	82,95	0	40,89	72,26
P	0,0001	0	0,4365	0,3053

1: Número de individuos/ha; 2: Número de tallos; 3: Altura; 4: Cobertura promedio. \*: Promedios en una misma columna con letras distintas son estadísticamente diferentes entre sí, según prueba de Tukey (P = 0,0001).

Cuadro 17. Variables estructurales en brinzales en cuatro comunidades boscosas en el estado Cojedes

Comunidad	NI <sup>1*</sup>	NT <sup>2</sup>	A (m) <sup>3</sup>	C (%) <sup>4*</sup>
B1	1200 <sup>b</sup>	1	0,71	2,59 <sup>b</sup>
B2	1600 <sup>b</sup>	1	0,72	4,17 <sup>ab</sup>
B3	4400 <sup>a</sup>	1	0,64	5,97 <sup>a</sup>
B4	5600 <sup>a</sup>	1	0,69	7,69 <sup>a</sup>
EE	2,4396	0	0,2828	4,68
CV (%)	107,80	0	40,85	138,05
P	0,0004	0	0,9572	0,0031

1: Número de individuos/ha; 2: Número de tallos; 3: Altura; 4: Cobertura promedio. \*: Promedios en una misma columna con letras distintas son estadísticamente diferentes entre sí, según prueba de Tukey (P<0,005).

Para plántulas, la C fue similar (4,25%) ( $P > 0,05$ ), sin embargo muestra la tendencia a ser mayor en la comunidad B1 (5,12%) (Cuadro 16). Para el caso de la categoría brinzal, la C resultó similar ( $P > 0,05$ ) entre las comunidades B2 (4,17%), B3 (5,97%) y B4 (7,69%), con diferencias ( $P = 0,0031$ ) entre las dos últimas y B1 (2,59%) (Cuadro 17).

Las categorías latizal y fustal (Cuadros 18 y 19), mostraron diferencias significativas en NI y AB ( $P < 0,0001$  y  $P < 0,05$ , respectivamente), y en C y DAP para latizales ( $P < 0,0001$  y  $P < 0,0043$ , respectivamente).

En el estrato latizal el NI fue superior ( $P < 0,0001$ ) en las comunidades B1, B3 y B4 (2800, 3200 y 2800, respectivamente), con respecto a la comunidad B2 (1600) (Cuadro 18). El promedio de NT fue 2, muy posiblemente debido a la presencia en este estrato de varias especies arbustivas (Cuadro 18). La A promedió 4,36 m y la C fue superior ( $P < 0,0072$ ) en B1 (40,50%) con respecto a B3, B4 y B2 (37,30%, 33,20% y 30,21%, respectivamente), y sin diferencias entre estas últimas ( $P > 0,05$ ) (Cuadro 18).

Con respecto a latizales, la comunidad con mayor DAP fue B1 ( $P < 0,0001$ ) (4,90 cm), con respecto a B2 (4,11 cm), B3 (3,36 cm) y B4 (3,18 cm) (Cuadro 18). Las comunidades con mayor AB fueron B1 y B3 (108 m<sup>2</sup> y 92 m<sup>2</sup>, respectivamente), con diferencias ( $P < 0,0001$ ) entre la primera y B2 (76 m<sup>2</sup>) y B4 (68 m<sup>2</sup>) (Cuadro 18).

Las variables estructurales para la categoría fustal resultaron con valores similares para los cuatro bosques (Cuadro 19), con excepción de NI y AB ( $P < 0,0001$  y  $P = 0,05$ , respectivamente).

El NI fue menor ( $P < 0,0001$ ) en B3 y B4 (300 individuos/ha), con respecto a B1 y B2 (400 individuos/ha) y la A promedió 9,2 m ( $P > 0,05$ ) (Cuadro 19).

La C promedió 14,95% ( $P > 0,05$ ) y tendió a ser ligeramente inferior en B4 (Cuadro 19).

Cuadro 18. Variables estructurales en latizales en cuatro comunidades boscosas en el estado Cojedes

Comunidad	NI <sup>1*</sup>	NT <sup>2</sup>	A (m) <sup>3</sup>	C (%) <sup>4*</sup>	DAP (cm) <sup>5*</sup>	AB (m <sup>2</sup> /ha) <sup>6*</sup>
B1	2800 <sup>a</sup>	2	4,77	40,50 <sup>a</sup>	4,90 <sup>a</sup>	108 <sup>a</sup>
B2	1600 <sup>b</sup>	2	4,27	30,21 <sup>b</sup>	4,11 <sup>b</sup>	76 <sup>b</sup>
B3	3200 <sup>a</sup>	2	4,04	37,30 <sup>ab</sup>	3,36 <sup>bc</sup>	92 <sup>ab</sup>
B4	2800 <sup>a</sup>	2	4,30	33,20 <sup>ab</sup>	3,18 <sup>c</sup>	68 <sup>b</sup>
EE	1,55	1,049	1,91	13,87	2,5515	0,1
CV (%)	90,07	61,34	43,91	91,30	66,82	112,76
P	0,0004	0,13	0,0012	0,0072	0,0001	0,0043

1: Número de individuos/ha; 2: Número de tallos; 3: Altura; 4: Cobertura promedio; 5: Promedio de diámetro a la altura de pecho; 6: Promedio del área basal de todos los individuos en la unidad de muestreo; \*: Promedios en una misma columna con letras distintas son estadísticamente diferentes entre sí, según prueba de Tukey (P<0,005).

Cuadro 19. Variables estructurales en fustales en cuatro comunidades boscosas en el estado Cojedes

Comunidad	NI <sup>1**</sup>	NT <sup>2</sup>	A (m) <sup>3</sup>	C (%) <sup>4</sup>	DAP (cm) <sup>5</sup>	AB (m <sup>2</sup> /ha) <sup>6*</sup>
B1	400 <sup>a</sup>	1	8,94	15,95	18,33	50 <sup>ab</sup>
B2	400 <sup>a</sup>	2	8,83	15,77	18,24	51 <sup>ab</sup>
B3	300 <sup>b</sup>	1	8,74	14,71	19,91	53 <sup>a</sup>
B4	300 <sup>b</sup>	1	9,57	13,35	21,81	44 <sup>b</sup>
EE	0,5568	0,8660	3,0315	4,42	12,238	0,173
CV (%)	46,22	62,26	33,22	63,73	61,91	77,47
P	0,0001	0,4612	0,7390	0,06	0,1276	0,05

1: Número de individuos/ha; 2: Número de tallos; 3: Altura; 4: Cobertura promedio; 5: Promedio de diámetro a la altura de pecho; 6: Promedio del área basal de todos los individuos en la unidad de muestreo; \*: Promedios en una misma columna con letras distintas son estadísticamente diferentes entre sí, según prueba de Tukey (P<0,05), \*\*(P = 0,0001).

El DAP promedió 19,55 cm ( $P > 0,05$ ). El AB fue superior ( $P < 0,05$ ) en B3 (53 m<sup>2</sup>) y mostró diferencias con B4 (44 m<sup>2</sup>), pero no con B2 y B3 (51 m<sup>2</sup> y 53 m<sup>2</sup>, respectivamente) (Cuadro 19).

Las variables dasométricas (DAP, AB) correlacionaron positivamente ( $P < 0,05$ ) con las variables estructurales (A, C y NI) (Anexo 6), como una consecuencia lógica de su vinculación biológica y de cálculo, ya que el AB se calcula con el DAP. Por otra parte, las correlaciones fueron más altas en latizales que en fustales (Anexo 6). La única correlación negativa ( $r^2$ : -0,53;  $P < 0,01$ ) fue entre DAP y NT en fustales (Anexo 6), debido a que la segunda variable siempre fue 1 en esa categoría.

Aunque el promedio de altura del estrato superior (9,2 m) fue bajo con respecto a lo citado por Fajardo *et al.* (2005), en las comunidades boscosas evaluadas se consiguieron árboles dispersos con altura de hasta 22 m, de las especies *P. acapulcensis* (Drago) y *A. peregrina* (Caravalí). Lo anterior, pudiera ser indicio de la alta extracción de madera que ha habido en estos bosques desde hace más de 30 años.

La cobertura es más alta en el estrato latizal (35,30%) reduciéndose a la mitad en el estrato fustal; sin embargo, se observó que el dosel de los fustales era continuo, con muy pocas interrupciones, ocurriendo lo contrario en el estrato latizal. El bajo DAP en latizales pudiera estar relacionado con la continuidad del dosel superior, puesto que se observó de manera generalizada un alargamiento de los tallos para alcanzar la luz.

El AB para latizales y fustales resultó superior al mostrado por Fajardo *et al.* (2005) para bosques caducifolios (21,5 m<sup>2</sup>/ha), y también superior a bosques de 10 años, 20 años, 30 años y bosques maduros (12,10 m<sup>3</sup>/ha a 56,76 m<sup>3</sup>/ha) (Howorth y Pendry, 2006), aunque en éste último caso se trataba de bosques secundarios en sucesión postcultivo.

El cono de vulnerabilidad (Cuadro 20) resultó mayor en la comunidad B2 (208,33 m<sup>3</sup>) con diferencias ( $P < 0,0001$ ) con el resto de las comunidades (70,09 m<sup>3</sup>, 96,08 m<sup>3</sup>,

Cuadro 20. Cono de vulnerabilidad y sus componentes en cuatro comunidades boscosas en el estado Cojedes

Comunidad	X <sup>1*</sup>	Y <sup>2*</sup>	Ángulo (°) <sup>*</sup>	Cono de vulnerabilidad (m <sup>3</sup> ) <sup>*</sup>
B1	3,38 <sup>bc</sup>	5,14 <sup>b</sup>	56,82 <sup>ab</sup>	70,09 <sup>b</sup>
B2	5,24 <sup>a</sup>	6,78 <sup>a</sup>	52,21 <sup>b</sup>	208,33 <sup>a</sup>
B3	2,97 <sup>c</sup>	4,62 <sup>b</sup>	60,67 <sup>a</sup>	96,08 <sup>b</sup>
B4	4,12 <sup>ab</sup>	5,33 <sup>b</sup>	52,04 <sup>b</sup>	110,47 <sup>b</sup>
EE	1,63	1,38	9,89	114,36
CV (%)	40,12	24,21	18,12	86,14
P	0,0001	0,0001	0,0017	0,0001

\*1: Distancia desde el punto de muestreo a la base de la obstrucción; 2: Altura de la obstrucción. \* Promedios en misma columna con letras distintas son estadísticamente diferentes entre sí, según prueba de Tukey (P<0,017).

y 110,47 m<sup>3</sup>, respectivamente para las comunidades B1, B3 y B4). Las variables que lo componen fueron igualmente significativas: los mayores valores de X ( $P < 0,0001$ ) e Y ( $P < 0,0001$ ) se obtuvieron en la comunidad B2, lo cual es consistente con el mayor cono de vulnerabilidad encontrado en esta última; por otro lado los menores valores para X e Y, correspondieron a la comunidad B3.

El cono de vulnerabilidad permite incorporar en un sólo índice varias variables estructurales, lo que facilita la interpretación de los resultados. El cono de vulnerabilidad se correlacionó positivamente con las variables X ( $r^2: 0,93$ ;  $P < 0,0001$ ) e Y ( $r^2: 0,61$ ;  $P < 0,0001$ ) (Anexo 7) y negativamente con el Ángulo ( $P < 0,0001$ ). Lo anterior significa que el volumen del cono será más alto mientras más altos y más separados en el plano horizontal, estén los obstáculos, lo cual facilita el tránsito por el bosque de los animales a pastoreo.

La alta correlación encontrada ( $P < 0,0001$ ) entre el cono de vulnerabilidad y la variable “X” (Anexo 7), evidencia la importancia de la distancia entre los obstáculos, más que la densidad, para limitar el desplazamiento de animales. Además, y a pesar de la alta densidad de lianas en las comunidades no pastoreadas (B3, 332 plantas/ha; B4, 340 plantas/ha ) versus las pastoreadas (B1, 110 plantas/ha; B2, 100 plantas/ha), la ausencia de correlación entre densidad de lianas y el cono de vulnerabilidad y sus componentes, posiblemente sea consecuencia del hábito de crecimiento de las lianas (postrado y luego erecto y trepador), lo cual limita su inclusión en las mediciones del cono puesto que se hacen a una altura de 10 cm sobre el suelo, pero sí limita el desplazamiento de animales rumiantes, como fue observado en el presente estudio.

Se observó una importante disminución del NI desde plántulas (55.000) hasta fustales (350), representando este último valor sólo el 0,64% de lo contabilizado en el estrato de plántulas (Cuadros 16, 17, 18 y 19). Lo anterior evidencia una alta vulnerabilidad de plántulas y brinzales, y porque la cobertura de brinzales es apenas superior al promedio del estrato plántula, lo cual pudiera comprometer la capacidad de

regeneración de las especies y la conservación de la biodiversidad sino se implementan estrategias de manejo sustentables.

Las categorías plántulas, brinzales y latizales constituyen las fases de regeneración y juvenil de un bosque, por lo que su evaluación contribuye a la planificación del manejo sostenible. Ésta clasificación es mucho más detallada que la usada convencionalmente en la bibliografía revisada (Baldizán, 2003; Chacón, 2003; Velásquez, 2005; Fajardo *et al.*, 2005) y permite evaluar cada estrato y en cual ocurren cambios drásticos de las variables evaluadas.

Mayor importancia tiene la estructura y las variables a través de las cuales se evalúa, cuando hay más de un factor de manejo que pueda perturbar su dinámica, como en el presente caso ya que no sólo hay extracción de madera sino su uso como recurso alimenticio para la fauna silvestre y animales domésticos (vacunos).

Hay un creciente interés en la evaluación conjunta con otras variables en la vegetación o en el animal sujeto de estudio. En ese sentido, Skarpe *et al.* (2007) evaluaron altura, cobertura, densidad, presencia de espinas y compuestos secundarios, para explicar los patrones de selección de caprinos a pastoreo, por otro lado, Renaud *et al.* (2003), Ouédraogo-Koné *et al.* (2006) y Sanon *et al.* (2007) midieron variables en los animales (actividades realizadas a pastoreo, plantas y partes de ellas consumidas, y caracterización de las dimensiones corporales) además de la vegetación evaluada para explicar comportamiento y selectividad.

Las plantas en fases juveniles contienen mayor cantidad de compuestos secundarios (Provenza, 1996), por lo que es poco probable que animales silvestres y domésticos las consuman; sin embargo hay evidencia que los animales usan esos compuestos secundarios para balancear su comida y detoxificarse, al combinar diferentes forrajes con contenidos de distintas toxinas complementarias (Provenza y Villalba, 2006; Villalba *et al.*, 2006, Mote *et al.*, 2008). El pisoteo, el arrastre o tapado por corrientes de agua, ataque de plagas y enfermedades, fueron observadas durante el transcurso de la investigación, como causas de daño a individuos jóvenes.



La ramificación del fuste (NT) cambia a partir de latizal. Ésa variable es importante ya que determina la fisionomía del individuo, la cobertura y en consecuencia el aporte de sombra para animales y la producción de biomasa. Renaud *et al.* (2003) y Skarpe *et al.* (2007), encontraron que la estructura (ramificación) afecta la preferencia, selección y frecuencia de visitas por animales silvestres y domésticos, respectivamente. Por otro lado, se ha demostrado que el N° de ejes puede ser usado como predictor para la estimación de biomasa en especies forrajeras (Camacaro *et al.*, 2002; Camacaro y Machado, 2005).

La presencia bien definida de los cuatro estratos, demuestran la estructura más compleja de este bosque decido. Otros autores (Fajardo *et al.*, 2005), han reportado la presencia de tres (20 m, > 1200 mm), dos (10-15 m, < 1200 mm) y un (10-12 m, < 1000 mm) estratos acompañado de una mayor a menor complejidad y precipitación, respectivamente, en términos de continuidad de la copa y especies presentes.

#### **b. Estructura y producción de biomasa del estrato herbáceo**

El efecto de las fuentes de variación: año, comunidad, periodo y sus interacciones fueron altamente significativos ( $P < 0,0001$ ) en la mayoría de los casos, sobre las variables estructurales altura, cobertura, MS verde, MS lignificada y MS senescente (Cuadros 21, 22 y 23). Todas las variables mostraron valores más altos en el primer año ( $P < 0,0003$ ) (Cuadro 21), con excepción de la MS lignificada ( $P > 0,05$ ) muy posiblemente debido a la mayor precipitación observada durante el 2008. La producción de biomasa (verde, senescente y lignificada) hasta 2 m en comunidades de bosques y los respectivos periodos, se muestra en las Figuras 9 y 10.

La altura en las diferentes comunidades (Cuadro 22) fue similar ( $P > 0,05$ ), con excepción de H3 y B2 (0,16 m, para ambas), que mostraron valores menores y diferentes del resto de las comunidades ( $P < 0,0001$ ). Similar comportamiento tuvo la variable cobertura en todas las comunidades (Cuadro 22). La anterior tendencia

Cuadro 21. Promedios anuales de variables estructurales en el estrato herbáceo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Año	Altura (m)	Cobertura (%)	MS <sup>1</sup> verde (kg/ha)	MS lignificada (kg/ha) <sup>NS*</sup>	MS senescente (kg/ha)
1	0,27 <sup>a</sup>	48,78 <sup>a</sup>	195,16 <sup>a</sup>	11,72	72,68 <sup>a</sup>
2	0,16 <sup>b</sup>	30,23 <sup>b</sup>	83,86 <sup>b</sup>	13,91	15,26 <sup>b</sup>
EE	0,1414	26,34	225,30	56,75	203,28
CV	70,56	63,76	135,70	428,71	330,71
Probabilidad					
Año (A)	0,0001	0,0001	0,0001	0,3504	0,0003
Comunidad (C)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Periodo (P)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Interacción					
AxC	0,0001	0,0001	0,0001	0,0255	0,0001
AxP	0,0079	0,0001	0,0001	0,0382	0,0001
CxP	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

\*NS: No significativo. 1. MS:, Materia seca.

Cuadro 22. Variables estructurales en el estrato herbáceo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Comunidad <sup>1</sup>	Altura (m)*	Cobertura (%)*	MS verde (kg/ha)* <sup>2</sup>	MS lignificada (kg/ha)*	MS senescente (kg/ha)*
H1	0,23 <sup>a</sup>	45,54 <sup>a</sup>	212,89 <sup>a</sup>	1,57 <sup>b</sup>	31,55 <sup>b</sup>
H2	0,26 <sup>a</sup>	44,06 <sup>a</sup>	217,80 <sup>a</sup>	35,33 <sup>a</sup>	162,87 <sup>a</sup>
H3	0,16 <sup>b</sup>	46,44 <sup>a</sup>	279,27 <sup>a</sup>	13,44 <sup>b</sup>	137,01 <sup>a</sup>
B1	0,24 <sup>a</sup>	39,32 <sup>ab</sup>	111,74 <sup>b</sup>	14,69 <sup>ab</sup>	12,58 <sup>b</sup>
B2	0,16 <sup>b</sup>	30,69 <sup>b</sup>	77,57 <sup>b</sup>	5,60 <sup>b</sup>	4,85 <sup>b</sup>
B3	0,22 <sup>a</sup>	43,70 <sup>a</sup>	92,33 <sup>b</sup>	10,74 <sup>b</sup>	8,52 <sup>b</sup>
B4	0,27 <sup>a</sup>	33,44 <sup>b</sup>	61,16 <sup>b</sup>	11,43 <sup>b</sup>	0,27 <sup>b</sup>

\*Promedios en columnas con distinta letra, son estadísticamente diferentes entre sí, según prueba de Tukey (P<0,0001). 1: Promedio de 2 años; 2. MS: Materia seca.

Cuadro 23. Variables estructurales en diferentes periodos de muestreo en el estrato herbáceo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Periodo <sup>1</sup>	Altura (m)*	Cobertura (%)*	MS verde (kg/ha)* <sup>2</sup>	MS lignificada (kg/ha)*	MS senescente (kg/ha)*
L/S	0,28 <sup>a</sup>	60,12 <sup>a</sup>	257,30 <sup>a</sup>	15,10 <sup>b</sup>	120,35 <sup>a</sup>
S	0,26 <sup>a</sup>	55,90 <sup>a</sup>	230,45 <sup>a</sup>	17,94 <sup>ab</sup>	118,34 <sup>a</sup>
S	0,30 <sup>a</sup>	44,06 <sup>c</sup>	167,60 <sup>ab</sup>	30,86 <sup>a</sup>	98,98 <sup>a</sup>
S	0,19 <sup>b</sup>	33,47 <sup>c</sup>	121,61 <sup>bc</sup>	12,96 <sup>bc</sup>	26,65 <sup>b</sup>
S/LI	0,14 <sup>c</sup>	27,98 <sup>b</sup>	91,90 <sup>c</sup>	0,92 <sup>c</sup>	2,84 <sup>b</sup>
LI	0,21 <sup>b</sup>	43,68 <sup>b</sup>	119,66 <sup>bc</sup>	14,09 <sup>bc</sup>	62,02 <sup>ab</sup>

\*Promedios en columnas con distinta letra, son estadísticamente diferentes entre si, según prueba de Tukey (P<0,0001); 1: Promedio de 2 años; LI/S, Lluvia-sequía (enero/); S, Sequía (febrero, marzo y abril); S/LI, Sequía-Lluvia (mayo); Lluvia (junio). 2. MS: Materia seca.

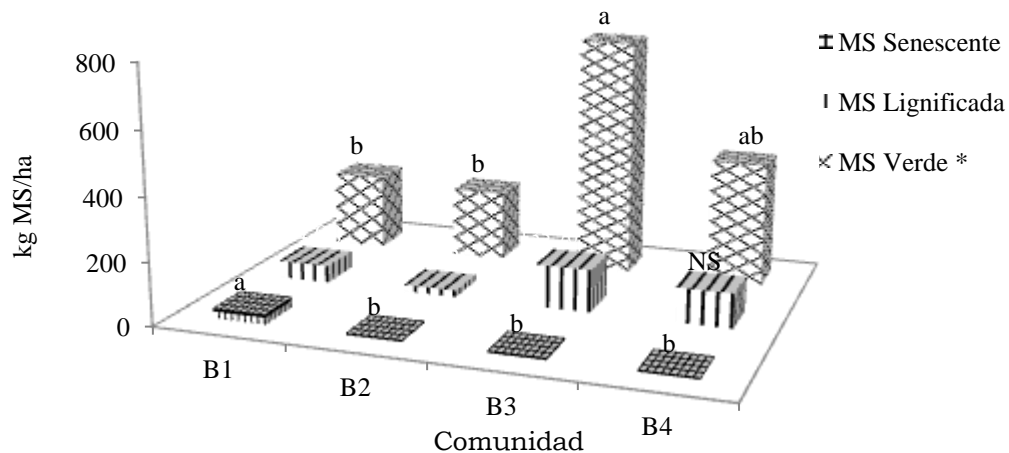


Figura 9. Producción de biomasa en comunidades boscosas en el estado Cojedes

Incluye biomasa de diferentes grupos funcionales, hasta 2 m de altura. Promedio de 2 años. \*: Columnas del mismo color con letras distintas son significativamente diferentes

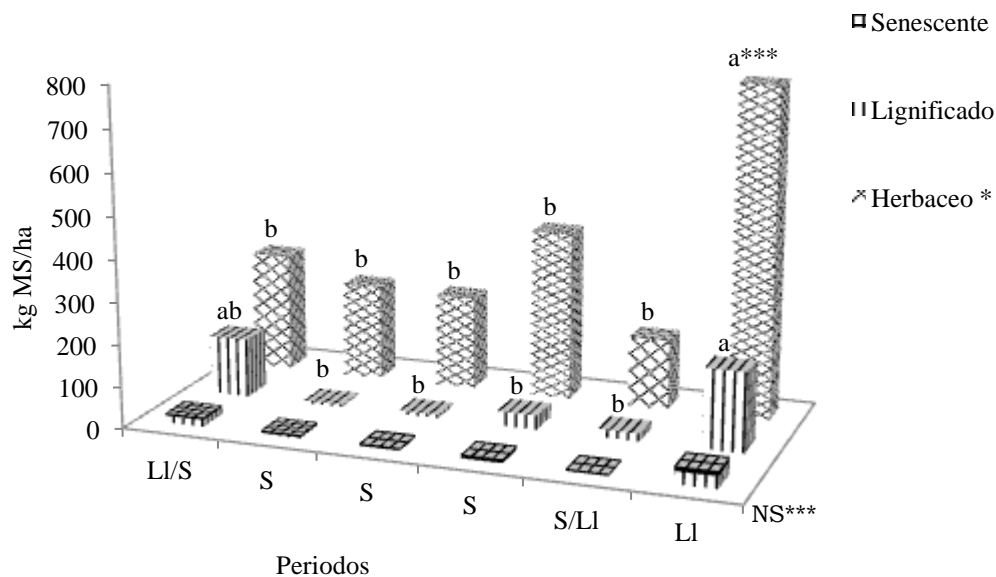


Figura 10. Producción de biomasa\*\* por periodo en comunidades boscosas en el estado Cojedes

\*: Incluye biomasa de diferentes grupos funcionales. \*\*: Hasta 2 m de altura. Promedio de 2 años. \*\*\*: Columnas del mismo color con letras distintas son significativamente diferentes ( $P < 0,05$ ), NS: No significativo.

similar puede explicarse por la correlación encontrada ( $r^2$ : 0,53;  $P < 0,001$ ) entre las variables altura y cobertura (Anexo 8).

La MS verde fue superior ( $P < 0,0001$ ) en las sabanas con respecto a las comunidades boscosas (Cuadro 22). Los procesos de lignificación y senescencia fueron más marcados en las sabanas que en los bosques, mostrando las primeras valores más altos que las segundas ( $P < 0,0001$ ), en la mayoría de los casos, para ambas variables.

En algunos casos, la MS senescente represento más del 40% de la MS verde (comunidades H2, H3 y los meses de febrero y marzo) (Cuadros 23 y 24). Lo anterior pudiera explicarse por la alta presencia de TFP anuales, caducifolios y de otros que no siendo caducifolios, se comportan como tales por las restricciones climáticas (Figuras 7 y 8).

Cuando se incluye la biomasa (MS verde) producida hasta 2 m de altura en el bosque (Figura 10), la hojarasca (Anexo 10) y la MS verde en el estrato herbáceo (Cuadro 23), la biomasa total potencialmente cosechable se incrementa notoriamente, alcanzando valores desde 378,71 kg MS verde/ha para el mes de mayo hasta 1224,42 kg MS verde/ha para el mes de enero, con valores intermedios para los otros meses (869,19 kg MS verde/ha, 694,96 kg MS verde/ha, 740,93 kg MS verde/ha, 969,59 kg MS verde/ha, para los meses de febrero, marzo, abril y junio, respectivamente).

En la Figura 9, se observa que la variable MS lignificada muestra valores mayores comparados con lo mostrado en el Cuadro 22; lo anterior se explica por la presencia de lianas y formas juveniles de árboles y arbustos que aportan a la variable mencionada. La biomasa potencialmente comestible (herbácea y tallos  $\varnothing < 5\text{mm}$ , hasta 2 m de altura) tanto por periodo como por comunidad (Figuras 9 y 10), siguió una tendencia similar a la encontrada en la biomasa del estrato herbáceo en las comunidades de sabanas y boques (Cuadros 23 y 24).

Las diferencias entre las variables ( $P < 0,0001$ ) fue más marcada por periodo (Cuadro 23). Todas las variables siguieron una tendencia similar a medida que se avanzó en

los periodos: decreciendo hasta que en el último periodo comenzaban a aumentar, lo cual está muy relacionado con el comportamiento de la precipitación en la zona (Figura 2) y muy posiblemente con la capacidad de retención de humedad por el suelo, dada su textura media a fina.

Las correlaciones entre las variables estructurales altura, cobertura y MS verde fueron significativas y positivas (A-C,  $r^2$ : 0,53; A-MS,  $r^2$ : 0,37; C-MS,  $r^2$ : 0,54;  $P < 0,001$ ) aunque bajas (Anexo 8). Además la MS verde mostró correlación positiva y baja también ( $r^2$ : 0,49;  $P < 0,001$ ) con la MS senescente (Anexo 8), posiblemente relacionado con la presencia de TFP caducifolios y anuales. Las bajas correlaciones encontradas (Anexo 8) entre variables biológicamente correlacionas pudiera deberse al alto CV encontrado (Cuadro 21).

El efecto de las tres fuentes de variación (año, comunidad y periodo) sobre las variables estructurales del estrato herbáceo se observa en el Anexo 6. La alta correlación entre las variables originales y los CP 1 y 2 (correlación cofenética 0,998) (Cuadro 24) demuestra que los últimos explican bien a las primeras.

En el Anexo 6 se observa que alrededor de los vectores A y C se agrupan mayor número de observaciones, que alrededor del vector MS, correspondientes a todas las comunidades de sabanas y bosques, principalmente durante diferentes periodos del primer año.

En el Anexo 6, se observa una alta proporción de observaciones en los cuadrantes superior e inferior derechos asociados al CP 1 y principalmente correspondientes al segundo año de observación, lo cual se explica por la alta correlación encontrada entre el CP 1 y las variables originales (Cuadro 24) y por el efecto de año, comunidad y periodo mostrado en el Cuadro 22.

El Anexo 6 muestra que los bajos valores de las variables persistieron aún en épocas favorables (transición lluvia-sequía y lluvia), y la distribución de los vectores en dos grupos pudiera explicar la baja correlación encontrada entre variables con demostrada

Cuadro 24. Correlación de las variables originales altura, cobertura y biomasa con los tres primeros componentes principales

Variables	Correlaciones con variables originales		
	CP1	CP2	CP3
A (cm)	-0,81	0,52	-0,26
C (%)	-0,89	0,02	0,45
MS (kg/ha)	-0,80	-0,56	-0,23

Correlación cofenética: 0,998

asociación biológica (Camacaro *et al.*, 2002; Camacaro y Machado, 2005). La correlación entre las variables Altura, Cobertura y MS verde (Anexo 8), se muestra de manera evidente por la distancia entre los vectores en el Anexo 15.

Los valores más altos de las variables A, C y MS verde (Anexo 6), se obtuvieron durante los periodos 1 y 2 (febrero y marzo, transición lluvia-sequía y sequía), en las comunidades 1, 2 y 3 (sabanas), valores medios en los periodos 4, 5 y 6 (abril, mayo y junio, sequía e inicio de lluvias), y muy bajos en el resto de los periodos. Las diferencias en producción de MS verde entre sabanas y bosques, reflejan un efecto de la competencia con los árboles por agua, luz y nutrientes (Sharrow, 2007), y las variaciones entre épocas pudieran ser producto de diferencias en la disponibilidad de humedad del suelo como consecuencia de las características físico-químicas del mismo.

Las características cuantitativas de la vegetación, como la altura y cobertura, han demostrado ser importantes en los procesos de selección por animales a pastoreo (Smallegange y Brunsting, 2002), y en condiciones de pastoreo pueden modificar variables del comportamiento animal, como por ejemplo, reducción en el consumo a medida que disminuye la altura del forraje (40 a 10 cm), y como consecuencia de lo anterior aumento en el tiempo de pastoreo (De Lucena, 2003), sin embargo, Agreil *et al.* (2005), encontraron con ovejas a pastoreo un aumento del consumo por incremento en el tamaño del mordisco y con equivalente valor nutritivo.

En ambientes con mayores limitaciones por la presencia de lámina de agua (esteros) se han reportado coberturas más altas (desde 40,48%, para pastoreo continuo hasta 78,76%, para pastoreo diferido rotativo) (Torres *et al.*, 1987; Torres *et al.*, 2003) y también para condiciones mejor drenadas (banco y bajío) (60,62% a 73,05%, para pastoreo continuo y diferido, respectivamente, en banco; 56,24% hasta 57,43%, para pastoreo diferido y continuo, respectivamente, en bajío) (Torres *et al.*, 2003).

A pesar del aumento de la biomasa en los bosques con el aporte del estrato hasta 2 m (Figura 9 y 10) y de la hojarasca (Anexo 10), los valores reportados estuvieron por



debajo de lo encontrado en otros trabajos. En este sentido, Torres *et al.* (2003) obtuvieron en zonas de banco del estado Apure, producción de biomasa de 1014 a 2004 kg MS/ha.

En condiciones de sistemas silvopastoriles, las producciones de biomasa también han sido superiores a las encontradas en el presente trabajo; al respecto, Baldizán (2003), reportó promedios de MS desde 1249 hasta 2528 kg/ha en diferentes comunidades vegetales, y Reyes (2005) reportó 1111 kg/ha. Lo reportado por Ojeda (2009) (969,3 kg MS/ha) fue inferior a los dos casos anteriores, a pesar de la mayor precipitación en la zona (Municipio San Genaro de Boconoito, Portuguesa).

En general la literatura revisada reporta que la producción de biomasa se incrementa a medida que aumenta el grado de intervención (Chandrasekaran y Swamy, 2002), asociado con la presencia de determinadas especies tanto en el estrato herbáceo como el arbóreo (Samra *et al.*, 1999; Chandrasekaran y Swamy, 2002; Hernández y Guenni, 2008), y a variaciones en la estructura (Baldizán, 2003; Miliani *et al.*, 2008b; Chartiera *et al.*, 2011), lo cual pudiera explicar lo encontrado en el presente estudio.

La alta producción de biomasa lignificada y senescente ( $P < 0,0001$ ) a través de diferentes periodos y comunidades, muestra la importancia de los procesos fenológicos aún en corto tiempo, lo que evidencia la presencia de especies anuales o que como mecanismo de supervivencia y siendo perennes, acortan su ciclo productivo y reproductivo. Además, las características físicas de estos suelos ya han sido reportadas como limitantes al desarrollo de la mayoría de los cultivos (Vargas, 2009). Por otro lado, la carga animal instantánea (0,88 UA/ha y 1,57 UA/ha, para 2008 y 2009, respectivamente) fue baja para ambos años, lo que hace poco probable un efecto directo de la misma sobre los cambios observados en las variables de estructura.

La heterogeneidad espacial y temporal resultó en respuesta diferencial en estructura en el estrato herbáceo, lo cual se evidencia a través de las interacciones altamente significativas entre las variables evaluadas por efecto de las fuentes de variación año,

comunidad y periodo (Cuadro 21). Las diferencias en humedad del suelo son usualmente responsables de la heterogeneidad espacial y temporal, por lo tanto era de esperarse que las áreas cercanas a los cursos de agua (comunidades H1 y B2) produjeran mas biomasa, exhibieran alturas y coberturas mayores que las áreas intermedias y más secas (Torres *et al.*, 2003; Utrilla *et al.*, 2006).

La planificación del manejo del pastoreo en comunidades de sabanas y bosques debería basarse en el comportamiento estructural de la vegetación a escala espacial (comunidades) y temporal (periodos) con el propósito de ajustar el pastoreo a dichas variaciones estructurales.

### **c. Producción de hojarasca en comunidades boscosas**

La producción de hojarasca (Cuadro 25) (545,01 kg MS/ha) no fue afectada por año ( $P>0,05$ ), pero sí por periodo ( $P<0,05$ ) y por comunidad ( $P<0,05$ , con excepción de MST). La mayor producción de hojarasca y sus fracciones fue observada en las comunidades B2 y B4 (Cuadro 26), lo cual pudiera estar relacionado con el número de individuos adultos (latizales y fustales) en esas comunidades (Cuadros 18 y 19).

En el Anexo 10, se observa que la producción de MSTot y MSH, siguen una tendencia similar: en ascenso desde noviembre hasta alcanzar un máximo valor en enero y luego descender en los meses posteriores hasta que en el último muestreo (junio) alcanzan valores inferiores a los reportados para noviembre. La tendencia descrita anteriormente, pudiera estar relacionada con la estacionalidad de la precipitación, el comportamiento fenológico de los diferentes TFP que conforman las comunidades boscosas (Figura 5) y la capacidad de retención de agua de los suelos, ya que en el Cuadro 2, se observa que los suelos de los bosques son principalmente F y FA, con drenaje interno lento (Chacón y Strebin, 1989). Por otro lado la curva de precipitación (Figura 2), define la existencia de un período húmedo que se prolonga hasta diciembre. La relación entre la producción de hojarasca y la estacionalidad

Cuadro 25. Producción de hojarasca y sus componentes en comunidades boscosas en el estado Cojedes

Hojarasca (kg MS/ha)						
FV	MSH	MSFL	MSFS	MSFF	MST	MSTot
Media	373,28	12,82	26,32	15,52	117,07	545,01
EE	277,10	36,55	46,35	38,44	168,54	379,42
CV (%)	67,0	29,37	188,29	204,66	146,54	64,77
R <sup>2</sup> aj.	0,58	0,16	0,59	0,21	0,42	0,47
Probabilidad						
Año (A)	0,0726	0,9416	0,7685	0,4534	0,2102	0,1067
Comunidad (C)	0,0112	0,05	0,05	0,05	0,0683	0,0054
Periodo (P)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0001
Interacción						
AxC	0,0425	0,7886	0,3879	0,0547	0,1765	0,0067
AxP	0,0001	0,5904	0,0162	0,0001	0,0660	0,0001
CxP	0,0001	0,0037	0,0001	0,1387	0,3093	0,0049

MSH: MS hojas; MSFL: MS flores; MSFS: MS frutos+semillas; MSFF: MS material finamente fraccionado; MST: MS tallos; MSTot: MS total.

Cuadro 26. Producción de hojarasca y sus componentes en cuatro comunidades boscosas en el estado Cojedes

Biomasa (kg MS/ha)						
Comunidad	MSH	MSFL	MSFS	MSFF	MST	MSTot
B1	188,76 <sup>b*</sup>	3,21 <sup>b</sup>	36,19 <sup>a</sup>	4,89 <sup>b</sup>	151,42	384,47 <sup>c</sup>
B2	457,52 <sup>a</sup>	17,85 <sup>a</sup>	18,91 <sup>b</sup>	14,93 <sup>ab</sup>	139,63	648,84 <sup>a</sup>
B3	365,06 <sup>a</sup>	14,04 <sup>ab</sup>	23,74 <sup>ab</sup>	16,74 <sup>ab</sup>	91,54	511,09 <sup>b</sup>
B4	389,51 <sup>a</sup>	11,36 <sup>ab</sup>	31,36 <sup>ab</sup>	20,20 <sup>a</sup>	102,87	555,30 <sup>ab</sup>

MSH: MS hojas; MSFL: MS flores; MSFS: MS frutos+semillas; MSFF: MS material finamente fraccionado; MST: MS tallos; MSTot: MS total. \*(P<0,05).

de la precipitación ha sido reportada por diversos autores (Haase, 1999; Baldizán, 2003; Barlow *et al.*, 2007; Soler *et al.*, 2008).

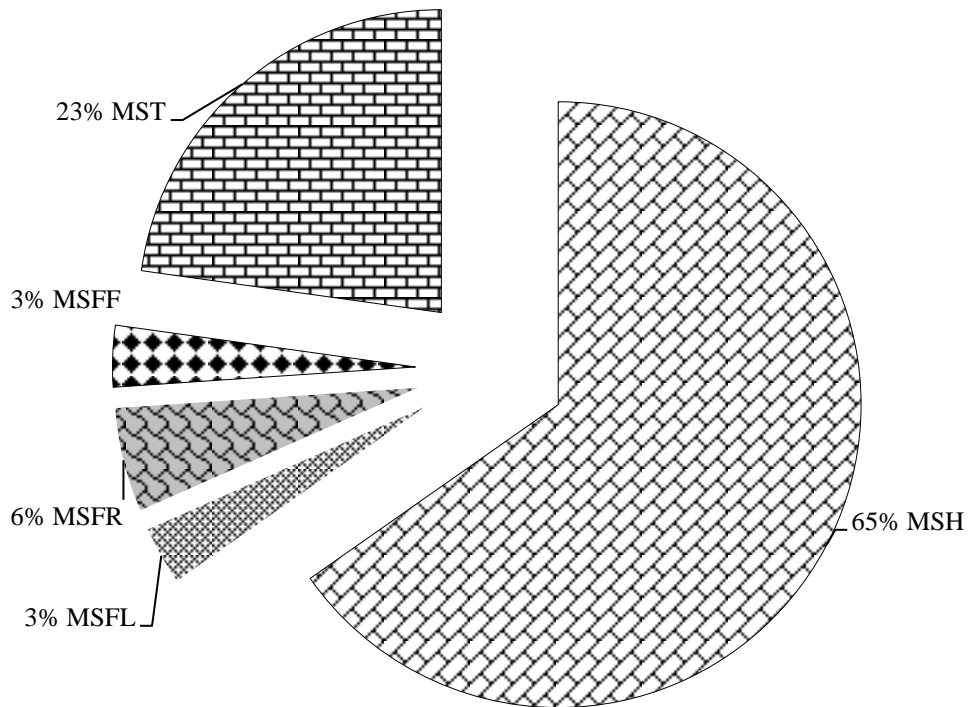
La producción acumulada de hojarasca (Anexo 10) estimada para 12 meses fue de 6956,54 kg MS/ha. La producción reportada anteriormente (MSTot acumulada) fue superior a la encontrada por Haase (1999) (4960 kg/ha), Baldizán (2003) (788,61 kg/ha), Soler *et al.* (2008) (6101 kg/ha) y Velásquez (2009) (453 kg/ha) en bosque deciduos y semideciduos (Haase, 1999), pero inferior a la mostrada por Pizani *et al.* (2005) (10619 kg/ha).

Las diferencias encontradas con respecto a los trabajos revisados, pueden estar relacionadas con la diversidad y densidad de los bosques evaluados.

El componente que hace una mayor contribución a la producción de hojarasca es la MSH (Figura 11) con un 65%, seguido por MST (23%), MSFR (6%) y contribución similar (3%) para MSFL y MSFF, lo cual explica las correlaciones encontradas entre las variables MSH y MSTot ( $r^2$ : 0,91,  $P < 0,001$ ) y MST y MSTot ( $r^2$ : 0,61,  $P < 0,001$ ) (Anexo 11)

Una tendencia similar a la mencionada en el párrafo anterior ha sido reportada por Haase (1999) y Pizzani *et al.* (2005), con excepción del componente reproductivo que fue muy alto (18,33%) en el trabajo de Pizzani *et al.* (2005), muy posiblemente debido a la composición botánica del bosque evaluado, con un predominio de especies con frutos carnosos (más pesados) contrario a lo que se encontró en este estudio (alta presencia de frutos secos) (Cuadro 14).

Es importante mencionar que la producción de partes reproductivas, esto es, flores, frutos y semillas (MSFL y MSFR) ocurre durante los 8 meses de muestreo, con excepción de los meses de enero y febrero cuándo no se reporta producción de flores (Anexo 10). Esta producción continua en el tiempo de flores, frutos y semillas pudiera estar asociada con la presencia de TFP Nothopluviiarbore y Tropoarbore, para árboles y Nothopluviiarbusta y Tropoarbusta, para arbustos, los cuales difieren



MSH: Materia seca de hojas, MSFL: Materia seca de Flores, MSFR: Materia seca de frutos, MSFF: Materia seca de material finamente fraccionado no diferenciable. MST: Materia seca de tallos.

Figura 11. Participación porcentual de los componentes de la hojarasca en comunidades boscosas en el estado Cojedes

en el grado de asociación entre los procesos fenológicos y la estación climática (Cuadro 6, Anexos 1 y 10).

Fenológicamente, en los meses de enero y febrero ocurre la mayor abundancia en floración y frutos secos en bosques deciduos, por lo que la baja producción reportada en este estudio, podría deberse al remanente de humedad en el suelo, ya que estos bosques permanecen el periodo lluvioso con una lámina continua de inundación.

Por otra parte, los efectos del cambio climático, particularmente en años de ocurrencia del fenómeno de la “Niña”, modifica los patrones de precipitación, lo cual también alteraría el comportamiento fenológico de las diferentes especies de plantas presentes.

#### **6.6. Características de los sitios de alimentación de animales a pastoreo**

Todas las variables evaluadas sobre las tres transectas, con excepción de número de especies seleccionadas ( $P > 0,05$ ), presentaron diferencias e interacciones altamente significativas por efecto de año ( $P < 0,01$ ) (Cuadros 27 y 28). La distancia recorrida fue más larga el primer año (16,03 m) (Cuadro 27) con mayor N° de especies totales en la transecta animal, pero con similar N° de especies seleccionadas para ambos años, a pesar que el área visitada (transectas control y aleatoria) fue más diversa que el sitio de alimentación durante el primer año (Cuadro 27).

La menor distancia recorrida durante el año 2 (13,41 m) pudiera deberse a que los animales seleccionaron sitios de alimentación con mayor porcentaje de especies seleccionables (Cuadro 28), por otro lado el menor porcentaje de especies seleccionables en las transectas control y aleatoria, y mayor en la transecta animal, en los años evaluados (Cuadro 28), evidencia la capacidad de selección por parte del animal por aquellos sitios con determinadas especies. La comunidad más visitada durante los dos años de evaluación fue H1 (Cuadro 29).

Cuadro 27. Promedios anuales de variables evaluadas en las transectas animal, control y aleatoria con animales a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Variables	Distancia recorrida (m)	N° de estaciones de alimentación	Especies (N°)			
			Transecta animal		Transecta control (total)	Transecta control (total)
			Seleccionadas	Total		
Año 1	16,03 <sup>a</sup>	6 <sup>b</sup>	2	5 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>
Año 2	13,41 <sup>b</sup>	7 <sup>a</sup>	2	4 <sup>b</sup>	6 <sup>b</sup>	6 <sup>b</sup>
EE	5,61	1,74	0,74	1,55	1,16	1,16
CV (%)	38,23	27,72	44	34,35	17,76	18,12
Probabilidad						
Año (A)	0,0050	0,0191	0,6236	0,0001	0,0001	0,0001
Comunidad (C)	0,5529	0,2209	0,0404	0,0001	0,2096	0,0001
Periodo (P)	0,06	0,2614	0,0058	0,0001	0,0001	0,0001
Interacciones						
AxC	0,7524	0,6759	0,1304	0,8759	0,0001	0,2448
AxP	0,0009	0,1295	0,0004	0,6850	0,0001	0,0001
CxP	0,3390	0,6056	0,9632	0,0205	0,2610	0,0001

Cuadro 28. Porcentaje de especies seleccionadas por animales a pastoreo con respecto al total de especies en las transectas animal, control y aleatoria, en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Variables	% sp. Selec TAn <sup>1</sup>	% sp. Selec. TAn/TC <sup>2</sup>	% sp. Selec. TAn/TA <sup>3</sup>
Año 1	38 <sup>b</sup>	26 <sup>b</sup>	26 <sup>b</sup>
Año 2	50 <sup>a</sup>	29 <sup>a</sup>	32 <sup>a</sup>
EE	0,2	0,14	0,2
CV (%)	48,29	48,45	67,90
Probabilidad			
Año (A)	0,0029	0,0403	0,0192
Comunidad (C)	0,0117	0,0267	0,0013
Periodo (P)	0,0010	0,0095	0,0166
Interacciones			
AxC	0,7661	0,4309	0,5096
AxP	0,0005	0,0001	0,1458
CxP	0,0003	0,6796	0,0248

1:% de especies seleccionadas con respecto al total, en la transecta animal; 2:% de especies seleccionadas en la transecta animal con respecto a especies totales de la transecta control; 3:% de especies seleccionadas en la transecta animal con respecto a especies totales de la transecta aleatoria.



Cuadro 29. Promedios por período de variables evaluadas en las transectas animal, control y aleatoria de animales a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Año	Período	Comunidad	Distancia recorrida (m)	N° estaciones de alimentación	N° sp. Selec. TAn <sup>1</sup>	N° sp. Tot. TAn <sup>2</sup>	% sp. Selec. TAn <sup>3</sup>	N° sp. Tot. TC <sup>4</sup>	% sp. Selec. TAn/TC <sup>5</sup>	N° sp. Tot. TA <sup>6</sup>	% sp. Selec. TAn/TA <sup>7</sup>
2008	Febrero	H1	12,01 <sup>ab</sup>	6 <sup>ab</sup>	2 <sup>ab</sup>	5 <sup>abc</sup>	44 <sup>bcd</sup>	8 <sup>bc</sup>	27 <sup>bcde</sup>	7 <sup>bc</sup>	31 <sup>ab</sup>
2008	Febrero	H3	12,69 <sup>ab</sup>	6 <sup>ab</sup>	2 <sup>b</sup>	3 <sup>cd</sup>	55 <sup>bc</sup>	8 <sup>bc</sup>	20 <sup>bcd</sup>	8 <sup>ab</sup>	20 <sup>b</sup>
2008	Marzo	H1	13,38 <sup>ab</sup>	6 <sup>ab</sup>	1 <sup>b</sup>	6 <sup>abc</sup>	19 <sup>d</sup>	8 <sup>bc</sup>	13 <sup>e</sup>	7 <sup>bc</sup>	14 <sup>b</sup>
2008	Marzo	B2	14,13 <sup>ab</sup>	6 <sup>ab</sup>	2 <sup>ab</sup>	7 <sup>a</sup>	31 <sup>bcd</sup>	8 <sup>bc</sup>	25 <sup>bcde</sup>	8 <sup>ab</sup>	25 <sup>ab</sup>
2008	Abril	B1	18,28 <sup>a</sup>	6 <sup>ab</sup>	2 <sup>ab</sup>	7 <sup>a</sup>	25 <sup>cd</sup>	8 <sup>c</sup>	23 <sup>bcde</sup>	5 <sup>de</sup>	45 <sup>ab</sup>
2008	Abril	H1	19,71 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	2 <sup>b</sup>	3 <sup>cd</sup>	59 <sup>ab</sup>	3 <sup>g</sup>	50 <sup>a</sup>	4 <sup>e</sup>	38 <sup>ab</sup>
2008	Mayo	H1	15,94 <sup>ab</sup>	8 <sup>ab</sup>	2 <sup>b</sup>	6 <sup>ab</sup>	24 <sup>cd</sup>	5 <sup>f</sup>	31 <sup>abcd</sup>	8 <sup>ab</sup>	20 <sup>b</sup>
2008	Junio	H1	17,52 <sup>a</sup>	7 <sup>ab</sup>	2 <sup>ab</sup>	5 <sup>abcd</sup>	44 <sup>bcd</sup>	10 <sup>a</sup>	19 <sup>cde</sup>	8 <sup>ab</sup>	24 <sup>ab</sup>
2008	Junio	H3	18,81 <sup>a</sup>	7 <sup>ab</sup>	1 <sup>b</sup>	5 <sup>abc</sup>	30 <sup>bcd</sup>	9 <sup>ab</sup>	15 <sup>de</sup>	9 <sup>a</sup>	15 <sup>b</sup>
2009	Enero	H1	15,24 <sup>ab</sup>	6 <sup>ab</sup>	2 <sup>ab</sup>	5 <sup>abc</sup>	42 <sup>bcd</sup>	5 <sup>ef</sup>	38 <sup>abc</sup>	6 <sup>cd</sup>	34 <sup>ab</sup>
2009	Enero	H3	12,91 <sup>ab</sup>	6 <sup>ab</sup>	1 <sup>b</sup>	2 <sup>d</sup>	87 <sup>a</sup>	5 <sup>f</sup>	27 <sup>bcde</sup>	6 <sup>cde</sup>	24 <sup>ab</sup>
2009	Febrero	H1	18,10 <sup>a</sup>	6 <sup>ab</sup>	2 <sup>ab</sup>	5 <sup>abcd</sup>	42 <sup>bcd</sup>	6 <sup>ef</sup>	33 <sup>abcd</sup>	5 <sup>de</sup>	55 <sup>a</sup>
2009	Febrero	H3	12,46 <sup>ab</sup>	6 <sup>ab</sup>	1 <sup>b</sup>	4 <sup>bcd</sup>	40 <sup>bcd</sup>	5 <sup>f</sup>	25 <sup>bcde</sup>	8 <sup>ab</sup>	16 <sup>b</sup>
2009	Marzo	H1	14,68 <sup>ab</sup>	5 <sup>b</sup>	3 <sup>a</sup>	5 <sup>abc</sup>	55 <sup>abc</sup>	7 <sup>cd</sup>	40 <sup>ab</sup>	8 <sup>ab</sup>	35 <sup>ab</sup>
2009	Marzo	H1	7,96 <sup>b</sup>	6 <sup>ab</sup>	1 <sup>b</sup>	3 <sup>cd</sup>	43 <sup>bcd</sup>	6 <sup>ef</sup>	21 <sup>bcde</sup>	6 <sup>cde</sup>	22 <sup>ab</sup>
2009	Abril	H1	12,11 <sup>ab</sup>	6 <sup>ab</sup>	2 <sup>b</sup>	4 <sup>cd</sup>	39 <sup>bcd</sup>	6 <sup>de</sup>	24 <sup>bcde</sup>	4 <sup>de</sup>	35 <sup>ab</sup>

1: N° de especies seleccionadas en la transecta animal; 2: N° de especies totales en la transecta animal; 3:% de especies seleccionadas con respecto al total, en la transecta animal; 4: N° de especies totales en la transecta control; 5:% de especies seleccionadas en la transecta animal con respecto a especies totales de la transecta control; 6: N° de especies totales en la transecta aleatoria; 7:% de especies seleccionadas en la transecta animal con respecto a especies totales de la transecta aleatoria.

H1 está ubicada al lado del Caño La Yaguara lo que influyó en que mantuviera su producción de biomasa durante los períodos de evaluación (310,6 kg MS/ha, 278,8 kg MS/ha, 215,95 kg MS/ha, 172,43 kg MS/ha, 190,53 kg MS/ha y 332,45 kg MS/ha, para los meses de enero a junio), lo cual pudiera explicar la frecuencia de las visitas con respecto a las comunidades H2 (inundada gran parte del año) y H3 (sin fuente de agua cercana).

Se observó con mucha frecuencia que al inicio de la evaluación (8 am), los animales venían desde H3 a H1, regresando en la tarde a H3. Lo anterior también fue observado por Bailey (1995) con vacunos a pastoreo, los cuales preferían el pastoreo en la tarde de las áreas alejadas de la fuente de agua.

Tal como se muestra en el Cuadro 29, las mayores distancias recorridas ( $P < 0,0001$ ) fueron realizados durante los meses de abril (H1, B1, 2008), febrero (H1, 2009), y junio (H1, H3, 2008); el recorrido más corto ( $P < 0,0001$ ) se correspondió con el mes de marzo (2009) en H1. El resto de los recorridos ( $P > 0,05$ ) varió de 12,01 m (H1, febrero-2008) hasta 15,94 m (H1, junio-2008).

Para la variable distancia recorrida se observó interacción entre año y periodo ( $P < 0,0009$ ) pero no con comunidad ( $P > 0,05$ ) (Cuadro 27), lo cual explica que las variaciones en esa variable se asocien más con los periodos; sin embargo la ausencia de correlación significativa ( $P > 0,05$ ) entre distancia y las fuentes de variación año ( $r^2$ : -0,22), comunidad ( $r^2$ : 0,05) y periodo ( $r^2$ : 0,16) (Anexo 12) y el CV a un nivel aceptable (38,23%), sugieren la influencia de otros factores, posiblemente relacionados con la distribución de TFP (Anexo 5) preferidos por los animales.

El mayor (8) y el menor (5) N° de estaciones de alimentación ( $P < 0,0001$ ), ocurrieron en la misma comunidad (H1), pero en períodos diferentes (abril-2008 y marzo-2009, respectivamente) (Cuadro 29). N° de estaciones intermedias (6 y 7) ( $P > 0,05$ ), ocurrieron en las tres comunidades en diferentes períodos. Esta variable resultó asociada significativamente ( $r^2$ : 0,53;  $P < 0,001$ ) con la variable distancia, sin efectos

significativos de las fuentes de variación comunidad y periodo ( $P > 0,05$ ) (Cuadro 27) pero sí de año ( $P < 0,05$ ) ni asociación con otras variables ( $P > 0,05$ ) (Anexo 12).

La ausencia de correlación entre la distancia recorrida y el N° de estaciones de alimentación con los periodos de evaluación (Anexo 12), pudiera deberse a la alta distribución espacial y temporal de los diferentes TFP (Anexo 5) y al comportamiento estructural del estrato herbáceo (Anexo 6), lo que explicaría los patrones de distribución de los animales en las diferentes comunidades y en diferentes periodos (Cuadro 29).

El N° de especies seleccionadas en la TAn varió de 1 a 3 ( $P < 0,0001$ ) y el de especies totales sobre la misma transecta varió de 3 a 7 ( $P < 0,0001$ ) (Cuadro 29). Lo anterior representó que los animales seleccionaron en promedio el 38% y 50%, para los años 1 y 2 respectivamente, de las especies que se encontraron en su recorrido (Cuadro 28).

Para las variables N° de especies seleccionadas en la TAn y el de especies totales sobre la misma transecta, las fuentes de variación (año, comunidad y periodo) fueron significativas ( $P < 0,05$ ) (Cuadro 27), excepto para año con respecto a N° de especies seleccionadas ( $P > 0,05$ ) y además ambas mostraron correlación positiva ( $r^2$ : 0,46;  $P < 0,001$ ) (Anexo 12), lo cual indica que es de esperarse que el animal seleccione más especies en una comunidad con mayor diversidad. La existencia de correlación positiva entre especies totales en TC y TAn ( $r^2$ : 0,31;  $P < 0,001$ ), y entre especies totales en TC y en TA ( $r^2$ : 0,39;  $P < 0,001$ ) (Anexo 12), indica cierto grado de similitud entre los sitios de alimentación de los animales y su entorno inmediato, y entre este último y el paisaje en general.

El N° de especies totales en las transectas control y aleatoria, fue significativamente mayor en los dos años evaluados con respecto al N° de especies seleccionadas, y fue mayor en el 2008 con respecto al 2009 (Cuadro 27) ( $P < 0,0001$ ), evidenciándose un posible efecto de la disponibilidad de humedad en el suelo sobre la diversidad florística de las comunidades evaluadas.

Las correlaciones negativas encontradas entre año-periodo ( $r^2$ : -0,49;  $P < 0,001$ ) y año-comunidad ( $r^2$ : -0,37;  $P < 0,001$ ) (Anexo 12), evidencian que las variables en general mostraron valores menores en un año o periodo con respecto al siguiente. Las correlaciones encontradas entre las variables evaluadas en las TAn, TC y TA fueron significativas ( $P < 0,001$ ) (Anexo 12) pero bajas. No se detectó ninguna correlación entre distancia recorrida por los animales y las especies seleccionadas y totales en todas las transectas ( $P > 0,05$ ) (Anexo 12), pero si hubo efecto altamente significativo de las fuentes de variación año, comunidad y periodo sobre las mismas variables ( $P < 0,001$ ) (Cuadro 27), lo cual evidencia que la heterogeneidad del paisaje tuvo efecto no sólo sobre los patrones de selección de los animales sino sobre sus patrones de distribución (comunidades).

Las interacciones entre las fuentes de variación año, comunidad y periodo se aprecian mejor en la Figura 12, la cual muestra la distribución espacial y temporal de las variables evaluadas sobre las tres transectas.

Las variables originales evaluadas sobre las tres transectas correlacionaron significativamente (Correlación cofenética 0,943) con los CP 1 y 2 (Cuadro 30). Los vectores que representan las especies totales en las TC y TA se muestran muy juntas en el cuadrante inferior derecho de la Figura 12, lo que corrobora las correlaciones encontradas entre ellas (Anexo 12), y muy posiblemente similitud funcional entre esas áreas, dada la amplia distribución espacial y temporal de los TFP, ya descrita (Anexo 5).

Es importante resaltar las diferencias encontradas en las tendencias de los vectores con respecto al año; los valores más altos para especies totales en las TAn, TC y TA se obtuvieron en el primer año de observación (2008) (Cuadro 27 y Figura 12), y para las variables N° de estaciones de alimentación, proporción de especies seleccionadas con respecto al total de especies en TC y TA, se obtuvieron durante el segundo año de evaluación (2009) (Cuadros 27, 28 y Figura 12).

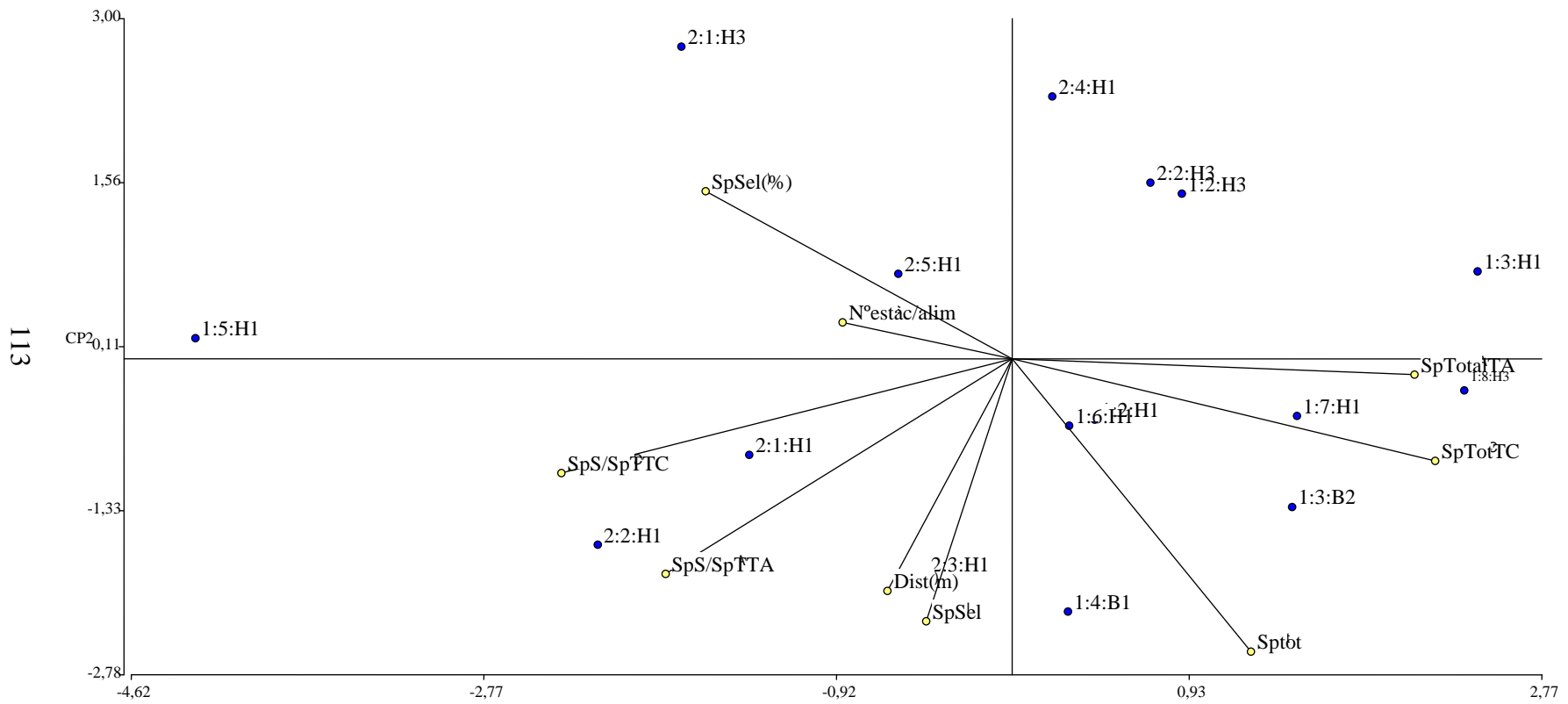


Figura 12. Distribución espacial y temporal de las variables evaluadas en las transectas animal, control y aleatoria de animales a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Para significado de vectores ver Cuadros 27, 28 y 29. Para significado de cada indicador numérico, ver Anexo 14, Ejemplo 1:5:H1, significa año 1 : periodo 5 : comunidad H1.

Cuadro 30. Correlación de las variables originales evaluadas sobre las transectas animal, control y aleatoria con los tres primeros componentes principales

Variables	Correlaciones con variables originales		
	CP1	CP2	CP3
Dist(m)	-0,236	0,624	-0,482
N°estac/alim	-0,321	-0,100	-0,831
SpSel	-0,163	0,703	0,536
Sptot	0,450	0,786	-0,216
SpSel (%)	-0,578	-0,453	0,427
SpTotTC	0,798	0,273	0,243
SpS/SpTTC	-0,849	0,306	-0,015
SpTotalTA	0,758	0,041	0,008
SpS/SpTTA	-0,652	0,576	0,247

Correlación cofenética: 0,943

Lo anterior se debe a que los sitios de alimentación seleccionados por los animales durante el segundo año, tuvieron menos especies totales y mayor proporción de especies seleccionables (Cuadros 27 y 28). Por otro lado la distribución espacial y temporal de los TFP (Anexo 5), evidencia que los mismos mostraron en las comunidades visitadas (H1, B2 y H3) una proporción baja pero aparentemente menos dependiente de la época, por lo que estaría garantizándose su presencia en los sitios pastoreados por los animales (Cuadro 29 y Figura 12).

La caracterización detallada del sitio de alimentación del animal permite obtener suficiente información para definir estrategias de manejo sustentable, sin embargo dadas las correlaciones mostradas, aunque bajas, debería considerarse la descripción del entorno del sitio de alimentación (transecta control) y del paisaje en general (transecta aleatoria), lo cual facilita el manejo y la planificación del pastoreo en áreas altamente heterogéneas.

### **6.7. Características florísticas y estructurales del forraje consumido**

Los animales consumieron 38 especies (Cuadro 31), de las cuales el 66%, pertenecían a los TFP (Figura 13): Caespitulmi (21%), Nothopluviarbores (18%), Tropoarbores (16%) y Teroculmi (11%) mientras que el resto (34%) estuvieron distribuidas en 10 TFP diferentes, con predominio de tipos herbáceos (Fasciculmi, Teroherbae, Herbae, Herbolianae aestivae y H. perennae).

En el presente estudio, el consumo de especies de tipo herbáceo fue menor (54%) que lo reportado por Baldizán (2003), (62,53% y 75,87%, para sequía y lluvia, respectivamente), y mayor que lo reportado por Ojeda (2009) (49,6%). En los trabajos reportados anteriormente las comunidades de vegetación bajo pastoreo y ramoneo eran básicamente boscosas, en cambio que en el presente trabajo, los animales tenían acceso a comunidades de sabanas y bosques, con predominio de pastoreo observado en las sabanas, a pesar que el estrato herbáceo del bosque tuvo

Cuadro 31. Especies consumidas por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Espece	TFP	Espece	TFP
<i>A. peregrina</i>	12	<i>L. hexandra</i>	43
<i>E. ciclocarpum</i>	12	<i>U. humidicola</i>	43
<i>P. guachepele</i>	12	<i>H. amplexicaulis</i>	43
<i>C. moschata</i>	12	<i>C. celluloso-reticulatus</i>	43
<i>P. dulce</i>	12	<i>C. rotundus</i>	43
<i>S. saman</i>	12	<i>S. melaleuca</i>	43
<i>E. fusca</i>	12	<i>C. haspan</i>	44
<i>A. jahnii</i>	14	<i>E. mitrata</i>	44
<i>I. interrupta</i>	14	<i>O. latifolia</i>	44
<i>R. venezuelensis</i>	14	<i>E. japonica</i>	45
<i>R. spinosa</i>	14	<i>F. miliacea</i>	45
<i>G. americana</i>	14	<i>S. myuros</i>	45
<i>A. glomerosa</i>	14	<i>B. pyramidatum</i>	52
<i>G. ulmifolia</i>	14	<i>E. crassipes</i>	70
<i>M. pigra</i>	22	<i>E. paniculatus</i>	70
<i>N. plena</i>	24	<i>X. seemannianum</i>	82
<i>H. spinosa</i>	32	<i>C. mucunoides</i>	83
<i>P. pilosum</i>	43	<i>I. cairica</i>	84
<i>P. laxum</i>	43	<i>P. stelis</i>	90

\* 12: Nothopluviiarbore; 14: Tropoarbore; 22: Nothopluviiarbusta; 24: Tropoarbusta; 32: Troposuffrutice; 43: Caespitulmi; 44: Fasciculmi; 45: Teroculmi; 52: Herbae; 70: Teroherbae; 82: Lignolianae aestivae; 83: Herbolianae perennae; 84: Herbolianae aestivae; 90: Hemiparasitae.



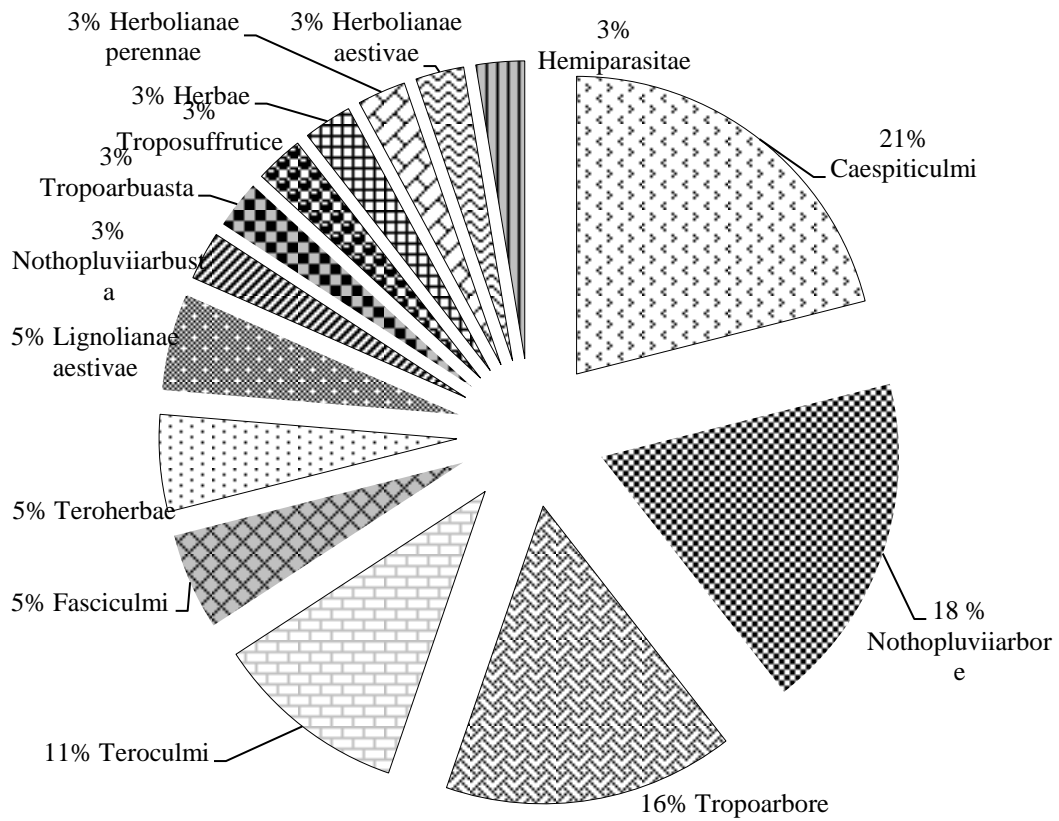


Figura 13. Porcentaje de especies por tipo funcional de planta, consumidas por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

mayor riqueza (Cuadro 13). Las partes consumidas variaron por efecto de año ( $P < 0,0003$ ) sólo para H1 (Cuadro 32), con predominio de hojas para 2008 y hojas y tallos para 2009. El efecto periodo sólo fue significativo ( $P < 0,0001$ ) para H1, así como el efecto ( $P < 0,0001$ ) de especie sobre partes consumidas en las comunidades H1, H3 y B. Las interacciones entre las fuentes de variación fueron significativas ( $P < 0,05$ ), lo cual evidencia que hubo variación a escala espacial y temporal en función de las especies consumidas.

Sólo en una ocasión se observó a los animales consumiendo frutos de *G. ulmifolia*, durante abril 2009, en la comunidad H1. En virtud de la rápida ocurrencia de los procesos fenológicos vegetativos y reproductivos, es posible que esto fuera de gran efecto al momento del consumo por parte de los animales a pastoreo.

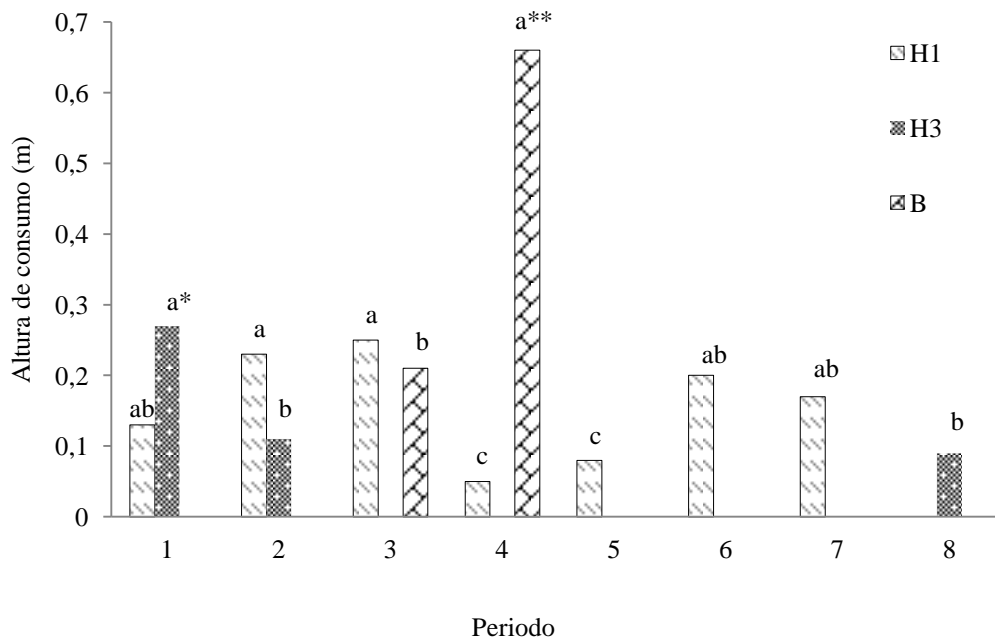
La Figura 14, muestra la altura de consumo en relación con los periodos de muestreo y las comunidades evaluadas. La altura de consumo estuvo asociada a la disponibilidad de humedad en el suelo (Figura 2). Los promedios más altos ( $P < 0,001$ ) en H1 se obtuvieron durante los periodos 2, 3, 6 y 7 (febrero, marzo, mayo y junio, respectivamente), y los más bajos ( $P < 0,001$ ) en los periodos 4 y 5 (abril), en plena sequía. Una tendencia similar se observó en la comunidad H3, con mayores alturas ( $P < 0,001$ ) durante el primer periodo. La mayor altura de ramoneo observada se alcanzó en el bosque (0,66m) (Figura 14) donde los animales ramonearon especies arbóreas como *I. interrupta* y *E. fusca*.

La altura de consumo mostró una alta correlación positiva con la altura de la pastura ( $r^2$ : 0,75;  $P < 0,001$ ) (Anexo 13), pero negativa con la variable partes consumidas ( $r^2$ : -0,64;  $P < 0,001$ ). Sin embargo, como la correlación entre altura de la pastura y MS verde ( $r^2$ : 0,37;  $P < 0,001$ ) (Anexo 8) fue significativa, es posible que ésta última haya tenido efecto sobre la altura de consumo. Las correlaciones mencionadas anteriormente indican que a mayor altura de la pastura, el animal prefirió consumir las partes más extremas de las plantas (hojas) como fue observado (Cuadro 32).

Cuadro 32. Partes de las plantas consumidas por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Variable	Partes consumidas Comunidad		
	Año	H1*	H3* B* <sup>1</sup>
2008	Hoja <sup>a</sup>	Hoja, Tallo	Hoja
2009	Hoja, Tallo <sup>b</sup>	Hoja, Tallo	--
EE	0,7	0,45	0,51
CV	34,27	0,16	28,81
Probabilidad			
Año (A)	0,0003	0,0875	--
Periodo (P)	0,0001	0,2789	0,0881
Especie (E)	0,0001	0,0001	0,0001
Interacción			
AxP	0,0001	0,0001	-
AxE	0,004	0,05	-
PxE	0,0001	0,1028	-

\* Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas entre medias ( $P < 0,05$ ), según prueba de Tukey. 1: Las medias reportadas corresponden a periodos de un mismo año (2008, periodos 3 y 4, respectivamente).



Promedio de dos años. Letras distintas en columnas del mismo color, indica diferencias significativas ( $P < 0,05$ )\* y altamente significativas ( $P < 0,001$ )\*\*\*, según prueba de Tukey.

Figura 14. Altura de consumo de diferentes especies por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Lo anterior pareciera contrario a la suposición generalizada (Chacón y Stobbs, 1976; De Lucena, 2003), sin embargo pudiera ser explicado por el hallazgo de Agreil *et al.* (2005), quienes encontraron que con ovejas a pastoreo en vegetación heterogénea, a medida que la altura y estructura de la vegetación decrecía, los animales aumentaban el tamaño del mordisco. Sin embargo, también pudiera deberse a que los animales seleccionaron como sitios de alimentación aquellos con mayor altura respecto al resto del área.

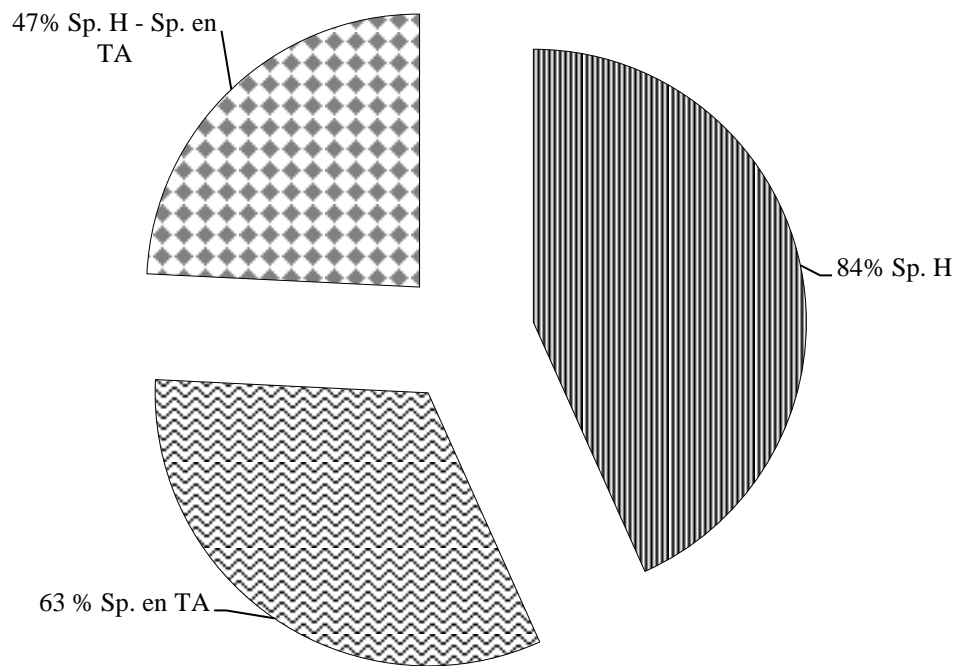
### **6.8. Selectividad de plantas por animales a pastoreo**

De las 38 especies consumidas (Cuadro 31), el 84% (32), fueron encontradas en las heces, el 63% (24) observadas como consumidas en la transecta animal y el 47% (18) en ambos casos (Figura 15). Los resultados anteriores corroboran la importancia del seguimiento animal para la identificación no sólo de las especies consumidas sino de los sitios de alimentación seleccionados.

En el Cuadro 33, se presenta la frecuencia de aparición (absoluta y relativa) de fragmentos epidérmicos de aquellas especies con mayores valores, en los diferentes periodos evaluados. El Anexo 15 complementa la información anterior para el resto de las especies con menor frecuencia de aparición.

La frecuencia de especies no identificadas varió desde 0% hasta 15%, y el 90% de esas especies no identificadas fueron reconocidas como pertenecientes a las familias Poaceae y Ciperaceae, lo cual incrementa los valores reportados de selección de especies de tipo herbáceo, mencionados anteriormente (Figura 13).

Algunas especies no fueron detectadas en las heces, pero sí se observó su consumo por parte de los animales. El hecho de la ya demostrada preferencia de los vacunos por tipos herbáceos (Chacón, 1986; Torrano y Valderrábano, 2003) aún en comunidades boscosas, demuestra la importancia de contar con patrones de referencia



Sp. H: Especies presentes en heces; Sp. en TA: Especies consumidas en transecta animal; Sp. H-Sp. en TA: Especies presentes en heces y en transecta animal.

Figura 15. Porcentaje de especies identificadas a través de dos métodos, consumidas por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Cuadro 33. Frecuencia de aparición de fragmentos epidérmicos en heces de vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Año	Periodos Especie	Frecuencia															
		Absoluta <sup>1</sup>								Relativa (%) <sup>2</sup>							
		1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1	<i>U. humidicola</i>	39	37	20	9	7	0	15		24,4	17,5	35,1	9,3	7,2	0,0	23,8	
1	<i>G. ulmifolia</i>	24	26	7	4	11	0	11		15,0	12,3	12,3	4,1	11,3	0,0	17,5	
1	<i>F. miliacea</i>	12	15	7	12	18	0	0		7,50	7,1	12,3	12,4	18,6	0,0	0,0	
1	NI*	11	11	0	15	6	7	0		6,9	5,2	0,0	15,5	6,2	11,1	0,0	
1	<i>C. mucunoides</i>	9	3	0	0	0	0	7		5,69	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	
1	<i>L. hexandra</i>	8	29	0	9	0	11	0		5,09	13,7	0,0	9,3	0,0	17,5	0,0	
1	<i>H. amplexicaulis</i>	7	21	5	5	13	13	6		4,4	10,0	8,8	5,2	13,4	20,6	9,5	
1	<i>P. pilosum</i>	6	3	7	3	0	5	3		3,8	1,4	12,3	3,1	0,0	7,9	4,8	
1	<i>E. mitrata</i>	5	19	5	8	8	11	0		3,1	9,0	8,8	8,3	8,3	17,5	0,0	
1	<i>O. latifolia</i>	5	9	3	6	12	6	0		3,1	4,3	5,3	6,2	12,4	9,5	0,0	
1	<i>A. jahnii</i>	5	8	3	11	0	6	7		3,1	3,8	5,3	11,3	0,0	9,5	11,1	
1	<i>E. crassipes</i>	5	0	0	0	0	0	0		3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
1	<i>C. moschata</i>	4	5	0	6	6	0	0		2,5	2,4	0,0	6,2	6,2	0,0	0,0	
	.....+ frecuencia de especies en Anexo 15	160	211	57	97	97	63	63		100	100	100	100	100	100	100	

\*NI: No identificada. 1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo.

Cuadro 33. Continuación

Año	Especie	Periodos	Frecuencia									
			Absoluta <sup>1</sup>					Relativa (%) <sup>2</sup>				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2	<i>F. miliacea</i>		32	18	8	7	8	20,1	13,6	7,9	9,1	12,9
2	<i>U. humidicola</i>		24	23	12	8	9	15,1	17,4	11,9	10,4	14,5
2	<i>G. ulmifolia</i>		19	10	4	12	0	12,0	7,6	4,0	15,6	0,0
2	<i>O. latifolia.</i>		18	4	9	1	7	11,3	3,0	8,9	1,3	11,3
2	<i>E. mitrata</i>		15	9	11	12	8	9,4	6,8	10,9	15,6	12,9
2	<i>L. hexandra</i>		11	6	11	0	3	6,9	4,6	10,9	0,0	4,8
2	NI*		2	13	9	8	0	1,3	9,9	8,9	10,4	0,0
2	<i>H. amplexicaulis</i>		9	5	4	5	9	5,7	3,8	4,0	6,5	14,5
2	<i>A. jahnii</i>		2	8	5	2	6	1,3	6,1	5,0	2,6	9,7
2	<i>P. pilosum</i>		2	7	6	1	6	1,3	5,3	6,0	1,3	9,7
2	<i>C. moschata</i>		6	3	3	3	3	3,8	2,3	3,0	3,9	4,8
	.....+ frecuencia de especies en Anexo 15		159	132	101	77	62	100	100	100	100	100

\*NI: No identificada. 1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo.



de aquellas especies presentes aunque no exista información previa de su consumo, con fines de comparación con los fragmentos epidérmicos de las heces.

Como se mencionó anteriormente, el predominio de TFP herbáceos y graminoides en los patrones de selección de los animales en la vegetación evaluada (Cuadro 33) es evidente tanto en dimensión espacial (diversas comunidades) como temporal (años y periodos evaluados), como lo muestra el Anexo 16.

Dada la alta correlación de las variables originales (Cuadro 34) con los CP 1 y 2, y a la alta correlación cofenética (0,987) el comportamiento de las variables puede ser explicado por esos CP 1.

Los vectores P3, P6, P7 y P8 (marzo, mayo y junio, sequía y transición sequía-lluvia) se muestran muy juntos en el Anexo 16, lo cual demuestra correlación entre las variables. Las observaciones que se muestran con altos valores alrededor de los vectores P3, P6, P7 y P8, ocurrieron durante el primer año de evaluación, con predominio de las especies *U. humidicola*, *G. ulmifolia*, *H. amplexicaulis*, *F. milliacea*, *E. mitrata* y *L. hexandra*, como se observa también en el Cuadro 33.

El segundo grupo de vectores, P1, P2, P4 y P5 (enero, febrero y abril, transición lluvia-sequía y sequía), se relacionan con el predominio de especies para el segundo año de evaluación (Anexo 16). En el caso anterior aparecen las mismas especies relacionadas con el primer grupo de vectores, pero en proporciones distintas.

Resalta la alta frecuencia de aparición de especies de tipo herbáceo (*U. humidicola*, *H. amplexicaulis*, *L. hexandra*, *E. mitrata*, *F. miliacea* y *O. latifolia*) para ambos años, durante los periodos evaluados (Anexo 16) (Cuadro 33), con excepción de *C. mucunoides* y *E. crassipes*, que aparecieron sólo el primer año.

Hay que destacar la aparición de fragmentos de especies arbóreas como *G. ulmifolia*, *A. jahnii* y *C. moschata*, los cuales provienen muy seguramente de la hojarasca del bosque puesto que se observó producción de hojarasca durante todo el período de

Cuadro 34. Correlación de la variable original aparición de fragmentos epidérmicos de especies vegetales en heces de animales a pastoreo con los tres primeros componentes principales

Variables		Correlaciones con variables originales		
		CP1	CP2	CP3
P1	Enero*	-0,26	0,84	-0,38
P2	Febrero	-0,87	0,31	0,26
P3	Marzo	-0,92	-0,16	-0,04
P4	Abril	-0,82	0,35	0,14
P5	Abril	-0,77	0,08	-0,45
P6	Mayo	-0,62	-0,49	-0,07
P7	Junio	-0,42	-0,59	-0,51
P8	Junio	-0,67	-0,20	0,61

\*En el caso de P1 corresponde sólo a 2009, P7 y P8, sólo a 2008.

Correlación cofenética: 0,987

evaluación (noviembre a junio, de ambos años) (Anexo 10) con un máximo de producción en enero (1030,26 kg MS/ha).

Las disminuciones en frecuencia de aparición de TFP herbáceos y graminoides (Cuadro 33) no fue acompañado de un aumento en la aparición de TFP arbóreos, a través de los periodos evaluados, sino con el aumento de aparición de fragmentos de otros TFP herbáceas. Diversos autores reportan que los animales a pastoreo prefieren las herbáceas a las arbustivas y arbóreas, y que al agotarse las primeras utilizan las segundas (Villegas, 2003; Castellaro *et al.*, 2004; Ojeda, 2009; Morantes *et al.*, 2010) y estos cambios en la selectividad son más notorios en la época de sequía (Baldizán, 2003; Velázquez, 2005; Ouédraogo-Koné *et al.*, 2006; Sanon *et al.*, 2007).

Las especies con una mayor frecuencia de aparición (*U. humidicola*, *F. miliacea*, *L. Hexandra*) se encontraron en las comunidades de sabana, lo que se explica por el mayor número de visitas, sobre todo a la comunidad H1 (Cuadros 29 y 33), y además esas especies fueron abundantes en el estrato herbáceo de las comunidades evaluadas (Cuadros 10 y 11).

La especie *G. ulmifolia* no fue encontrada en el estrato herbáceo de sabanas ni de bosques, por lo que su aparición en heces evidencia el consumo de hojarasca por parte de los animales a pastoreo, y el peligro de desaparición de la misma de estas comunidades boscosas sino se implementan estrategias de manejo sostenible, ya que sólo se observaron dos individuos de *G. ulmifolia* en la categoría brinzal (potencialmente accesible para ramoneo).

Aunque la comunidad de sabana más visitada (resultado de la observación) fue la H1 (Cuadro 29), se evidenció por algunos fragmentos de especies encontrados en heces, que los animales realizaban pastoreos diarios (posiblemente en la tarde y noche) en la comunidad H3, más alejada de la fuente natural de agua (Caño La Yaguara). Por otro lado, se infiere por los resultados (Cuadro 33) que los animales también realizaban incursiones a las comunidades boscosas, en momentos distintos a los periodos de observación, por la frecuencia moderada de aparición de *P. pilosum*, gramínea que se

encontró sólo en el estrato herbáceo de las comunidades boscosas, y por la baja frecuencia de aparición de especies arbóreas exclusivas también del bosque (*P. guachepele*, *P. dulce*, *S. saman*, etc.).

Muchas de las especies con una alta frecuencia de aparición en un determinado periodo, se muestran con frecuencias moderadas a bajas en otros periodos (Cuadro 33) (*P. pilosum*, *H. amplexicaulis*, *L. hexandra*, *C. moschata* y *A. jahni*) y otras se mantuvieron con bajas frecuencias durante todos los periodos evaluados (*C. celluloso-reticulatus*, *C. rotundus*, *C. haspan*, *X. seemannianum*, etc.).

Es conveniente resaltar que, a pesar de la alta presencia de especies leguminosas en el inventario florístico de bosques (19 spp.) y estrato herbáceo de sabanas y bosques (23 spp.), ninguna especie de ese grupo mostró una frecuencia de aparición alta ni moderada, como ocurrió en otros estudios (Baldizán, 2003; Ojeda, 2009).

Las variaciones en la frecuencia de aparición de especies en las heces son indicativas de que los animales modifican sus patrones de selección en la dimensión espacial (comunidad) y temporal (periodo), lo cual sugiere que el proceso de selección de especies pudiera estar relacionado con la distribución espacial y temporal de los TFP (Anexo 5) y de la estructura del estrato herbáceo (Anexo 6), dado el patrón similar de distribución de las observaciones (Anexos 5, 6 y 16).

La aparente independencia a las condiciones climáticas, por un lado, y por el otro, la media a alta asociación de la abundancia de TFP y de la estructura del estrato herbáceo podría explicar las variaciones en proporción de fragmentos de tejidos en heces de un año a otro y de un periodo a otro.

#### **6.9. Índice de Selectividad de Ivlev para especies seleccionadas por vacunos a pastoreo**

En el Cuadro 35 se muestra el Índice de selectividad de Ivlev, para las especies seleccionadas. Durante todos los periodos evaluados, se observó variación en los niveles de selectividad para las diferentes especies seleccionadas (Cuadro 35).

Cuadro 35. Índice de Ivlev para especies seleccionadas por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Especie	TFP*	Año												
		2008					2009							
		Periodo <sup>1</sup>		Periodo <sup>1</sup>		Periodo <sup>1</sup>		Periodo <sup>1</sup>		Periodo <sup>1</sup>				
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5		
<i>H. spinosa.</i>	32			-0,1		0,6	0,3				0,9			0,4
<i>P. pilosum</i>	43	-0,6	-0,5	1	1		0,1	-0,2		-0,6	-0,2	0,1	-0,3	0,1
<i>P. laxum</i>	43	-0,2	1	-1						1			-0,5	
<i>L. hexandra</i>	43	-0,1	0,3			0,1		0,2		0,5	-0,1	0,1		-0,3
<i>U. humidicola</i>	43	0,6	0,5	1	1	-0,2		0,5		0,2	0,2	-0,1	-0,1	-0,1
<i>H. amplexicaulis</i>	43	0,3	0,2	1	1	0,5	0,7	0,4		0,6	0,6	-0,1	-0,3	0,5
<i>C. rotundus</i>	43	-1	0,1					0,7	0,7	1		1	1	1
<i>C. celluloso-reticulatus</i>	43		0,9			1	1		0,9				1	
<i>S. melaleuca</i>	43		-1			1				0,6				
<i>C. haspan</i>	44						1				1			
<i>E. mitrata</i>	44	1	0,8	-0,1	-0,1	0,9	0,9			1	1	0,7	0,9	1

\*TFP: Tipo funcional de plantas, 32: Troposuffrutice; 43: Caespitculmi; 44: Fasciculmi. 1: Ver Anexo 14.

Cuadro 35. Continuación

Especie	TFP*	Año												
		2008					2009							
		Periodo <sup>1</sup>					Periodo <sup>1</sup>							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5		
<i>O. latifolia</i>	45		0,1	0,1	-0,1	-0,2	0,8	0,7		0,6	0,0	0,7	0,3	0,7
<i>E. japonica</i>	45		1	-0,1						1	1	0,7	0,8	
<i>F. miliacea</i>	45		0,6	0,5	0,6	0,6	0,7			0,5	0,7	0,4	0,5	0,8
<i>E. paniculatus</i>	70		0,8	-1										
<i>E. crassipes</i>	70		1									1		
<i>X. seemannianum</i>	82		0,2							0,1				
<i>C. mucunoides</i>	83		0,3	0,6				0,8						
<i>I. cairica</i>	84												0,1	
<i>P. stelis.</i>	90		1	1							1,0		1	
<i>E. fusca</i>	12		-0,5				1					1		
<i>S. saman.</i>	12			1								1		

\*TFP: Tipo funcional de plantas, 12: Nothopluviarbores; 45: Teroculmi; 70: Teroherbae; 82: Lignolianae aestivae; 83: Herbolianae perennae; 84: Herbolianae aestivae; 90: Hemiparasitae. 1: Ver Anexo 14.

Cuadro 35. Continuación

Especie	TFP*	Año												
		2008						2009						
		Período <sup>1</sup>					Período <sup>1</sup>							
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5		
<i>P. dulce</i>	12		1											
<i>C. moschata</i>	12		0,4	1			1			1	1	1	1	
<i>P. guachepele</i>	12		1											
<i>A. peregrina</i>	12									1		0,6		
<i>elocarpum</i>	12									1	1			
<i>mifolia</i>	14		1	1	0,2	-0,3	0,2		1	1		1,0	1	
<i>A. jahnii</i>	14		1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	
<i>A. glomerosa</i>	14		-1	-1					0,8					
<i>G. americana</i>	14									0,1				
<i>M. pigra</i>	22								0,8			0,1		

\*TFP: Tipos funcionales de planta, 12: Nothopluviarbare; 14: Tropoarbare; 22: Nothopluviarbusta. 1: Ver Anexo 14.

El rechazo de la mayoría de las especies fue observado principalmente en los periodos de sequía (periodos del 1 al 5) (Cuadro 35), lo cual pudiera guardar relación con las principales fases fenológicas (floración y fructificación) observadas en el estrato herbáceo durante tales periodos. La mayoría de las especies arbóreas mantuvieron un valor alto de selectividad durante los períodos en los que fueron consumidas, con excepción de *A. glomerosa*, y *E. fusca* (Cuadro 35). El suministro de pacas de heno durante la época de sequía no pareció afectar la selectividad de las especies, dado los altos valores observados.

Otras especies con un alto índice de selectividad a través de diferentes periodos fueron *C. celluloso-reticulatus*, *E. mitrata* y *F. milliacea*. La abundancia de las especies en las comunidades evaluadas pareciera no ser determinante en los procesos de selección de los animales (Smith *et al.*, 1992; Castellaro *et al.*, 2004), ya que especies que eran abundantes (Cuadros 10 y 11) aparecieron con una alta frecuencia en las heces (Cuadro 33), y mostraron también altos valores en el Índice de Ivlev (Cuadro 35), y otras con abundancia media o baja, fueron también altamente seleccionadas (Cuadros 10, 11, 34 y 36).

Algunos autores han encontrado relaciones entre el contenido de nutrientes, succulencia y la selectividad animal (Smith *et al.*, 1992; Duncan *et al.*, 2006), y entre ésta última y la especie animal (Castellaro *et al.*, 2004; Ouédraogo-Koné *et al.*, 2006; Sanon *et al.*, 2007).

La distribución temporal de los IS de los diferentes TFP, pudiera estar relacionada a la distribución espacial y temporal de los últimos (Anexo 5) y a la recurrencia de visitas de los animales a ciertas comunidades (Cuadro 29).

#### **6.10. Composición bromatológica y contenido de pared celular de la biomasa seleccionada**

Las variables bromatológicas y de pared celular se muestran en el Cuadro 36. En general se observa que los valores de PC, FDN y Deg fueron más altos en la transecta



Cuadro 36. Variables bromatológicas y de pared celular del forraje seleccionado por vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Variables (%) <sup>3</sup>								
Año	Época <sup>1</sup>	T <sup>2</sup>	Bromatológicas			Pared celular		Degradabilidad de MS
			PC	CEN	EE	FDN	FDA	
2008	Ll/S	1	18,0	11,3	2,2	60,9	35,6	54,3
2008	Ll/S	2	19,1	11,8	2,3	57,9	35,1	47,9
2008	S	1	15,7	10,7	2,0	61,2	37,8	54,6
2008	S	2	16,0	11,2	2,0	58,3	37,9	45,5
2008	S/Ll	1	19,2	10,7	1,9	61,1	36,3	55,2
2008	S/Ll	2	19,1	11,8	2,2	57,6	36,0	47,3
2009	Ll/S	1	15,3	10,1	1,8	65,8	37,7	56,5
2009	Ll/S	2	14,9	10,4	2,0	61,7	38,7	45,6
2009	S	1	22,3	11,3	2,5	62,5	33,7	58,3
2009	S	2	20,8	12,9	2,8	55,2	34,2	42,6

1: Ll/S, Lluvia-sequía (enero/febrero); S, Sequía (marzo/abril); S/Ll, Sequía-Lluvia (mayo/junio). 2: Transecta : 1 (animal) y 2 (control-aleatoria). 3: PC, Proteína cruda; CEN, Cenizas; EE, Extracto etéreo; FDN, Fibra detergente neutra; FDA, Fibra detergente ácida; Deg., Degradabilidad.

1 (TAn) con respecto a las transecta 2 (TC-TA), lo cual evidencia la importancia de los procesos de selectividad animal en condiciones de pastoreo.

Los valores promedios de las variables bromatológicas (Cuadro 36) muestran que el forraje seleccionado tiene mayor contenido de PC que las fuentes tradicionales de fibra (gramíneas nativas e introducidas: 7,91% a 10,82%, Torres *et al.*, 1990; 11,25%, Hernández y Guenni, 2008; 8,37% a 12,51%, Homen *et al.*, 2010).

A pesar que la mayoría de las especies de plantas seleccionadas por los animales fueron especies distintas a leguminosas (Cuadros 34 y 36) los niveles de PC (Cuadro 36) fueron similares a los del follaje de leguminosas forrajeras y sus frutos (4,09% a 21,8%, Cecconello *et al.*, 2003; 15,7% a 20,58%, García y Medina, 2006) y a los reportados para fuentes energéticas para rumiantes (coco, 15,1% y palma africana, 16% Godoy y Chicco, 1991).

Los altos contenidos de CEN encontrados en este estudio (Cuadro 36), pudieran deberse al alto contenido de minerales del suelo (Cuadro 3) y a la presencia de especies de plantas tolerantes a esas condiciones. Al respecto Korbut *et al.* (2009) reportaron valores de 13,7% de CEN para *C. caracasana* y Gurbuz (2007) de 12,24% para 4 variedades de *V. vinifera*. Ambas especies de plantas son tolerantes a suelos salinos. Por otro lado, el contenido de CEN (Cuadro 36) fue bastante alto, en comparación con árboles forrajeros (4,48% a 9,80%, García y Medina, 2006) y frutos de forrajeras arbóreas (3,79% a 4,0%, Casado *et al.*, 2001; 2,54% a 6,85%, Cecconello *et al.*, 2003).

El EE (Cuadro 36) se mostró similar a algunas fuentes proteicas y energéticas tradicionales como la canavalia, ajonjolí y girasol (1,8% a 2,6%, Godoy y Chicco, 1991), y superiores a los reportados para frutos de forrajeras (0,87% a 1,52%, Cecconello *et al.*, 2003; 0,83% a 1,83%, Casado *et al.*, 2001).

Los contenidos de FDN y FDA, variaron de 55,2% a 65,8% el primero y de 33,7% a 38,7%, el segundo (Cuadro 36). Los valores encontrados en este trabajo para FDN y

FDA (Cuadro 36) fueron más bajos que los reportados por Torres *et al.* (1990) para pasturas nativas (71,97% a 74% y 46,85 a 50,6%, para FDN y FDA, respectivamente), pero más altos cuando se compara con diferentes especies arbóreas, (29,13% a 53,47% y 13,50% a 34,7%, para FDN y FDA, respectivamente, Pinto *et al.*, 2003; 49,6% y 37,5%, para FDN y FDA, respectivamente, Cerrillo *et al.*, 2006) y frutos de forrajeras (43,84% y 25,77%, para FDN y FDA, respectivamente, Casado *et al.*, 2001).

Los altos contenidos de FDN pueden deberse a un alto contenido de hemicelulosa (parcialmente degradable por rumiantes, Van Soest, 1982; González, 1990), bajo contenido de lignina (2,76%) y contenido medio de celulosa (31,24%). Por otro lado, los bajos contenidos de lignina del forraje seleccionado, hacen que la calidad nutricional de su fibra y su degradabilidad potencial sea aceptable (Cecconello *et al.*, 2003).

La Deg, varió de 42,6% a 58,3%. La Deg. tendió a mostrar valores más altos en la transecta 1 que en la transecta 2 (Cuadro 36), y en todos los casos, estuvieron por encima de 50%. En pasturas nativas, Torres *et al.* (1990) reportaron valores de 40%, 45% y 52%, para bancos, bajíos y esteros, respectivamente, y para *H. amplexicaulis* y *L. hexandra*, y Aparicio *et al.* (2007), reportaron valores de 38,98% a 52,28%.

En condiciones templadas también se han reportado valores menores de Deg. que los de este estudio, para siete gramíneas (24,17% a 45,11%, Rossi *et al.*, 2008), aunque los mismos autores también reportan altos valores de Deg. (52,38% a 80,74%) para otras 3 especies de gramíneas templadas.

En general, los altos valores reportados en este estudio para las variables bromatológicas y medios para pared celular, pudieran deberse a la capacidad de selección de plantas, por parte de los animales a pastoreo, con determinadas características de nutrientes (Duncan *et al.*, 2006).

La selección de especies en diferentes comunidades (Cuadro 31) con una estructura altamente heterogénea y con una alta biodiversidad taxonómica y funcional (Figuras 4, 5, 6 y 8), resulta en una potenciación nutritiva del material consumido (Provenza y Villalba, 2006), favorecida también por la posibilidad que tienen los animales de combinar esos recursos forrajeros con relación a su estado fenológico y época del año (Anexo 5).

La importancia de la selectividad de especies distintas a las tradicionales gramíneas y leguminosas, ha sido expresada por diferentes autores (Benezra *et al.*, 2003; Baldizán *et al.*, 2006; Cerrillo *et al.*, 2006), lo cual evidencia un uso más eficiente de las comunidades muy heterogéneas, como las evaluadas en este estudio.

La Figura 16, muestra la distribución espacial y temporal de las variables de composición bromatológica y contenido de pared celular de la biomasa seleccionada por los animales en la TAn y de la cosechada en la TC. Todas las variables originales (Cuadro 37) mostraron una alta correlación con los CP 1 y 2 (Correlación cofenética 0,962) lo cual significa que el comportamiento de dichas variables puede ser explicado por esos CP (Cuadro 37).

En la Figura 16 se evidencia claramente que las variables que caracterizan a las transectas 1 y 2 son distintas en términos espaciales y temporales. Desde el punto de vista bromatológico y de pared celular, las variables PC, FDN y Deg. mostraron los valores más altos para la TAn en las comunidades H1 (PC y Deg.) y H3 (FDN) y fueron muy importantes en la definición de su tendencia, en cambio que para la TC, CEN y FDA fueron las variables preponderantes, con predominio de la comunidad H1 con respecto a H3. Lo anterior pareciera indicar que los animales seleccionan especies con un alto contenido de PC y Deg. en la comunidad H1 y en H3, con altos valores de FDN y FDA (Figura 16).



Cuadro 37. Correlación de las variables originales bromatológicas y de pared celular con los primeros tres componentes principales

Variables (%)	Correlaciones con variables originales		
	CP1	CP2	CP3
Cenizas	-0,85	0,19	-0,08
Extracto Etereo	-0,73	0,03	-0,63
Proteína Cruda	-0,86	-0,22	-0,03
Fibra Detergente Neutra	0,62	-0,56	-0,38
Fibra Detergente Acida	0,73	0,25	-0,40
Degradabilidad	-0,18	-0,91	0,09

Correlación cofenética: 0,962.

Las correlaciones positivas y significativas encontradas entre las variables PC, CEN y EE (C-EE,  $r^2$ : 0,59; C-PC,  $r^2$ : 0,60; PC-EE,  $r^2$ : 0,58;  $P < 0,05$ ) (Anexo 17), explican la cercanía entre los vectores que las representan (Figura 16). Por otro lado, la dirección opuesta de los vectores que representan a PC y CEN, con respecto a los vectores de FDN y FDA, evidencian la correlación negativa entre las primeras con respecto a las segundas (FDN-CEN,  $r^2$ : -0,55; FDA-CEN,  $r^2$ : -0,50; FDA-PC,  $r^2$ : -0,58;  $P < 0,05$ ) (Anexo 17).

Las variables de pared celular son determinantes en la degradabilidad de los forrajes, y muy importantes en la definición del comportamiento a pastoreo de los animales (Baumont *et al.*, 2004), reportándose correlaciones negativas entre esa variable y FDN y FDA (Baumont *et al.*, 2004; Cerrillo *et al.*, 2006) y entre las anteriores y la solubilidad de la fibra (Korbut *et al.*, 2009), además de correlaciones positivas entre degradabilidad y PC (Tolera *et al.*, 1997; Cerrillo *et al.*, 2006).

La ubicación de los vectores y su tendencia en los distintos cuadrantes está bien definida tanto por las comunidades visitadas como por los periodos evaluados (Figura 16). Lo anterior pudiera estar asociado a la distribución espacial y temporal de los TFP consumidos (Cuadro 31) en el área evaluada (Anexo 5), lo cual determinó cambios en la selección de forrajes por los animales (Cuadro 33 y Anexo 16)

De la Figura 16 se infiere que los animales seleccionan espacial y temporalmente a un primer nivel (transecta 2) el entorno de sitios de alimentación, con presencia de ciertas especies (Cuadros 27 y 28) y con determinadas características de valor nutritivo, relacionadas principalmente con CEN, EE y FDA (Cuadro 35), y en segundo lugar áreas dentro de los sitios de alimentación donde las especies seleccionadas (Cuadro 35 y Anexo 16) poseen los mejores valores en cuanto a atributos químicos y de pared celular (PC, FDN y Deg) (Figura 16).

Algunos autores han encontrado que las diferencias entre los sitios de alimentación y su entorno se debe al mejor valor nutritivo de los primeros con respecto al segundo

(Bailey, 1995; Scoones, 1995), tal como ocurre en el presente estudio. Sin embargo, Skarpe *et al.* (2007), encontraron en un estudio con cabras que la preferencia de especies arbustivas podría no ser muy bien explicada por el consumo de nutrientes o biomasa.

Las diferencias espaciales (Baldizán, 2003; Skarpe *et al.*, 2007), temporales (Baldizán, 2003; Zuo y Miller, 2003; Parsons *et al.*, 2003) estructurales y químicas (Distel *et al.*, 1995; Scoones, 1995; Garcia *et al.*, 2005; Skarpe *et al.*, 2007) ya han sido reportadas por otros autores, tanto a nivel nacional como internacional, y con diferentes especies animales.

Las correlaciones encontradas entre las especies totales en las Tan, TC y TA y el % de especies seleccionadas (Anexo 12), por un lado, y por el otro, el mayor valor nutritivo del forraje consumido (TAn) con respecto al cosechado en la TC, permiten inferir que los animales utilizan su conocimiento previo del área para su proceso de selección (uso frecuente de las mismas áreas de pastoreo) y la mayor homogeneidad cuantitativa y cualitativa de los sitios de alimentación.

La importancia de los procesos cognitivos del animal generalmente guarda mucha relación con características estructurales (Smallegange y Brunsting, 2002; Skarpe *et al.*, 2007) y nutritivas de la vegetación (Bailey, 1995; Scoones, 1995). En el presente estudio, y a pesar de las variaciones año a año, los animales ajustaron sus recorridos para no desmejorar la calidad de la dieta, puesto que en diferentes épocas del año y con especies procedentes de diferentes comunidades y siempre los mismos TFP, el material consumido se caracterizó por un alto contenido de PC, FDN y Degradabilidad.



## VII. CONSIDERACIONES FINALES

La alta heterogeneidad estructural y funcional, a escala espacial y temporal, de las comunidades evaluadas, podría ser atribuida a los diferentes RFP observados en las especies vegetales, puesto que hay evidencia que ellos son fuertes conductores de la dinámica y estabilidad de comunidades y ecosistemas (Díaz y Cabido, 2001).

En condiciones naturales como la presente, la importancia de la contribución de la diversidad y composición funcional en las comunidades, se evidencia por las interacciones altamente significativas ( $P < 0,0001$ ) en las variables evaluadas por efecto de las fuentes de variación año, comunidad y periodo, y además por las bajas pero significativas ( $P < 0,05$ ) correlaciones encontradas entre las variables de estructura, características de sitios de alimentación y del forraje consumido, ya que esas correlaciones expresan una tendencia biológica potenciada por el alto número de observaciones realizadas.

Según Díaz y Cabido (2001), la resiliencia y resistencia de las comunidades a eventos naturales y antrópicos, está fuertemente regida por los RFP de las especies más abundantes; en tal sentido, las comunidades dominadas por especies de rápido crecimiento tienen alta resiliencia y baja resistencia, ocurriendo lo contrario para comunidades dominadas por especies de lento crecimiento.

Con relación a lo anterior, se asume entonces que en comunidades con estrato arbóreo y arbustivo (lento crecimiento) y herbáceo (rápido crecimiento), como lo encontrado en el presente estudio, la predominancia de RFP que le confieren a las especies baja y alta resistencia y resiliencia, puede ser una combinación ventajosa puesto que se produce un efecto compensatorio y aumenta la capacidad de las comunidades de reponerse al pastoreo de animales domésticos y silvestres.

Sin embargo, otros factores parecen también importantes en la tendencia observada en el presente estudio: por un lado, las comunidades más visitadas por los animales (H1 y B2) tienen el 81,25 % del total de TFP identificados en el estrato herbáceo y también los TFP más consumidos (Caespitulmi, Nothopluviiarbore, Tropoarbore y Teroculmi), la mayor producción de hojarasca, sin limitaciones de acceso a las comunidades ni para el desplazamiento de los animales dentro de ellas, y además que las 38 especies consumidas por los animales, estaban presentes dichas comunidades.

Las comunidades anteriormente referidas tienen muy bajos valores de MS lignificada y senescente, lo cual puede guardar relación con la mayor remoción de MS, por efecto del pastoreo (Utrilla *et al.*, 2006), proceso que también ha sido encontrado como respuesta al muestreo manual (Boyd y Svejcar, 2004). Con relación a lo anterior, se infiere la importancia de variables estructurales (composición botánica, en términos de diversidad taxonómica y funcional, altura, cobertura, MS, cono de vulnerabilidad), producción de hojarasca y el pastoreo en sí mismo, en los patrones de selectividad animal.

La significancia e interacción de los factores año, comunidad y periodo sugieren que los animales “saben” donde ir y cuando ir en busca de las especies preferidas, lo cual se confirma por la alta correlación encontrada entre varias variables medidas sobre la transecta animal; por otro lado, la poca o ninguna correlación entre las variables de la transecta animal y las de la transecta control y aleatoria indican también que los animales seleccionan en un primer nivel un área grande donde pueden encontrar a un segundo nivel, las especies preferidas (transecta animal).

La planificación del manejo de comunidades heterogéneas con fines de producción animal debe incluir la caracterización de las mismas con la utilización de metodologías que permitan interrelacionar múltiples variables. La interrelación de tales variables (taxonómicas, funcionales, estructurales y de selectividad por los animales), permiten inferir sobre el impacto de animales domésticos y la fauna

silvestre sobre la persistencia de tales comunidades, y la regeneración de las diferentes especies que la conforman.

Algunas posibles limitaciones para el uso de las comunidades vegetales evaluadas con animales a pastoreo, estarían referidas a la vulnerabilidad taxonómica y funcional en función de los patrones de selectividad de los animales.

En el presente estudio el 67% de las especies con mayor frecuencia de aparición en heces, y el 21% del total consumidas, fueron abundantes, lo que permite inferir que una proporción considerable de las especies con uso actual y potencial, están sujetas no sólo a las restricciones edafoclimáticas sino al pastoreo, lo cual pudiera comprometer su regeneración y persistencia en dichas comunidades, aunado al hecho de la alta vulnerabilidad de las categorías plántulas y brinzales, ya demostrada.

## VIII. CONCLUSIONES

1. El estrato arbóreo de las comunidades boscosas evaluadas mostró una alta diversidad taxonómica, pero una baja diversidad funcional. La diversidad funcional está caracterizada por RFP que confieren a esas comunidades tolerancia y resistencia al pastoreo y predominio de dispersión asistida.
2. El estrato herbáceo de sabanas y bosques mostró mayor diversidad taxonómica y funcional que el arbóreo. Este estrato se caracterizó por la alta variabilidad espacial y temporal, en las comunidades de sabanas y bosques, con predominio en ambos casos de la condición caducifolia. Los RFP que caracterizan este estrato le confieren mecanismos de evasión y resistencia al pastoreo, y además predominio de dispersión asistida.
3. A pesar de la existencia de varias comunidades de bosques y sabanas y de la alta heterogeneidad estructural y funcional de ellas, los animales a pastoreo utilizan sólo algunas de ellas. Hubo predominio de TFP gramínoideas y herbáceas tanto a nivel espacial (comunidades) como temporal (periodos de evaluación), en la selección por parte del animal. Los sitios de alimentación seleccionados por los animales a pastoreo fueron menos diversos que su entorno.
4. Las características bromatológicas y de pared celular del forraje consumido (sitios de alimentación) y el del entorno, evidencia que los animales seleccionan espacial y temporalmente a un primer nivel (entorno) áreas de pastoreo, con predominio de especies con determinadas características de valor nutritivo y en segundo lugar (sitios de alimentación) áreas donde las especies seleccionadas poseen los mejores valores en cuanto a atributos químicos, de pared celular y degradabilidad.

## IX. RECOMENDACIONES

1. Continuar con los estudios de comunidades de vegetación actual y potencialmente utilizadas por animales a pastoreo, que permitan caracterizar la diversidad taxonómica y funcional de la vegetación y vincular las actividades que realizan los animales en ellas con los procesos ecológicos de dichas comunidades, en el tiempo y en el espacio.
2. Desarrollar investigaciones en comunidades heterogéneas que complementen variables estructurales y nutricionales de la vegetación con variables de comportamiento animal, para evaluar las interacciones importantes que conlleven a un mejor uso de la vegetación por los animales y un manejo sostenible de la vegetación.
3. Aplicar las metodologías de evaluación de selectividad animal en las dimensiones espacial y temporal, con fines de lograr una mayor cobertura de las actividades de los animales, y evaluarlas a través de métodos multivariados.
4. Evaluar aquellas especies que fueron reportadas en este trabajo como consumidas y de las cuales no hay o hay escasas referencias de uso por animales a pastoreo.
5. Diseñar y validar propuestas de manejo sostenible de la vegetación heterogénea, que incluya al animal como un factor más del ecosistema que conduzcan a mantener los procesos ecológicos y potenciar la resiliencia de dichas comunidades.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aastum, M. 2006. Forage selection by cattle in heterogeneous pastures in Nicaragua. Thesis Ms. Sc. Norwegian University of Science and Technology, Noruega. 43 p.
- Agreil, C.; Fritz, H.; Meuret, M. 2005. Maintenance of daily intake through bite mass diversity adjustment in sheep grazing on heterogeneous and variable vegetation. *Applied Animal Behaviour Science* 91: 35–56.
- Aguiar, M.R.; Paruelo, J.M.; Sala, O.E.; Lauenroth, W.K. 1996. Ecosystem responses to changes in plant functional type composition: an example from the Patagonian steppe. *Journal of Vegetation Science* 7: 381–390.
- Álvarez-Yépez, J.; Martínez-Yrizar, A.; Búrquez, A.; Lindquist, C. 2008. Variation in vegetation structure and soil properties related to land use history of old-growth and secondary tropical dry forests in northwestern Mexico. *Forest Ecology and Management* 256: 355–366.
- Aparicio, R.; González-Ronquillo, M.; Torres, R.; Astudillo, L.; Cordova, L.; Carrasquel, J. 2007. Degradabilidad de los pastos lambedora (*Leersia hexandra*) y paja de agua (*Hymenachne amplexicaulis*) en cuatro épocas del año de una sabana inundable del estado Apure, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 25: 225-228.
- Arnold, G.W. 1981. Grazing behavior. *In*: Morley F.H.W (Ed.). *Grazing Animals*. World Animal Science B 1 Serie. Elsevier. Amsterdam, Holanda. pp. 79-101.
- Association of Analytical Chemist (AOAC).1997. Official Methods of Analysis. 16<sup>th</sup> Edition, Vol. 1. Washington, EUA.
- Archer, S. 1995. Herbivore mediation of grass-woody plant interactions. *Tropical Grasslands* 29: 218–235.
- Aristeguieta, L. 1966. Flórmula de la Estación Biológica de Los llanos. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 110: 228-307.
- Bailey, D.W. 1995. Daily selection of feeding areas by cattle in homogeneous and heterogeneous environments. *Applied Animal Behaviour Science* 45: 183-200.
- Bailey, D.; Gross, J.; Laca, E.; Rittenhouse, L.; Coughenour, M.; Swift, D.; Sims, P. 1996. Mechanisms that result in large herbivores grazing distribution patterns. *Journal of Range Management* 49: 386-400.

- Baldizán, A. 2003. Producción de biomasa y nutrientes de la vegetación del bosque seco tropical y su utilización por rumiantes a pastoreo en los llanos centrales de Venezuela. Tesis de Doctorado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 288 p.
- Baldizán, A.; Domínguez, C.; García, D.; Chacón, E.; Aguilar, L. 2006. Metabolitos secundarios y patrón de selección de dietas en el bosque decíduo tropical de los llanos centrales venezolanos. *Zootecnia Tropical* 24: 213-232.
- Barlow, J.; Gardner, T.; Ferreira, L.; Peres, C. 2007. Litter fall and decomposition in primary, secondary and plantation forests in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management* 247: 91-97.
- Baruch, Z. 2005. Vegetation-environment relationships and classification of the seasonal savannas in Venezuela. *Flora* 200: 49-64.
- Baumont, R.; Cohen-Salmon, D.; Prache, S.; Sauvant, D. 2004. A mechanistic model of intake and grazing behaviour in sheep integrating sward architecture and animal decisions. *Animal Feed Science and Technology* 112: 5-28.
- Behera, M.; Kushwahab, S.; Roy, P. 2005. Rapid assessment of biological richness in a part of Eastern Himalaya: an integrated three-tier approach. *Forest Ecology and Management* 207: 363-384.
- Benezra, M.; Ceconello, G.; Torres, F. 2003. Selección de especies leñosas en un bosque seco tropical por vacunos adultos usando análisis histológico fecal. *Zootecnia Tropical* 21: 73-85.
- Bergman, M.; Iason, G.R.; Hester, A.J.; 2005. Feeding patterns by roe deer and rabbits on pine, willow and birch in relation to spatial arrangement. *Oikos* 109: 513-520.
- Bergström, R. 1992. Browse characteristic and impact of browsing of trees and shrubs in African savannas. *Journal of Vegetation Science* 3: 315-324.
- Betancourt, R. 2009. Caracterización química de los suelos de un área bajo diferentes tipos de vegetación pastoreada por rumiantes en el estado Cojedes. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 32 p.
- Boggiano, P. 1995. Relações entre estrutura da vegetação e pastejo selectivo de bovinos em campo natural. Trabajo de grado de Maestría. Faculdade de Agronomía, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Piracicaba, Brasil. 159 p.

- Briscoe, C. 1990. Field trials manual for multipurpose tree species. Manual N° 3. Winrock International Institute for Agricultural Development. Washington, EUA. 143 p.
- Bullock, J.M.; Franklin, J.; Stevenson, M.J.; Silvertown, J.; Coulson, S.J.; Gregory, S.J.; Tofts, R. 2001. A plant trait analysis of responses to grazing in a long-term experiment. *Journal of Applied Ecology* 38: 253–267.
- Camacaro, S.; Chacón, E.; Machado, W. 2002. Efecto de la fertilización con macros y micronutrientes sobre la producción de biomasa de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. *Zootecnia Tropical* 20: 163-178.
- Camacaro, S.; Machado, W. 2005. Producción de biomasa y utilización de *Leucaena leucocephala* fertilizada y pastoreada por ovinos. *Zootecnia Tropical* 23: 91-103.
- Camacho C. 2000. Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical. Guía para el establecimiento y medición. Serie Técnica/ Manual Técnico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) N° 42. Turrialba, Costa Rica. 52 p.
- Carvalho, P.; Prache, S.; Damaceno, J. 1999. O processo de pastejo: Desafios de procura e apreensão da forragem pelo herbívoro. *In: Junior, A. (Ed.). Mecânica e Processo de Ingesta de Forragem em Pastejo. Sociedade Brasileira de Zootecnia. Puerto Alegre, Brasil. pp. 253-268.*
- Casado, C.; Ben Ezra, M.; Colmenares, O.; Martínez, N. 2001. Evaluación del bosque deciduo como recurso alimenticio para bovinos en los llanos centrales de Venezuela. *Zootecnia Tropical* 19: 139-150.
- Castellaro, G.; Ullrich, T.; Wackwitz, B.; Raggi, A. 2004. Composición botánica de la dieta de alpacas (*Lama pacos* L.) y llamas (*Lama glama* L.) en dos estaciones del año, en praderas altiplánicas de un sector de la Provincia de Parinacota, Chile. *Agricultura Técnica* 64: 353-364.
- Castillo, A. 1977. Estudio de una sección del bosque de galería del río Orituco al sur de los llanos de Calabozo. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 116 p.
- Castillo, A. 1994. Aspectos florísticos, fisonómicos y dendrológicos del bosque del río Cataniapo (Estado Amazonas). Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 756 p.



- Ceconello, G. 2002. Estudio de algunas especies forrajeras leñosas presentes en el bosque seco tropical utilizadas en la dieta de vacunos en el sur del estado Aragua. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 67 p.
- Ceconello, G.; Benezra, M.; Obispo, N. 2003. Composición química y degradabilidad ruminal de los frutos de algunas especies forrajeras leñosas de un bosque seco tropical. *Zootecnia Tropical* 21: 149-165.
- Cerrillo, M.; López, O.; Nevárez, C.; Ramírez, R.; Juárez, R. 2006. Nutrient content, intake and in vitro gas production of diets by Spanish goats browsing a thorn shrubland in North Mexico. *Small Ruminant Research* 66: 76-84.
- Chacón, E.; Stobbs, H.T. 1976. Influence of progressive defoliation of a grass on the eating behavior of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 21: 709-129.
- Chacón, E.; Strebin, S. 1989. Estudio de suelos semidetallado Agropecuaria Hidra C.A. Oficina de Estudios Edafológicos. San Carlos, Venezuela. p.irr.
- Chacón, E. 1986. Manejo y utilización de leguminosas con bovinos a pastoreo. *In*: Plasse, D.; N. Peña (Eds.). II Curso sobre Bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias. Maracay, Venezuela pp. 1-34.
- Chacón, M. 2003. Cobertura arbórea y cercas vivas en un paisaje fragmentado de Río Frío, Costa Rica. Trabajo de grado de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 101 p.
- Chandrasekaran, S.; Swamy, P. 2002. Biomass, litterfall and aboveground net primary productivity of herbaceous communities in varied ecosystems at Kodayar in the western ghats of Tamil Nadu. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 88: 61-71.
- Chartiera, M.; Rostagno, C.; Pazos, G. 2011. Effects of soil degradation on infiltration rates in grazed semiarid rangelands of northeastern Patagonia, Argentina. *Journal of Arid Environments* 75: 656-661.
- Chu, Y.; He, W.M.; Liu, H.D.; Liu, J.; Zhu, X.W.; Dong, M. 2006. Phytomass and plant functional diversity in early restoration of the degraded, semi-arid grasslands in northern China. *Journal of Arid Environments* 67: 678-687.
- Clayton, W.D.; Renvoize, S.A. 1986. Genera Graminum. Grasses of the World. Royal Botanical Garden. Kew Bulletin Additional Series XIII. HMSO Books. Londres, Inglaterra. 389 p-

- Combellas, J. 1998. Alimentación de la Vaca de Doble Propósito y sus Crías. Fundación Inlaca. Caracas, Venezuela. pp 177-189.
- Cornelissen, J.H.C.; Pérez-Harguindeguy, N.; Díaz, S.; Grime, J.P.; Marzano, B.; Cabido, M.; Vendramini, F.; Cerabolini, B. 1999. Leaf structure and defense control litter decomposition rate across species, life forms and continents. *New Phytologist* 143: 191–200.
- Cornelissen, J.H.C.; Lavorel, S.; Garnier, E.; Diaz, S.; Buchmann, N.; Gurvich, D.E.; Reich, P.B.; ter Steege, H.; Morgan, H.D.; Heijden M.G.A. van der; Pausas, J.G.; Porter, H. 2003. Handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany* 51: 335-380.
- Cousins, S.; Lindborg, R. 2004. Assessing changes in plant distribution patterns—indicator species versus plant functional types. *Ecological Indicators* 4: 17–27.
- Da Silva, S.; Carvalho, P. 2005. Foraging behavior and herbage intake in the favourable tropics/subtropics. *In: McGilloway, D. (Ed.). Grassland: A Global Resource. XX Internacional Grassland Congress. Publishers, Países Bajos.* pp. 81-95.
- Deli, W.; Guodong, H.; Yuguang, B. 2005. Interactions between foraging behavior of herbivores and grassland resources in the eastern Eurasian steppes. *In: McGilloway, D. (Ed.). Grassland: A Global Resource. XX Internacional Grassland Congress. Publishers, Países Bajos.* pp. 97-110.
- De Lucena, D. 2003. Comportamento ingestivo de bovinos em pastos de capim marandú submetidos a regimes de lotação contínua. Trabajo de grado de Maestría. Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de Sao Paulo. San Pablo, Brasil. 76 p.
- De Martino, G. 1999. Estudio ecológico de diferentes comunidades vegetales de la Estación Experimental Nicolasito (Santa Rita, Estado Guárico), con énfasis en la composición florística. Trabajo de grado de Maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 117 p.
- Dezzeo, N.; Chacón, N.; Sanoja, E.; Picón, G. 2004. Changes in soil properties and vegetation characteristics along a forest-savanna gradient in southern Venezuela. *Forest Ecology and Management* 200: 183–193.
- Díaz, S.; Cabido, M. 2001. Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution*.16: 646-655

- Díaz, S.; Noy-Meir, I.; Cabido, M. 2001. Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology* 38: 497–508.
- Díaz, S.; Briske, D.D.; McIntyre, S. 2002a. Range management and plant functional types. *In*: Grice, A.C; Hodgkinson, K.C. (Eds). *Global Rangelands: Progress and Prospects*. CABI. Wallingford, Reino Unido. pp. 81-100.
- Díaz, S.; McIntyre, I.; Lavorel, S.; Pausas, J. 2002b. Does hairiness matter in Harare?—Global comparisons of plant trait responses to disturbance. *New Phytologist* 154: 7–9.
- Dicko-Toure, M.S. 1980. Measuring the secondary production of pasture: an applied example in the study of an extensive production system in Mali. *In*: Le Houérou, H. N. (Ed). *Browse in Africa. The Current State of Knowledge*. International Livestock Centre for Africa. Addis Ababa, Etiopia. pp. 247-253.
- Distel, R.A.; Laca, E. .; Griggs, T.C.; Demment, M.W. 1995. Patch selection by cattle: maximization of intake rate in horizontally heterogeneous pastures. *Applied Animal Behavior Science* 45: 11-21.
- Domínguez-Cadena, R.; Guillen-Trujillo, A.; León-de la Luz, J.; Murillo-Amador, B. 2003. Estimación y disponibilidad forrajera de arbustos en Baja California Sur, México. *Interciencia* 28: 229-233.
- Dove H.; Mayes R.W. 1996. Plant wax components: a new approach to estimating intake and diet composition in herbivores. *Journal of Nutrition* 126: 13-26.
- Dumont B.; Meuret M.; Prud'hon M. 1995a. Direct observation of biting for studying grazing behavior of goats and llamas on garrigue rangelands. *Small Ruminant Research* 16: 27-35.
- Dumont B.; Petii M.; D'Hour, P. 1995b. Choice of sheep and cattle between vegetative and reproductive cocksfoot patches. *Applied Animal Behavior Science* 43: 1-15.
- Duncan, A.; Ginane, C.; Elston, D.; Kunaver, A.; Gordon, I. 2006. How do herbivores trade-off the positive and negative consequences of diet selection decisions? *Animal Behavior* 71: 93-99.

- Fajardo, L.; González, V.; Lacabana, P.; Portillo, C.; Carrasquel, F.; Rodríguez, J. 2005. Tropical Dry Forests of Venezuela: Characterization and current conservation status. *Biotrópica* 37: 531-546.
- Fick, K.; MacDowell, L.; Miles, P.; Wilkinsosn, N.; Fink, J.; Conrad, J. 1979. *Métodos de Análisis de minerales para tejidos de plantas y animlaes*. 2<sup>ed</sup>. Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Florida. Gainesville, EUA.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2000. *Bibliografía Comentada. Cambios en la cobertura forestal Venezuela*. Documento de trabajo N° 39. Roma, Italia. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/ad671s/ad671s00.pdf>. [Consultado: 23-05-2007].
- \_\_\_\_\_. 2006. Los bosques y el sector forestal. Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/site/23747/sp/gt> 11-11-06. [Consultado: 11-11-2006].
- France, J.; Dhanoa, M.; Theodorou, S.; Lister, S.; Davis, S.; Isaac, D. 1993. A model to interpret gas accumulation profiles with *in vitro* degradation of ruminants feeds. *Journal of Theoretical Biology* 163: 99 -111.
- García, D.; Medina, M. 2006. Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Tropical* 24: 233-250.
- García, F.; Carrére, P.; Soussana, J.F.; Baumont, R. 2005. Characterisation by fractal analysis of foraging paths of ewes grazing heterogeneous swards. *Applied of Animal Behaviour Science* 93: 19-37.
- Gentry, A.H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests. *In*: Bullock, S.; Mooney, H.; Medina, E. (Eds.) *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge. Londres, Reino Unido. pp. 146-194.
- Godoy de L., S.; Chicco, C. 1991. Degradación ruminal *in situ* de diferentes fuentes de proteína. *Zootecnia Tropical* 9: 3-24.
- González, W. *Alimentación Animal*. 1990. América. Caracas, Venezuela. pp. 116-146.
- Goering, H.; Van Soest, P. 1970. Forage Fiber Analysis (apparatus reagents, procedures and some applications). USDA-ARS Agricultural Handbook 379. Washington, EUA. 30 p.

- Griffiths, W.M.; Hodgson, J.; Arnold, G.C. 2003. The influence of sward canopy structure on foraging decisions by grazing cattle. I. Patches selection. *Grass and Forage Science* 58: 112-124.
- Guevara, J.; Stasi, C.; Estévez, O.; Monge, A. 1994. Steer diet composition under three perennial grass use intensities on rangeland in Mendoza, Argentina. *Journal of Arid Environments* 28: 351-359.
- Guevara J.C.; Estevez O.R.; Stasi C.R.; Monge A.S. 1996a. Botanical composition of the seasonal diet of cattle in the rangelands of the Monte Desert of Mendoza, Argentina. *Journal of Arid Environments* 32: 387-394.
- Guevara J.C.; Stasi C.R.; Estévez O.R. 1996b. Seasonal specific selectivity by cattle on rangeland of the Monte Desert of Mendoza, Argentina. *Journal of Arid Environments* 34: 125-132.
- Guevara, J. 2001. Recursos filogenéticos y relaciones florísticas de la flórmula arbórea en las comunidades forestales de la Estación Experimental Caparo, Estado Barinas. Trabajo de grado de Maestría. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 238 p.
- Gurbuz, Y. 2007. Determination of nutritive value of leaves of several *Vitis vinifera* varieties as a source of alternative feedstuff for sheep using in vitro and in situ measurements. *Small Ruminant Research* 71: 59-66.
- Guthery, F.S. 1996. Upland gamebirds, *In*: Krausman. P. R. (Ed.). *Rangeland Wildlife*. Society for Range Management. Denver, EUA. pp. 59-69.
- Haase, R. 1999. Litterfall and nutrient return in seasonally flooded and non-flooded forest of the Pantanal, Mato Grosso, Brasil. *Forest Ecology and Management* 117: 129-147.
- Hadar, L.; Noy-Meir, I.; Perevolotsky, A. 1999. The effect of scrub clearing and grazing on the composition of a Mediterranean plant community: functional groups versus species. *Journal of Vegetation Science* 10: 673-682.
- Harrel, W.C.; Fuhlendorf, S.D. 2002. Evaluation of habitat structural measures in a shrubland community. *Journal of Range Management* 55: 488-493.
- Harris, W.; Popat, P. 1954. Determination of lipids. *American Oil Chemistry Society Journal*. 31: 124-127.

- Hernández, K. 1997. Caracterización de especies arbóreas y arbustivas nativas con potencial para la alimentación del bovino en Petén. Tesis Licenciatura en Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala. San Carlos, Guatemala. 66 p.
- Hernández, J.; Hernández, C.; Noguera, O. 2007. Estudio florístico de las lianas con fines de manejo del bosque, en un área del lote boscoso El Dorado, Tumeremo, estado Bolívar, Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 51: 153-164.
- Hernández, M.; Guenni, O. 2008. Acumulación de biomasa y valor nutritivo en dos gramíneas forrajeras bajo un sistema silvopastoril en el estado Yaracuy, Venezuela. *Memorias del V Congreso Latinoamericano Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible*. Maracay, Venezuela. pp. 83.
- Hoffman, W.; Franco, A.; Moreira, M.; Haridasan, M. 2005. Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees. *Functional Ecology* 19: 932-940.
- Holechek, J.L. 1982. Sample preparation techniques for microhistological analysis. *Journal of Range Management* 35: 267-269.
- Homen, M.; Entrena, I.; Arriojas, L. 2010. Biomasa y valor nutritivo de tres gramíneas forrajeras en diferentes períodos del año en la zona de bosque húmedo tropical, Barlovento, estado Miranda. *Zootecnia Tropical* 28: 115-127.
- Howorth, R.; Pendry, C. 2006. Post-cultivation secondary succession in a Venezuelan lower montane rain forest. *Biodiversity and Conservation* 15: 693-715.
- Huber, O. 1996. Los problemas vinculados con la clasificación de la vegetación. *Cuadernos de Agronomía, Facultad de Agronomía, UCV* 7: 15-32.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (INAMEH). 2009. Disponible en: [http://www.inameh.gob.ve/mensual/info\\_climatologica\\_reporte.php](http://www.inameh.gob.ve/mensual/info_climatologica_reporte.php) [Consultado: 20-06-2009].
- InfoStat, 2008. InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. 1º Ed. Brujas. Córdoba, Argentina. 334 p.
- Jansson, I. 2001. Hierarchical summer browsing by goats in the dry savanna of southwestern Botswana. Swedish Agricultural University. Minor Field Studies No. 165. 28p.
- Kelman W.; Bughalo M.; Dove H. 2003. Cuticular wax alkanes and alcohols used as markers to estimate diet composition of sheep (*Ovis aries*). *Biochemical Systematics and Ecology* 31: 919-927.

- Khurana, E.; Sagar, R.; Singh, J. 2006. Seed size: a key trait determining species distribution and diversity of dry tropical forest in northern India. *Acta Oecologica* 29: 196 – 204.
- Ksiksi T.; Ash A.; Corfield J. 2005. Assessing a simple technique to predict forage selection by cattle grazing Northern Queensland rangelands. *Arid Lands Research and Management* 19: 363-372.
- Kopp, S.D.; Guthery, F.S.; Forrester, N.D.; Cohen, W.E. 1998. Habitat selection modeling for northern bobwhites on subtropical rangeland. *Journal of Wildlife Management* 62: 884-902.
- Korbut, N.; Ojeda, A.; Muñoz, D. 2009. Evaluación del perfil bromatológico y de algunos parámetros físicos del follaje de plantas leñosas consumidas por vacunos en silvopastoreo en un bosque seco tropical semideciduo. *Zootecnia Tropical* 27: 65-72.
- Laca, E. 2000. Modelling spatial aspects of plant-animal interactions. *In: Hodgson, J.; Lemaire, G.; Moraes, A.; Carvalho, P.; Nabinger, C. (Eds.). Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. CAB International. Wallingford, Reino Unido. pp. 209-231.*
- Laca, E.; Lemaire, G. 2000. Measuring sward structure. *In: Manette, L.; Jones, R. (Eds.). Field and Laboratory Methods for Grasslands and Animal Production Research. CAB International. Wallingford, Reino Unido. pp. 103-121.*
- Launchbaugh, K.L.; Provenza F.D.; Pfister J.A. 2001. Herbivore response to anti-quality factors in forages. *Journal of Range Management* 54: 431-440.
- Laurance, W.; Lovejoy, T.; Vasconcelos, H.; Bruna, E.; Didham, R.; Stouffer, P.; Gascon, C.; Bierregaard, R.; Laurance, S.; Sampaio, E. 2002. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology* 16: 605–618.
- Lavorel, S.; McIntyre, S.; Landsberg, J.; Forbes, T.D.A. 1997. Plant functional classifications: from general groups to specific groups based on response to disturbance. *Tree* 12: 474–478.
- Lechowicz, M.J. 1982. The sampling characteristics of electivity indices. *Oecologia (Heidelb.)* 52: 22-30.
- Lindorf, H.; Parisca, L. de; Rodriguez, P. 1985. Botánica. Ediciones de la Biblioteca. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 584 p.

- Magurran, A.E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell. Malden, EUA. 256 p.
- Matteuci, S.; Colma, A. 1982. *Metodología para el Estudio de la Vegetación*. Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie de Biología N° 22. 163 p.
- Matteuci, S.; Colma, A.; Pla, L. 1999. Biodiversidad vegetal en el árido falconiano (Venezuela). *Interciencia* 24: 300- 307.
- McDowell, L. 1985. *Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates*. Academic Press. Orlando, EUA. pp. 165-185.
- McIntyre, S.; Lavorel, S. 2001. Livestock grazing in sub-tropical pastures: steps in the analysis of attribute response and plant functional types. *Journal of Ecology* 89: 209–226.
- Mertens, D.R. 1992. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. *In: Simpósio Internacional de Ruminantes, Reuniao da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais. Lavras, Brasil. pp. 188-219.*
- Miliani, T.; Espinoza, F.; Gil, J.L.; Baldizán, A.; Díaz, Y. 2008a. Composición botánica de un bosque seco tropical al noreste del estado Guárico, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 26: 211-214.
- Miliani, T.; Espinoza, F.; Gil, J.L.; Baldizán, A.; Díaz, Y. 2008b. Oferta de forraje en un sistema silvopastoril en la región noreste del estado Guárico, Venezuela. *Zootecnia Tropical* 26: 297-299.
- Miliani, T.; Espinoza, F.; Gil, J.L.; Baldizán, A.; Díaz, Y. 2008c. Utilización de un bosque deciduo por bovinos a pastoreo. *Zootecnia Tropical* 26: 301-303.
- Miller S.M.; Thompson R.P. 2005. Seasonal patterns of diet composition, herbage intake and digestibility identify limitations to performance of weaned sheep grazing native pasture in the Falkland Islands. *Grass and Forage Science* 60: 356-366.
- Mirkka, J.; Tuomisto, H.; Borcard, D.; Legendre, P.; Clark, D.; Olivas, P. 2008. Explaining variation in tropical plant community composition: influence of environmental and spatial data quality. *Oecologia* 155: 593-604.
- Morantes, M.; Ojeda, A.; Hernández, L.; Baldizán, A.; Rivas, J.; Vargas, D. 2010. Selección en el estrato herbáceo por vacunos en pastoreo de sabanas bien drenadas



- de Venezuela durante la época de transición lluvia-sequía. *Revista de la Facultad de Agronomía (UCV)* 36: 28-33.
- Moser, B.; Schütz, K.; Hindenlang, E. 2006. Importance of alternative food resources for browsing by roe deer on deciduous trees: The role of food availability and species quality. *Forest Ecology and Management* 226: 248–255.
- Mote, T.; Villalba, J.; Provenza, F. 2008. Sequence of food presentation influences intake of foods containing tannins and terpenes. *Applied Animal Behaviour Science* 113: 57–68.
- Mysterud, A.; Ostbye, E. 1999. Cover as a habitat element for temperate ungulates: effects on habitat selection and demography. *Wildlife Society Bulletin* 27: 385–394.
- Navarro, T.; Alados, C.L.; Cabezudo, B. 2006. Changes in plant functional types in response to goat and sheep grazing in two semi-arid shrublands of SE Spain. *Journal of Arid Environments* 64: 298–322.
- Ojeda, A. 2009. Valoración nutricional y perfil de metabolitos secundarios de la biomasa vegetal de plantas leñosas seleccionadas por vacunos en silvopastoreo de un bosque semicaducifolio tropical. Tesis de Doctorado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. 172 p.
- Olson, D.; Dinerstein, E.; Wikramanayake, E.; Burgess, N.; Powell, G.; Underwood, E.; D'amico, J.; Itoua, I.; Strand, H.; Morrison, J.; Loucks, C.; Allnutt, T.; Ricketts, T.; Kura, Y.; Lamoreux, J.; Wettengel, W.; Hedao, P.; Kassem, K. 2001. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. *Bioscience* 51: 933–938.
- Ospina, S. 2005. Rasgos funcionales de las plantas herbáceas y arbustivas y su relación con el régimen de pastoreo y la fertilidad edáfica en Muy Muy, Nicaragua. Trabajo de grado de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 88 p.
- Ouédraogo-Koné, S.; Kaboré-Zoungrana, C.; Ledin, I. 2006. Behavior of goats, sheep and cattle on natural pasture in the sub-humid zone of West Africa. *Livestock Science* 105: 244-252.
- Owen, J. 1992. Genetic aspects of appetite and feed choice in animals. *Journal of Agricultural Science* 119: 151-155.

- Palma, J.; Román, L. 2008. Cambios en la conducta ingestiva de los ovinos al modificar la altura inicial de pastoreo de *Leucaena leucocephala*. *Zootecnia Tropical* 26: 371-374.
- Parsons, C.T.; Momont, P.A.; Delcurto, T.; Mcinnis, M.; Porath, M.L. 2003. Cattle distribution patterns and vegetation use in mountain riparian areas. *Journal of Range Management* 56: 334-341.
- Peco, B.; Pablos, I. de; Traba, J.; Levassor, C. 2005. The effect of grazing abandonment on species composition and functional traits: the case of dehesa grasslands. *Basic and Applied Ecology* 6: 175-183.
- Pennington, R.T.; Ratter, J.A.; Lewis, G.P. 2006. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of neotropical savannas and seasonally dry forests. *In: Pennington, R.; Lewis, G.; Ratter, J., (Eds.). Neotropical Savannas and Seasonally Dry Forests: Plant Diversity, Biogeography and Conservation. CRC. Florida, EUA. pp. 1-29.*
- Pinelo, G.I. 2000. Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. Serie Técnica/ Manual Técnico N° 40. 52 p.
- Pinto, R.; Gómez, H.; Hernández, A.; Medina, F.; Martínez, B.; Aguilar, V.; Villalobos, I.; Nahed, J.; Carmona, J. 2003. Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México. *Pastos y Forrajes* 26: 329-334.
- Pizzani, P.; Domínguez, C.; De Martino, G.; Palma, J.; Matute, I. 2005. Evaluación nutricional del mantillo de un bosque seco tropical decíduo típico del nororiente del estado Guárico, Venezuela. *Revista Científica, FCV-LUZ* 15: 20-26.
- Pla, I.; Matteucci, S. 2001. Intervalos de confianza bootstrap del índice de biodiversidad de Shannon. *Revista de la Facultad de Agronomía, LUZ*. 18: 222-234.
- Poppi, D.P.; Hughes, T.P.; I'Huillier, P.J. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. *In: Nicol, A. M. (Ed.). Livestock Feeding on Pasture. New Zealand Society of Animal Production. Occasional Publication* 10: 55-64.
- Portillo-Quintero, C.; Sánchez-Azofeifa, G. 2010. Extent and conservation of tropical dry forests in the Americas. *Biological Conservation* 143: 144–155.

- Prache, S.; Pyeraud, J. L. 2001. Foraging behavior and intake in temperate cultivated grasslands. Proceedings of XIX International Grassland Congress. San Pedro, Brasil. pp. 309-319.
- Provenza, F. 1996. Acquired aversions as the basic for varied diets of ruminants foraging rangelands. Journal of Animal Science 74: 2010-2020.
- Provenza, F.; Villalba, J. 2006. Foraging in domestic vertebrates: Linking the internal and external Milieu. *In*: Bels, V. (Ed.) Feeding in Domestic Vertebrates: From Structure to Function. CABI. Oxfordshire, Reino Unido. pp. 210-240.
- Ramírez, N.; Brito, Y. 1987. Patrones de floración y fructificación en una comunidad pantanosa tipo morichal (Calabozo-Guárico, Venezuela). Acta Científica Venezolana 38: 376-381.
- Ramírez, N.; Gil, C.; López, M.; Brito, Y. 1988. Caracterización florística y estructural de una comunidad arbustiva en la Guayana Venezolana (Gran Sabana, Edo. Bolívar). Acta Científica Venezolana 39: 457-469.
- Ramírez, N.; Dezzeo, N.; Chacón, N. 2007. Floristic composition, plant species abundance, and soil properties of montane savannas in the Gran Sabana, Venezuela. Flora 202: 316-327.
- Raunkiaer, C. 1934. The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Clarendon. Oxford, Reino Unido. 632 p.
- Renaud, P.C.; Verheyden-Tixier, H.; Dumont, B. 2003. Damage to saplings by red deer (*Cervus elaphus*): effect of foliage height and structure. Forest Ecology and Management 181: 31-37.
- Reich, P.B.; Wright, I.J.; Cavender-Bares, J.; Craine, J.M.; Oleksyn, J.; Westoby, K.M.; Walters, M.B. 2003. The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies. International Journal of Plant Science 164 (Supl.): S143-S164.
- Rengifo, Z.; Espinoza, F.; Romero, E.; Díaz, Y. 2008. Comparación botánica de dos bosques deciduos en el municipio San José de Guaribe, estado Guárico, Venezuela. Zootecnia Tropical 26: 207-210.
- Reyes, H. 2005. Composición botánica, producción de biomasa y consumo por vacunos a pastoreo en un cujisal en la zona de colinas al norte del estado Aragua. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 59 p.

- Rodríguez, J.P.; Balch, J.K.; Rodríguez-Clark, K.M. 2007. Assessing extinction risk in the absence of species-level data: quantitative criteria for terrestrial ecosystems. *Biodiversity and Conservation* 16: 183–209.
- Rotenberry, J.T.; Wiens, J.A. 1980. Habitat structure, patchiness, and avian communities in North American steppe vegetation: a multivariate analysis. *Ecology* 61: 1228-1250.
- Romero-Duque, L.; Jaramillo, V.; Pérez-Jiménez, A. 2007. Structure and diversity of secondary tropical dry forests in Mexico, differing in their prior land-use history. *Forest Ecology and Management* 253: 38–47.
- Rossi, C.; González, G.; De Magistris, A.; Pereyra, A.; Torrá, E. 2008. Degradabilidad *in situ* de forrajeras del pastizal natural en un sistema silvopastoril con salicáceas. *Zootecnia Tropical* 26: 257-259.
- Rudell, T.K.; Flesher, K.; Bates, D.; Baptista, S.; Holmgren, P. 2000. Tropical Deforestation Literature: Geographical and Historical Patterns, *Unasylva* 51: 11-18. Disponible en: [www.fao/forestry/site/Unasylva/es](http://www.fao/forestry/site/Unasylva/es). [Consultado: 25-04-2007].
- Samra, J.; Vishwanatham, M.; Sharma, A. 1999. Biomass production of trees and grasses in a silvopasture system on marginal lands of Doon Valley of north-west India. *Agroforestry Systems* 46: 197–212.
- Sánchez-Azofeifa, G.; Quesada, M.; Rodríguez, J.; Nassar, J.; Stoner, K.; Castillo, A.; Garvin, T.; Zent, E.; Calvo-Alvarado, J.; Kalacska, M.; Fajardo, L.; Gamon, J.; Cuevas-Reyes, P. 2005. Research priorities for Neotropical dry forests. *Biotropica* 37: 477–485.
- Sánchez, S.; Crespo, G.; Hernández, M.; García, Y. 2008. Acumulación y descomposición de la hojarasca en un pastizal de *Panicum máximum* y en un sistema silvopastoril asociado con *Leucaena leucocephala*. *Zootecnia Tropical* 26: 269-273.
- Sanon, H.; Kaboré-Zoungana, C.; Ledin, I. 2007. Behavior of goats, sheep and cattle and their selection of browse species in natural pastures in a sahelian area. *Small Ruminant Research* 67: 64-74.
- Santos, S.A.; Costa, C.; Silva, G.; Crispim, S.M.; Pearson, R.A.; Gutierrez, R. 2003. Foraging strategy of cattle in Pantanal rangeland, Nhecolândia sub-region, Brasil. *In: Allsopp, N.; Palmer, A. R.; Milton, S. J.; Kerley, G. I. H.; Kirkman, K. P.; Hurt, R.; Brown, C. (Eds.). Rangelands in the New Millennium. Proceedings of the VII International Rangeland Congress. Durban, Sudáfrica. pp. 23-30.*

- Sarmiento, G. 1996. Biodiversity and water relations in tropical savannas. *In*: Solbrig, O.; Medina, E., Silva, J. (Eds.). *Biodiversity and Savanna Ecosystem Processes*. Springer. Berlin, Alemania. pp. 61-75.
- Scogings, P.F.; Dziba, L.E.; Gordon, I.J. 2004. Leaf chemistry of woody plants in relation to season, canopy retention and goat browsing in a semiarid subtropical savanna. *Austral Ecology* 29: 278–286.
- Scoones, I. 1995. Exploiting heterogeneity: habitat use by cattle in dryland Zimbabwe. *Journal of Arid Environments* 29: 221-237.
- Seifan, M.; Kadmon, R. 2006. Indirect effects of cattle grazing on shrub spatial pattern in a mediterranean scrub community. *Basic and Applied Ecology* 7: 496–506.
- Shanmugavel, P.; Zheng Zheng, S.; Liqing, C. 2001. Floristic structure and biomass distribution of a tropical seasonal rain forest in Xishuangbanna, southwest China. *Biomass and Bioenergy* 21: 165–175.
- Sharrow, S. 2007. Soil compaction by grazing livestock in silvopastures as evidenced by changes in soil physical properties. *Agroforestry Systems* 71: 215–223.
- Skarpe, C.; Jansson, I.; Seljeli, E.; Bergstrom, R.; Roskaft, E. 2007. Browsing by goats on three spatial scales in a semiarid savanna. *Journal of Arid Environments* 68: 480-491.
- Smallegange, I.M.; Brunsting, A. 2002. Food supply and demand, a simulation model of the functional response of grazing ruminants. *Ecological Modelling* 149: 179–192.
- Smith, M.; Rodgers, J.; Dodd, J.; Skinner, Q. 1992. Declining forage availability effects on utilization and community selection by cattle. *Journal of Range Management* 45: 391-395.
- Solbrig, O.T. 1993. Plant traits and adaptative strategies: their role in ecosystem function. *In*: Schulze, E. D.; Mooney, H. A. (Eds.). *Biodiversity and Ecosystem Function*. Springer. Berlin, Alemania. *Ecological Studies* 99: 97–116.
- Soler, P.; Berroterán, J.; Gil, J.; Acosta, R. 2008. Producción de hojarasca de la vegetación nativa en los llanos altos centrales de Venezuela. *Zootecnia Tropical* 26: 265-268.
- Soler, P. 2010. Evaluación del potencial forrajero de la vegetación nativa e intervenida en un área de Los Llanos Altos Centrales del estado Guárico,

- Venezuela. Tesis de Doctorado. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. 200 p.
- Sparks, D.R.; Malechek, J.C. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscope technique. *Journal of Range Management* 21: 264-265.
- Steel, R.; Torrie, J. 1985. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 2ª Ed. McGraw Hill. Bogotá, Colombia. 622 p.
- Stobbs, H. 1973a. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture. I. Variation in the bite size of grazing cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 24: 809-819.
- Stobbs, H. 1973b. The effect of plant structure on the intake of tropical pasture. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana*. *Australian Journal of Agricultural Research* 24: 821-826.
- Synnott, T.J. 1991. Manual de procedimientos de parcelas permanentes para bosque húmedo tropical. Valerio, J. (Trad.). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica. 103 p.
- Tchouto, M.; Boer, W.; Wilde, J.; Maesen, L. 2006. Diversity patterns in the flora of the campo-Ma'an rain forest, Cameroon: Do tree species tell it all? *Biodiversity and Conservation* 15: 1353-1374.
- Theodorou, M.; Williams, B.; Dhanoa, M.; Mcallan, A.; France, J. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics to ruminant feed. *Animal Feed Science and Technology* 48: 185 -197.
- Tilman, D.; Knops, J.; Wedin, D.; Reich, P.; Ritchie, M.; Siemann, E. 1997. The influence of functional diversity and composition on ecosystem processes. *Science* 277: 1300–1302.
- Tolera, A.; Khazaal, K.; Orskov, E. 1997. Nutritive evaluation of some browses species. *Animal Feed Science and Technology* 67: 181–195.
- Torrano, L.; Valderrábano, J. 2003. Capacidad de utilización de la vegetación espontánea por los rumiantes. *ITEA* 3: 145–166.
- Torres, R.; Chacón, E.; Berroterán, J.; Rodríguez, O.; Terán, M.; Pérez, N.; García, E. 1987. Patrones de utilización de la vegetación de sabanas moduladas por bovinos a pastoreo I. Descripción del área experimental. *Zootecnia Tropical* 5: 95-112.

- Torres, R.; Chacón, E.; Capó, E.; García, E.; Pérez, N.; Teran, M. 1990. Patrones de utilización de la vegetación de sabanas moduladas por bovinos a pastoreo. III. Valor nutritivo del recurso pastura. *Zootecnia Tropical* 8: 3-16.
- Torres, R.; Chacón, E.; Ovalles, F.; Guenni, O.; Astudillo, L.; Carrasquel, J.; García, E. 2003. Efectos de métodos de pastoreo sobre sabanas moduladas. I. Sucesión del pastizal. *Zootecnia Trop.* 21: 425-448. Disponible en: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-72692003000400006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692003000400006&lng=es&nrm=iso). [Consultado: 08-09-2010]
- Utrilla, V.; Brizuela, M.; Cibils, A. 2006. Structural and nutritional heterogeneity of riparian vegetation in Patagonia (Argentina) in relation to seasonal grazing by sheep. *Journal of Arid Environments* 67: 661–670.
- Valero, J. 2003. Composición botánica, producción de frutos y fenología de las especies leñosas del bosque decido, en el asentamiento Las Peñitas al sur del estado Aragua. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 62 p.
- Valero, J.; Benezra, M.; Chong, L.; Guenni, O. 2006. Comportamiento fenológico y producción de frutos de algunas especies leñosas del bosque decido en el asentamiento Las Peñitas, al sur del estado Aragua. *Zootecnia Tropical* 24: 85-93.
- Van Soest, P. 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O & B Books, Oregon, EUA. pp. 75-94.
- Vareschi, V. 1966. Sobre las formas biológicas de la vegetación tropical. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 110: 504-517.
- Vareschi, V. 1992. *Ecología de la Vegetación Tropical*. Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. Caracas, Venezuela. 306 p.
- Vargas, R. 2009. Caracterización física de los suelos de un área bajo diferentes tipos de vegetación pastoreada por ruminantes en el estado Cojedes. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 34 p.
- Velásquez, R. 2005. Selectividad de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de épocas, manejo y condición de paisaje en Muy Muy, Nicaragua. Trabajo de grado de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 77 p.
- Velásquez, S. 2009. Evaluación de un sistema silvopastoril con ganado bovino doble propósito (modalidad queso-carne) en la unidad de producción Las Tres Tortas,

- sector Socita, municipio Chaguaramas, estado Guárico. Trabajo de grado de Maestría. Universidad Rómulo Gallegos, San Juan de Los Morros, Estado Guárico, Venezuela. 101 p.
- Villalba, J.; Provenza, F.; Shaw, R. 2006. Initial conditions and temporal delays influence preference for foods high in tannins and for foraging locations with and without foods high in tannins by sheep. *Applied Animal Behaviour Science* 97: 190–205.
- Villegas, L. 2003. Patrón de selección de la dieta en ovejas pastoreando en una asociación de morera (*Morus sp*), mata ratón (*Gliricidia sepium*) y gramíneas. Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 81 p.
- Virgüez, G. 1993. Estudio de tres especies forrajeras nativas de las zonas áridas de Venezuela utilizadas en la dieta de caprinos. Trabajo de grado de Maestría. Facultades de Agronomía y Ciencias Veterinarias, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 149 p.
- Walter, H.; Medina, E. 1971. Caracterización climática de Venezuela sobre la base de climadiagramas de estaciones particulares. *Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales* 29: 211-240.
- Weiher, E.; van der Werf, A.; Thompson, K.; Roderick, M.; Garnier, E.; Eriksson, O. 1999. Challenging Theophrastus: a common core list of plant traits for functional ecology. *Journal of Vegetation Science* 10: 609–620.
- Westoby, M. 1999. The LHS strategy in relation to grazing and fire. *In*: Eldridge, D.; Freudenberger, D.; (Eds.). *Proceedings of the VIth International Rangeland Congress*. Australian Rangeland Society. Queensland, Australia. pp. 893– 896.
- Westoby, M.; Wright, I. 2006. Land-plant ecology on the basis of functional traits. *Trends in Ecology and Evolution* 21: 261-268.
- Zamora, S. 2006. Efecto de los pagos por servicios ambientales en la estructura, composición, conectividad y el *stock* de carbono presente en el paisaje ganadero de Esparza, Costa Rica. Trabajo de grado de Maestría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 88 p.
- Zent, E.; Zent, S. 2004. Floristic composition, structure, and diversity of four forest plots in the Sierra Maigualida, Venezuelan Guayana. *Biodiversity and Conservation* 13: 2453-2483.



Zhang, Z.D.; Zang, R.G.; Qi, Y.D. 2008. Spatiotemporal Patterns and Dynamics of Species Richness and Abundance of Woody Plant Functional Groups in a Tropical Forest Landscape of Hainan Island, South China. *Journal of Integrative Plant Biology* 50: 547-558.

Zuo, H.; Miller-Goodman, M. 2003. An index for description of landscape use by cattle. *Journal of Range Management* 56: 146-151.

## XI. ANEXOS

ANEXO 1. Clasificación de la vegetación tropical con base a TFP

### **Plantas terrestres.**

**I. Arbore:** Plantas leñosas con ramificación acrótona subdividida en tronco y copa.

1.1. Pluviiarbore (PA): siempre verdes y sin verdaderas yemas foliares, hojas de borde completo, glabras, más o menos coriáceas, mesófilas hasta macrófilas; cambio de follaje paulatino sin relación con variaciones climáticas. (11)\*

1.2. Nothopluviiarbore (NA): siempre verdes y sin verdaderas yemas foliares pero con pseudoyemas a manera de capullo cerrado en ócreas. Hojas de borde completo, coriáceas o herbáceas, que al brotar están protegidas contra la transpiración excesiva por una cubierta de vellos. La foliación, cambio de hojas, floración y fructificación demuestran cierta correlación con las épocas anuales. Numerosos adióforos. (12)

1.3. Lauriarbore (LA): árboles fisonómicamente semejantes al laurel; siempreverdes con catáfilos notorios, hojas micrófilas a mesófilas, coriáceas o herbáceas, de borde completo o dentado y con frecuencia partidos. Pocos adióforos. (13)

1.4. Tropoarbore (TA) (Arbore aestivae): deciduos en el período seco del año, con hojas nanófilas a mesófilas, herbáceas o membranáceas. (14)

1.5. Acaciaarbore (AA): acacias o leguminosas, o de otras especies que se asemejan por su forma a las acacias. Poseen espinas y aguijones. Hojas microfilas a nanófilas, herbáceas o membranáceas, por lo general finamente dentadas, casi siempre compuestas, caducifolias en la época seca. (15)

1.6. Duriarbore (DA): siempreverdes con hojas esclerófilas, duras, escumófilas hasta nanófilas. (16)

1.7. Duriarbore enano (DE): siempreverdes, hojas escamófilas hasta medianas, sin catáfilos, sin corteza gruesa. (17)

**II. Arbusta:** Planta leñosa con ramificación basítonea, comprende los mismos grupos citados para Arbores, pero ajustados a la definición de Arbusta: Eupluviiarbusta (Epa) (21), Nothopluviiarbusta (Na) (22), Lauriarbusta (La) (23), Tropoarbusta (Ta) (24), Acaciaarbusta (Aa) (25), Duriarbusta (Da) (26) y Naniarbusta (Nna) (27): arbusto enanos, crecen dentro o sólo un poco por encima del estrato herbáceo.

**III: Suffrutice:** Generalmente plantas herbáceas con partes basales epígeas lignificadas y de ramificación diferente.

3.1. Suffrutice perenne (Sp): Suffrutices con vástagos herbáceos, que no se pierden en el período desfavorable del año. (31)

3.2. Troposuffrutice (Ts): Suffrutices veraneros; sufrutices que sobreviven la época desfavorable solamente con sus partes lignificadas. (32)

3.3. Nanosuffrutice (Ns): Suffrutices enanos; sufrutices que pertenecen a la capa herbácea de la vegetación. (33)

3.4. Pulviniisuffrutice (Ps): Suffrutices en forma de cojín. (34)

**IV: Culmi:** Plantas gramíneas o graminoides con nudos y entrenudos.

4.1. Megaculmi (MC): culmos lignificados de gran altura. (41)

4.2. Mesoculmi (MsC): especies lignificadas de poca altura (0,5 a 8 m). (42)

4.3. Caespiticulmi (CC): plantas gramíneas o graminoides, herbáceas o sufruticasas, que forman céspedes planos, incluye *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Eriocaulaceae*. (43)

4.4. Fasciculmi (FC): plantas gramíneas o graminodes que forman macollas, claramente delimitadas. (44)

4.5. Terocolmi (TC): gramíneas o graminoides anuales. (45)

**V. Aeroherbae:** hierbas cuyos órganos de reproducción y de almacenamiento se desarrollan por encima del suelo.

5.1. Antiherbosae (AH): hierbas de crecimiento arbóreo o arbustivo que sobresalen considerablemente de la capa herbácea común. A este grupo pertenecen las *Zingiberaceae*, heliconiáceas. (51)

5.2. Herbae (H): hierbas en sentido estricto. (52)

5.3. Tapetiherbae (TpH): hierbas de tapiz, “alfombras” planas y bien pegadas al suelo. (53)

5.4. Pulviniherbae (PH): hierbas de cojín. (54)

5.5. Succulentihherbae (SH): hierbas con órganos almacenadores de agua. (55)

**VI. Geoherbae:** Neófitas herbáceas. Plantas herbáceas con rizomas, tubérculos o bulbos.

6.1. Mesogeoherbae (MH): hierbas con tallos subterráneos. (61)

6.2. Nanogeoherbae (NH): hierbas de tapiz a flor del sustrato. (62)

6.3. Pulviniigeoherbae (PH): hierbas de cojín. (63)

**VII. Teroherbae (TH):** Hierbas anuales, efímeras que sobreviven la época más desfavorable del año en forma de semillas o yemas aisladas. (70)

**VIII. Lianae:** Plantas trepadoras que germinan en o sobre el suelo y requieren posteriormente de otras plantas de apoyo para su crecimiento.

8.1. Lignoliana perennae (LP): lianas lignificadas siempreverdes. (81)

8.2. Lignoliana aestivae (LH): lianas lignificadas caducifolias. (82)

8.3. Herboliana perennae (HP): lianas herbáceas siempreverdes. (83)

8.4. Herboliana aestivae (HA): lianas herbáceas caducifolias. (84)

**IX. Hemiparasitae (Saprófitas):** plantas parásitas con hojas verdes. (90)

**Plantas acuáticas.**

1. Hidrophyta radicante (HR): Plantas acuáticas fijadas al sustrato debajo del agua, incluye plantas completamente sumergidas y aquellas con follaje emergente. (10).

\* Los valores entre paréntesis al final de la descripción de cada TFP indica el código asignado a cada uno en el texto y figuras del presente documento.

Anexo 2. Abundancia Absoluta y Relativa de especies arbóreas, arbustivas y lianas en comunidades boscosas en el estado Cojedes

Especie	Código <sup>3</sup>	Abundancia absoluta <sup>1</sup>				Abundancia relativa (%) <sup>2</sup>			
		B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
<i>S. glandulosum</i>	SAPIGL	9	9	7	11	1,7	1,4	0,6	0,8
<i>C. fruticosum</i>	COMBFR	9	8	15	3	1,7	1,3	1,3	0,2
<i>C. vitifolium</i>	COCHVI	2	9	9	14	0,4	1,4	0,8	1,0
<i>R. ramiflora</i>	RUPRRA	12	5	13	3	2,1	0,8	1,1	0,2
<i>C. spinosa</i>	CHOMSP	10	18	0	0	1,8	2,8	0,0	0,0
<i>P. guachepele</i>	PSEUGU	5	6	10	1	0,9	0,9	0,8	0,1
<i>R. carthaginensis</i>	RYTICA	1	0	16	13	0,2	0,0	1,4	0,9
<i>P. crucigerum</i>	PITHCR	0	0	29	0	0,0	0,0	2,5	0,0
<i>Calliandra sp.</i>	CALLSP	7	2	8	6	1,3	0,3	0,7	0,4
<i>I. interrupta</i>	INGAIN	0	16	4	2	0,0	2,5	0,3	0,1
<i>P. corymbosa</i>	PHRYCO	4	17	0	0	0,7	2,7	0,0	0,0
<i>M. pittierana</i>	MAYTPI	2	14	2	2	0,4	2,2	0,2	0,1
<i>M. humboldtianum</i>	MACHHU	2	2	9	7	0,4	0,3	0,8	0,5
<i>A. racemosus</i>	ALLORA	6	9	1	0	1,1	1,4	0,1	0,0

1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque. 3: Cuatro primeras letras del nombre del género y las dos primeras del nombre de la especie (Briscoe, 1990)

Anexo 2. Continuación

Especie	Código <sup>3</sup>	Abundancia absoluta <sup>1</sup>				Abundancia relativa (%) <sup>2</sup>			
		B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
<i>X.culantrillo</i>	XANTCU	0	0	4	13	0,0	0,0	0,3	0,9
<i>R. dioica</i>	RANDDI	9	4	2	1	1,7	0,6	0,1	0,1
<i>M. calabura.</i>	MUNTCA	0	0	0	17	0,0	0,0	0,0	1,2
<i>E. polystachya</i>	ENTAPO	1	4	9	3	0,2	0,6	0,8	0,2
NI	Sangrito <sup>3</sup>	3	2	2	6	0,5	0,3	0,2	0,4
<i>E. ciclocarpum</i>	ENTECI	3	6	6	0	0,5	0,9	0,5	0,0
<i>T. rosea</i>	TABERO	2	0	7	4	0,4	0,0	0,6	0,3
<i>V. orinocensis</i>	VITEOR	1	0	3	9	0,2	0,0	0,3	0,6
NI	Siete cueros <sup>3</sup>	0	0	7	6	0,0	0,0	0,6	0,4
<i>M. xerohylica</i>	MARSXE	0	0	8	5	0,0	0,0	0,7	0,4
<i>M. glabra</i>	MALPGL	0	0	5	7	0,0	0,0	0,4	0,5
<i>C. aculeata</i>	CASAAC	2	0	3	5	0,4	0,0	0,3	0,4
<i>T. guianensis</i>	TAPIGU	1	5	1	3	0,2	0,8	0,1	0,2
<i>S. mombin</i>	SPONMO	1	6	1	0	0,2	0,9	0,1	0,0
<i>S. saponaria</i>	SAPIMO	2	2	3	1	0,4	0,3	0,3	0,1

1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque. 3: Nombre común. 3: Cuatro primeras letras del nombre del género y las dos primeras del nombre de la especie (Briscoe, 1990)

Anexo 2. Continuación

Especie	Código <sup>3</sup>	Abundancia absoluta <sup>1</sup>				Abundancia relativa (%) <sup>2</sup>			
		B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
<i>P. pinnatum</i>	PLATPI	2	0	0	6	0,4	0,0	0,0	0,4
<i>C. pentandra</i>	CEIBPE	2	2	2	1	0,4	0,3	0,2	0,1
<i>P. dulce</i>	PITHDU	1	1	4	0	0,2	0,2	0,3	0,0
<i>L. candida</i>	LUEHCA	0	5	0	0	0,0	0,8	0,0	0,0
<i>P. ligustrinum</i>	PITHLI	0	2	3	0	0,6	0,3	0,0	0,0
<i>P. macranthocarpa</i>	PISOMA	0	4	0	1	0,0	0,6	0,0	0,1
<i>S. saman</i>	SAMASA	1	1	2	1	0,2	0,2	0,2	0,1
<i>C. tapia.</i>	CRATTA	1	4	0	0	0,2	0,6	0,0	0,0
<i>P. aspera.</i>	PRIOAS	0	0	2	3	0,0	0,0	0,2	0,2
<i>C. moschata</i>	CASSMO	1	3	0	0	0,2	0,5	0,0	0,0
<i>Z. syncarpum</i>	ZANTSY	0	0	4	0	0,0	0,0	0,6	0,0
<i>M. tinctoria</i>	MACLTI	0	1	0	3	0,0	0,2	0,0	0,2
<i>B. diversifolia</i>	BIGNDI	1	0	3	0	0,2	0,0	0,3	0,0
<i>P. acuminatus</i>	PHYLAC	0	3	0	0	0,0	0,5	0,0	0,0
<i>P. cururu</i>	PAULCU	0	0	0	3	0,0	0,0	0,0	0,2

1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque. 3: Cuatro primeras letras del nombre del género y las dos primeras del nombre de la especie (Briscoe, 1990)

Anexo 2. Continuación

Especie	Código <sup>3</sup>	Abundancia absoluta <sup>1</sup>				Abundancia relativa (%) <sup>2</sup>			
		B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
<i>E. fusca</i>	ERYTFU	2	0	0	0	0,4	0,0	0,0	0,0
<i>A. graveolens</i>	ASTRGR	0	1	1	0	0,0	0,2	0,1	0,0
<i>T. gigantea</i>	TRICGI	2	0	0	0	0,4	0,0	0,0	0,0
<i>C. alliodora</i>	CORDAL	1	0	1	0	0,2	0,0	0,1	0,0
<i>F. fendleri</i>	FISSFE	0	2	0	0	0,0	0,3	0,0	0,0
NI	Verga de Toro <sup>3</sup>	0	0	1	1	0,0	0,0	0,1	0,1
<i>D. riberensis</i>	DUGURI	0	0	1	0	0,0	0,0	0,1	0,0
<i>T. chrysantha</i>	TABECH	1	0	0	0	0,2	0,0	0,0	0,0
<i>S. apetala</i>	STERAP	1	0	0	0	0,2	0,0	0,0	0,0
<i>S. macrophylla</i>	SWIEMA	1	0	0	0	0,2	0,0	0,0	0,0
<i>C. coriaria</i>	CAESCO	0	1	0	0	0,0	0,2	0,0	0,0
<i>M. guianensis</i>	MYRCGU	1	0	0	0	0,2	0,0	0,0	0,0
<i>Smilax sp.</i>	SMILSP	0	0	1	0	0,0	0,0	0,1	0,0
NI	Congrito <sup>3</sup>	0	0	1	0	0,2	0,0	0,1	0,0
NI	Cupata <sup>3</sup>	0	0	1	0	0,0	0,0	0,1	0,0

1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque. 3: Nombre común. 3: Cuatro primeras letras del nombre del género y las dos primeras del nombre de la especie (Briscoe, 1990)

Anexo 3. Abundancia Absoluta y Relativa de especies en el estrato herbáceo de sabanas en el estado Cojedes. Año 1

Especie	Código <sup>3</sup>	Abundancia absoluta <sup>1</sup>			Abundancia relativa (%) <sup>2</sup>		
		H1	H2	H3	H1	H2	H3
<i>R. spinosa</i>	ROCHSP	0	21	1	0,0	8,1	0,8
<i>F. miliacea</i>	FIMBMI	0	8	0	0,0	3,1	0,0
<i>L. octovalvis</i>	LUDWOC	1	22	0	0,4	8,5	0,0
<i>C. rotundus</i> .	CYPERO	0	8	0	0,0	3,1	0,0
<i>H. spinosa</i> .	HYDRSP	13	5	0	5,7	1,9	0,0
<i>M. pigra</i> .	MIMOPI	14	1	0	6,1	0,4	0,0
<i>S. rhombifolia</i> .	SIDARH	0	0	8	0,0	0,0	6,3
<i>P. laxum</i>	PANILA	0	0	14	0,0	0,0	11,0
<i>E. mitrata</i>	ELEOMI	2	9	0	0,9	3,5	0,0
<i>T. geniculata</i>	THALGE	3	6	0	1,3	2,3	0,0
<i>I. cairica</i>	IPOMCA	0	8	0	0,0	3,1	0,0
<i>E. japonica</i>	ERAGJA	0	8	0	0,0	3,1	0,0
<i>I. rugosum</i>	ISCHRU	0	6	2	0,0	2,3	1,6
<i>Mimosa sp.</i>	MIMOSP	2	6	0	0,9	2,3	0,0
<i>H. indicum</i>	HELIIN	6	0	0	2,6	0,0	0,0
<i>C. mucunoides</i>	CALOMU	0	1	3	0,0	0,4	2,4
<i>S. exasperatha</i>	AESCSP	2	2	0	0,9	0,8	0,0
<i>S. aculeata</i>	SENNAC	0	3	1	0,0	1,2	0,8

1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque. 3: Cuatro primeras letras del nombre del género y las dos primeras del nombre de la especie (Briscoe, 1990)



Anexo 3. Continuación. Año 1

Especie	Código <sup>3</sup>	Abundancia absoluta <sup>1</sup>			Abundancia relativa (%) <sup>2</sup>		
		H1	H2	H3	H1	H2	H3
<i>S. mutabilis</i>	STACMU	0	3	0	0,0	1,2	0,0
<i>C. pascuorum.</i>	CENTPA	0	0	2	0,0	0,0	1,6
<i>M. camporum</i>	MIMOCA	0	0	2	0,0	0,0	1,6
<i>H. psittacorum</i>	HELIPS	0	0	0	0,0	0,0	0,0
<i>A. pintoi</i>	ARACPI	0	0	2	0,0	0,0	1,6
<i>H. venezuelensis</i>	HYMEVE	0	0	1	0,0	0,0	0,8
<i>V. brasiliana</i>	VERNBR	0	0	1	0,0	0,0	0,8

1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque. 3: Cuatro primeras letras del nombre del género y las dos primeras del nombre de la especie (Briscoe, 1990)

Anexo 3. Continuación. Año 2

Especie	Código <sup>3</sup>	Abundancia absoluta <sup>1</sup>			Abundancia relativa (%) <sup>2</sup>		
		H1	H2	H3	H1	H2	H3
<i>E. paniculatus</i>	ECHIPA	21	2	0	15,0	1,3	0,0
<i>H. indicum</i>	HELIIN	22	0	0	15,7	0,0	0,0
<i>S. rhombifolia</i>	SIDARH	0	2	9	0,0	1,3	6,5
<i>H. spinosa</i>	HYDRSP	9	2	0	6,4	1,3	0,0
<i>H. completus</i>	HECACO	0	4	5	0,0	2,6	3,6
<i>C. pascuorum</i>	CENTPA	0	0	8	0,0	0,0	5,8
<i>E. japonica</i>	ERAGJA	0	5	0	0,0	3,3	0,0
<i>I. rugosum</i>	ISCHRU	0	0	5	0,0	0,0	3,6
<i>E. mitrata</i>	ELEOMI	0	5	0	0,0	3,3	0,0
<i>C. mucunoides</i>	CALOMU	0	3	1	0,0	2,0	0,7
<i>A. pintoii</i>	ARACPI	0	0	4	0,0	0,0	2,9
<i>C. haspan</i>	CYPEHA	0	3	0	0,0	2,0	0,0
<i>T. geniculata</i>	THALGE	2	0	0	1,4	0,0	0,0
<i>I. cairica</i>	IPOMCA	0	1	0	0,0	0,7	0,0
<i>S. aculeata</i>	SENNAC	0	1	0	0,0	0,7	0,0

1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque. 3: Cuatro primeras letras del nombre del género y las dos primeras del nombre de la especie (Briscoe, 1990)

Anexo 4. Abundancia Absoluta y Relativa de especies en el estrato herbáceo de comunidades boscosas en el estado Cojedes. Año 1

Especie	Código <sup>3</sup>	Abundancia absoluta <sup>1</sup>				Abundancia relativa (%) <sup>2</sup>			
		B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
<i>L. atropurpureus</i>	LONCAT	1	3	3	2	0,8	1,3	2,0	1,8
<i>O. burmanii</i>	OPLIBU	3	6	0	0	2,5	2,6	0,0	0,0
<i>A. peregrina</i>	ANADPE	1	4	1	2	0,8	1,7	0,7	1,8
<i>P. acapulcensis</i>	PTERAC	0	2	3	3	0,0	0,9	2,0	2,7
<i>H. furcellatus</i>	HIBIFU	1	7	0	0	0,8	3,0	0,0	0,0
<i>R. carthaginensis</i>	RYTICA	0	3	1	4	0,0	1,3	0,7	3,6
<i>E. polystachya</i>	ENTAPO	0	2	3	2	0,0	0,9	2,0	1,8
<i>O. latifolia</i>	OLYRLA	2	0	5	0	1,7	0,0	3,4	0,0
<i>S. rhombifolia</i>	SIDARH	5	2	0	0	4,2	0,9	0,0	0,0
<i>X. seemannianum</i>	XILOSE	2	4	1	0	1,7	1,7	0,7	0,0
<i>P. laevis</i>	PSEULA	1	3	2	0	0,8	1,3	1,3	0,0
<i>R. spinosa</i>	ROCHSP	0	0	1	5	0,0	0,0	0,7	4,5
<i>C. fruticosum</i>	COMBFR	2	2	1	0	1,7	0,9	0,7	0,0
<i>R. venezuelensis</i>	RANDVE	1	0	2	2	0,8	0,0	1,3	1,8
<i>C. spinosa</i>	CHOMSP	3	1	0	0	2,5	0,4	0,0	0,0
<i>Z. syncarpum</i>	ZANTSY	4	0	0	0	3,4	0,0	0,0	0,0
<i>S. sparganophorum</i>	STRUSP	1	0	2	0	0,8	0,0	1,3	0,0
<i>M. glabra</i>	MALPGL	0	1	0	2	0,0	0,4	0,0	1,8

1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque. 3: Cuatro primeras letras del nombre del género y las dos primeras del nombre de la especie (Briscoe, 1990)

Anexo 4. Continuación. Año 1

Especie	Código <sup>3</sup>	Abundancia absoluta <sup>1</sup>				Abundancia relativa (%) <sup>2</sup>			
		B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
<i>M. humboldtianum</i>	MACHHU	1	2	0	0	0,8	0,9	0,0	0,0
<i>C. caracasana</i>	COCCCA	0	3	0	0	0,0	1,3	0,0	0,0
<i>H. psittacorum</i>	HELIPS	0	2	0	0	0,0	0,9	0,0	0,0
<i>H. amplexicaulis</i>	HYMEAM	2	0	0	0	1,7	0,0	0,0	0,0
<i>H. metálica</i>	HELIME	0	2	0	0	0,0	0,9	0,0	0,0
<i>L. candida</i>	LUEHCA	0	1	0	0	0,0	0,4	0,0	0,0
<i>B. pyramidatum</i>	BLECPY	1	0	0	0	0,8	0,0	0,0	0,0
<i>A. racemosus</i>	ALLORA	0	1	0	0	0,0	0,4	0,0	0,0
<i>C. haspan</i>	CYPEHA	0	0	0	1	0,0	0,0	0,0	0,9
<i>B. diversifolia</i>	BIGNDI	0	1	0	0	0,0	0,4	0,0	0,0
<i>P. aspera</i>	PRIOAS	0	1	0	0	0,0	0,4	0,0	0,0
<i>T. guianensis</i>	TAPIGU	0	0	1	0	0,0	0,0	0,7	0,0
<i>S. glandulosum</i>	SAPIGL	0	0	1	0	0,0	0,0	0,7	0,0
<i>A. jahnii</i>	ANNOJA	1	0	0	0	0,8	0,0	0,0	0,0
<i>P. cururu</i>	PAULCU	0	0	0	1	0,0	0,0	0,0	0,9
<i>B. guineensis</i>	BACTGU	0	1	0	0	0,0	0,4	0,0	0,0
<i>P. acuminatus</i>	PHYLAC	0	1	0	0	0,0	0,4	0,0	0,0
<i>M. pittierana</i>	MAYTPI	0	1	0	0	0,0	0,4	0,0	0,0

1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque. 3: Cuatro primeras letras del nombre del género y las dos primeras del nombre de la especie (Briscoe, 1990)

Anexo 4. Continuación. Año 2

Especie	Código <sup>3</sup>	Abundancia absoluta <sup>1</sup>				Abundancia relativa (%) <sup>2</sup>			
		B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
<i>P. acapulcensis</i>	PTERAC	7	1	3	4	5,5	0,9	1,9	3,4
<i>O. latifolia</i>	OLYRLA	8	0	5	0	6,3	0,0	3,2	0,0
<i>D. nitida</i>	DAVINI	4	7	0	2	3,1	6,3	0,0	1,7
<i>C. rotundus</i>	CYPERO	3	4	5	1	2,3	3,6	3,2	0,8
NI	Sangrito <sup>3</sup>	0	2	10	1	0,0	1,8	6,4	0,8
<i>L. atropurpureus</i>	LONCAT	5	2	3	2	3,9	1,8	1,9	1,7
<i>R. carthaginensis</i>	RYTICA	1	3	1	5	0,8	2,7	0,6	4,2
<i>P. alliacea</i>	PETIAL	9	0	0	0	7,0	0,0	0,0	0,0
<i>R. spinosa</i>	ROCHSP	1	0	1	6	0,8	0,0	0,6	5
<i>I. interrupta</i>	INGAIN	1	7	0	0	0,8	6,3	0,0	0,0
<i>E. polystachya</i>	ENTAPO	1	0	3	3	0,8	0,0	1,9	2,5
<i>S. melaleuca</i>	SCLEME	2	2	3	0	1,6	1,8	1,9	0,0
<i>X. seemannianum</i>	XILOSE	3	3	1	0	2,3	2,7	0,6	0,0
<i>O. burmanii.</i>	OPLIBU	3	3	0	0	2,3	2,7	0,0	0,0
<i>A. peregrina</i>	ANADPE	0	2	1	2	0	1,8	0,6	1,7
<i>P. cururu</i>	PAULCU	4	0	0	1	3,1	0,0	0,0	0,8
<i>R. venezuelensis</i>	RANDVE	0	1	2	2	0,0	0,9	1,3	1,7
<i>P. laevis</i>	PSEULA	1	3	2	0	0,8	1,3	1,3	0,0

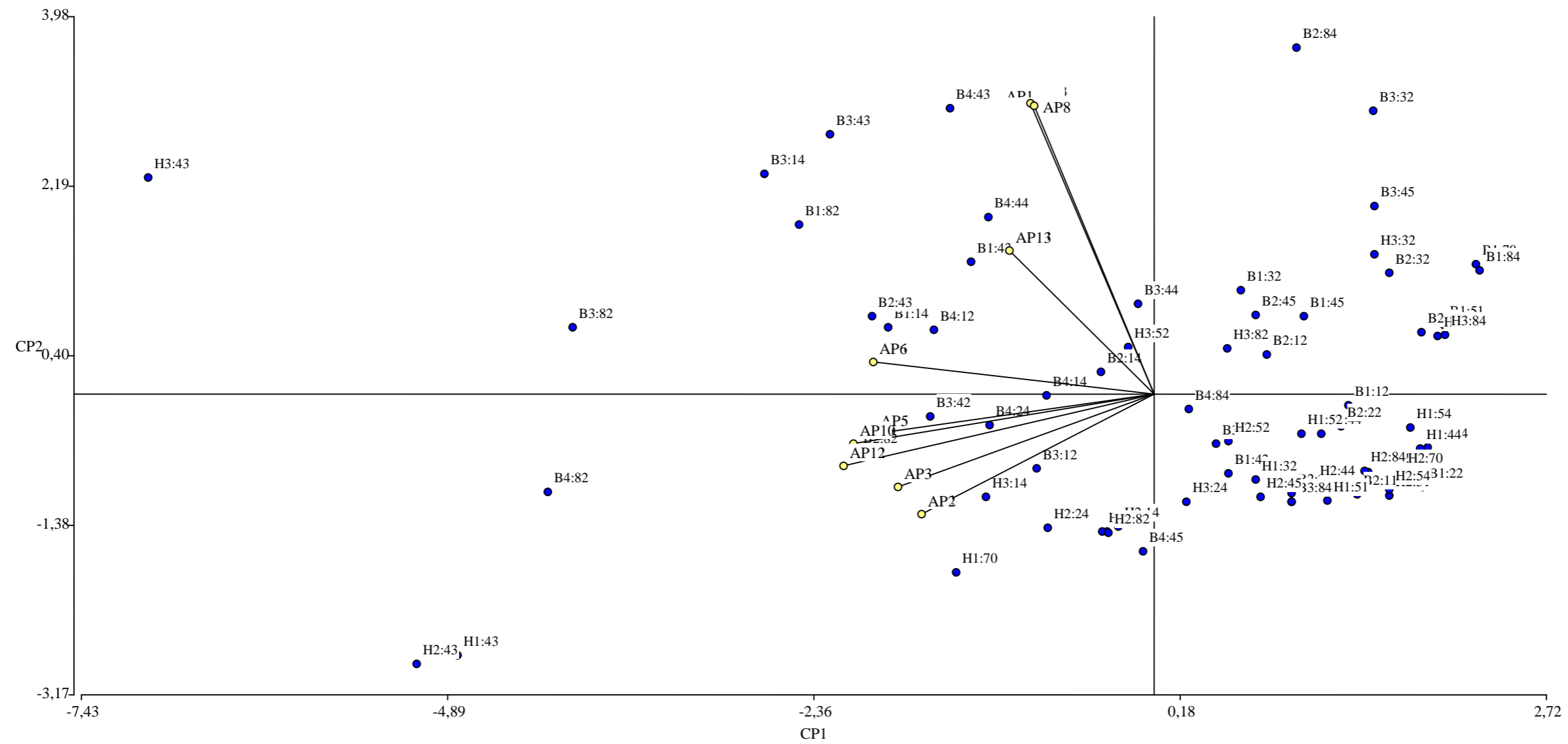
1: Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque. 3: Nombre común. 3: Cuatro primeras letras del nombre del género y las dos primeras del nombre de la especie (Briscoe, 1990)

Anexo 4. Continuación. Año 2

1:

Especie	Código <sup>3</sup>	Abundancia absoluta <sup>1</sup>				Abundancia relativa (%) <sup>2</sup>			
		B1	B2	B3	B4	B1	B2	B3	B4
<i>C. fruticosum</i>	COMBFR	2	1	1	0	1,6	0,9	0,6	0,0
<i>M. pittierana</i>	MAYTPI	2	2	0	0	1,6	1,8	0,0	0,0
<i>S. sparganophorum</i>	STRUSP	1	0	2	0	0,8	0,0	1,3	0,0
<i>H. furcellatus</i>	HIBIFU	0	3	0	0	0,0	2,7	0,0	0,0
<i>M. humboldtianum</i>	MACHHU	1	2	0	0	0,8	1,8	0,0	0,0
<i>H. psittacorum</i>	HELIPS	1	1	0	0	0,8	0,9	0,0	0,0
<i>T. guianensis</i>	TAPIGU	0	0	2	0	0,0	0,0	1,3	0,0
<i>M. glabra</i>	MALPGL	0	0	0	2	0,0	0,0	0,0	1,7
<i>C. caracasana</i>	COCCCA	0	2	0	0	0,0	1,8	0,0	0,0
<i>P. dulce</i>	PITHDU	2	0	0	0	1,6	0,0	0,0	0,0
<i>Smilax sp.</i>	SMILSP	0	1	0	0	0,0	0,9	0,0	0,0
<i>C. spinosa</i>	CHOMSP	0	1	0	0	0,0	0,9	0,0	0,0
<i>C. celluloso-reticulatus</i>	CYPECE	0	0	1	0	0,0	0,0	0,6	0,0
<i>C. haspan</i>	CYPEHA	0	0	0	1	0,0	0,0	0,0	0,8
<i>S. rhombifolia</i>	SIDARH	0	1	0	0	0,0	0,9	0,0	0,0
<i>B. diversifolia</i>	BIGNDI	0	1	0	0	0,0	0,9	0,0	0,0
<i>S. glandulosum</i>	SAPIGL	0	0	1	0	0,0	0,0	0,6	0,0
<i>B. guineensis</i>	BACTGU	0	1	0	0	0,0	0,9	0,0	0,0
<i>H. metálica</i>	HELIME	0	1	0	0	0,0	0,9	0,0	0,0

Total de individuos de una especie por unidad de muestreo y bosque. 2: Proporción de individuos de una especie con respecto al total por unidad de muestreo y por bosque. 3: Cuatro primeras letras del nombre del género y las dos primeras del nombre de la especie (Briscoe, 1990)



Anexo 5. Distribución espacial y temporal de la abundancia de TFP, en el estrato herbáceo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Ejemplo: B4:82, significa Bosque 4: TFP 82; ver Cuadro 4 y Anexos 1 y 8.





Anexo 7. Correlaciones entre los componentes del cono de vulnerabilidad

	Latizales <sup>1</sup>	Fustales <sup>1</sup>	Lianas <sup>1</sup>	X <sup>2</sup>	Y <sup>3</sup>	Ángulo <sup>4</sup>	Cono de Vulnerabilidad
Latizales	1,00						
Fustales	0,14	1,00					
Lianas	-0,04	-0,13	1,00				
X	-0,17	-0,06	-0,24	1,00			
Y	-0,13	0,11	-0,21	0,54*	1,00		
Ángulo	0,04	0,07	0,19	-0,75*	0,08	1,00	
Cono de Vulnerabilidad	-0,22	-0,09	-0,18	0,93*	0,61*	-0,54*	1,00

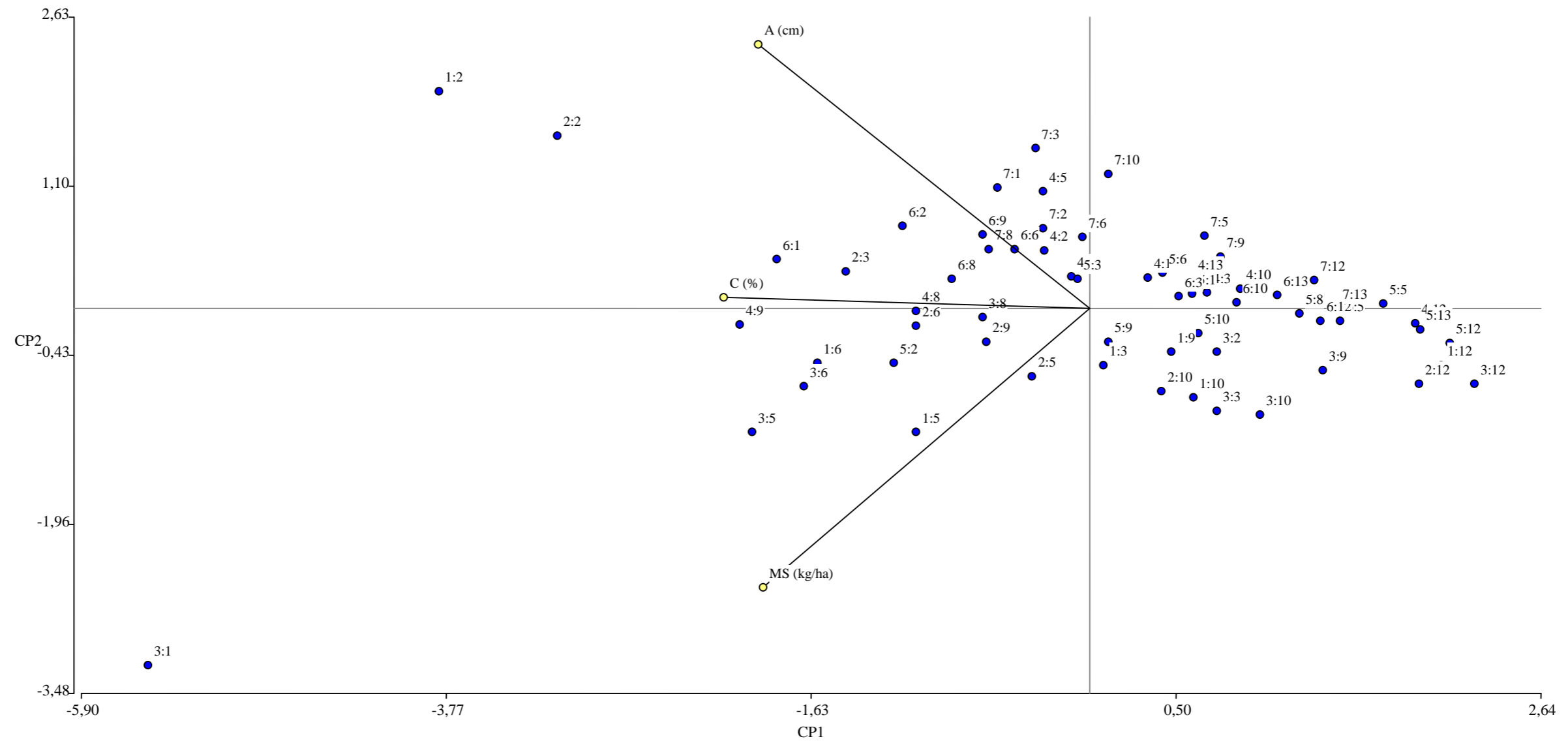
\*P(<0,0001)

1: N° individuos/ha; 2: Distancia desde el punto al azar hasta la base de la obstrucción; 3: Altura de la obstrucción; 4: Ángulo de la obstrucción

Anexo 8. Correlaciones entre las variables de estructura del estrato herbáceo

	Altura	Cobertura	MS verde	MS lignificada	MS senescente
Altura	1,00				
Cobertura	0,53*	1,00			
MS verde	0,37*	0,54*	1,00		
MS lignificada	0,16	0,12	0,19	1,00	
MS senescente	0,28	0,20	0,49*	0,28	1,00

\*(P<0,001)



Anexo 9. Distribución espacial y temporal de variables estructurales en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

A (cm): Altura de la planta; C(%): Cobertura total; MS (kg/ha): Materia seca/ha. Para significado de cada indicador numérico, ver Anexo 14, ejemplo: 1:2, significa Comunidad 1 : Año-Periodo 2.

Anexo 10. Producción mensual de hojarasca y sus componentes en comunidades boscosas en el estado Cojedes

Mes	MSH	MSFL	MSFR	MSFF	MST	MSTot
N	339,43 <sup>c</sup>	7,71 <sup>ab</sup>	0,86 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	66 <sup>c</sup>	414 <sup>d</sup>
D	558,1 <sup>b</sup>	12,51 <sup>ab</sup>	5,63 <sup>cd</sup>	6,3 <sup>bc</sup>	99,85 <sup>abc</sup>	682,39 <sup>bc</sup>
E	909,29 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	21,74 <sup>bcd</sup>	8,27 <sup>bc</sup>	90,96 <sup>bc</sup>	1030,26 <sup>a</sup>
F	560,59 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	52,79 <sup>a</sup>	17,38 <sup>abc</sup>	166,34 <sup>ab</sup>	797,09 <sup>ab</sup>
M	380,6 <sup>c</sup>	23,5 <sup>a</sup>	31,64 <sup>abc</sup>	35,93 <sup>a</sup>	193,71 <sup>a</sup>	665,43 <sup>bc</sup>
A	259,86 <sup>cd</sup>	25,64 <sup>a</sup>	35,14 <sup>ab</sup>	16,57 <sup>abc</sup>	118,86 <sup>abc</sup>	456,07 <sup>cd</sup>
M	154,0 <sup>d</sup>	9,5 <sup>ab</sup>	23,43 <sup>bcd</sup>	23,57 <sup>ab</sup>	123,57 <sup>abc</sup>	334,07 <sup>d</sup>
J	102,29 <sup>d</sup>	23,66 <sup>a</sup>	39,3 <sup>ab</sup>	16,11 <sup>abc</sup>	77,29 <sup>bc</sup>	258,65 <sup>d</sup>
Total	3264,16	102,52	210,53	124,13	870,58	4637,96
Acumulado*	4896,24	153,78	315,8	185,2	1305,87	6956,54

\* Estimado para 12 meses

MSH: Materia seca de hojas, MSFL: Materia seca de Flores, MSFR: Materia seca de frutos, MSFF: Materia seca de material finamente fraccionado no diferenciable. MST: Materia seca de tallos, MSTot: Materia seca total

Anexo 11. Correlaciones entre componentes de la hojarasca

	Año	Periodo	Bosque	MSH	MSFL	MSFS	MSFF	MST	MSTOT
Año	1,00								
Periodo	0,00	1,00							
Bosque	0,00	0,00	1,00						
MSH	0,16	-0,36	-0,08	1,00					
MSFL	0,00	0,13	0,02	-0,09	1,00				
MSFS	0,02	0,13	0,06	0,01	0,03	1,00			
MSFF	-0,08	0,27	-0,01	-0,03	0,02	0,08	1,00		
MST	0,09	0,03	-0,09	0,28	0,08	0,16	0,19	1,00	
MSTOT	0,16	-0,24	-0,09	0,91*	0,03	0,18	0,13	0,61*	1,00

\*P<0,001

MSH: Materia seca de hojas, MSFL: Materia seca de Flores, MSFR: Materia seca de frutos, MSFF: Materia seca de material finamente fraccionado no diferenciable. MST: Materia seca de tallos, MSTot: Materia seca total

Anexo 12. Correlaciones entre variables evaluadas en las transectas animal, control y aleatoria

Año	C <sup>1</sup>	Período	Dist(m) <sup>2</sup>	Nº est <sup>3</sup>	SpSel <sup>4</sup>	Sptot <sup>5</sup>	SpSel(%) <sup>6</sup>	SpTotTC <sup>7</sup>	SpTotalTA <sup>8</sup>		
Año		1,00									
C		-0,37*	1,00								
Período		-0,49*	-0,06	1,00							
Dist(m)		-0,22	0,05	0,16	1,00						
Nº est		-0,19	-0,08	0,15	0,53*	1,00					
SpSel		0,04	-0,15	-0,12	0,19	0,10	1,00				
Sptot		-0,28	0,13	0,14	0,28	0,16	0,46*	1,00			
SpSel(%)		0,23	-0,06	-0,27	-0,09	-0,04	0,26	-0,61*	1,00		
SpTotTC		-0,43*	0,26	0,36*	0,04	-0,12	0,15	0,31*	-0,22	1,00	
SpTotalTA		-0,38*	0,35*	0,24	-0,02	-0,05	0,06	0,21	-0,15	0,39*	1,00

P<0,001

1: Comunidad; 2: Distancia recorrida por el animal; 3: Nº de sitios de consumo; 4: Nº de especies seleccionadas en la transecta animal; 5: Nº de especies totales en la transecta animal; 6: % de especies seleccionadas con respecto al total, en la transecta animal; 7: Nº de especies totales en la transecta control; 8: Nº de especies totales en la transecta aleatoria.

Anexo 13. Correlaciones entre partes consumidas, altura de la planta y altura de consumo

	PC <sup>1</sup>	AC <sup>2</sup>	AP <sup>3</sup>
PC	1,00		
AC	-0,64*	1,00	
AP	-0,87*	0,75*	1,00

(P<0,001).

1: Partes consumidas; 2: Altura de consumo (m); 3: Altura de la pastura

Anexo 14. Significado de indicadores numéricos para interpretación de figuras de análisis de componentes principales

Año	Mes	Periodo	Categoría AP* Selectividad animal	Categoría AP Muestreo de vegetación
2008	Diciembre	1		1
2008	Febrero	2	1	2
2008	Marzo	3	2	3
2008	Abril	4	3	4
2008	Abril	5	4	4
2008	Mayo	6	5	5
2008	Junio	7	6	6
2008	Junio	8	7	6
2009	Enero	1	8	2
2009	Febrero	2	9	3
2009	Marzo	3	10	4
2009	Marzo	4	11	4
2009	Abril	5	12	5
2009	Mayo	6	13	6

	Comunidad	Código
	H1	1
	H2	2
	H3	3
	B1	4
*AP: Año x periodo.	B2	5
	B3	6
	B4	7

Anexo 15. Frecuencia de aparición de fragmentos epidérmicos en heces de vacunos a pastoreo en comunidades de sabanas y bosques en el estado Cojedes

Periodos		Frecuencia															
		Absoluta <sup>1</sup>								Relativa (%) <sup>2</sup>							
Año	Especie	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
1	<i>E. japonica</i>	0	3	3	0	0	0	0	0	0	1,9	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	<i>P. guachepele</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	<i>P. laxum</i>	0	3	3	0	0	0	0	0	0	1,9	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	<i>P. stelis</i>	0	3	3	0	0	0	0	0	0	1,9	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	<i>E. fusca</i>	0	3	0	0	0	3	0	0	0	1,9	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0
1	<i>X. seemannianum</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	<i>E. paniculatus</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	<i>P. dulce</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	<i>C. rotundus</i>	0	0	3	0	0	0	4	5	0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	6,4	7,9
1	<i>S. saman.</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0,0	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	<i>H. spinosa</i>	0	0	3	0	3	5	0	0	0	0,0	1,4	0,0	3,1	5,2	0,0	0,0
1	<i>C. celluloso-reticulatus</i>	0	0	3	0	3	5	0	3	0	0,0	1,4	0,0	3,1	5,2	0,0	4,8
1	<i>A. glomerosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8
1	<i>M. pigra</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8
1	<i>S. melaleuca</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0	0,0
1	<i>C. haspan</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0

1: Total de campos visuales donde apareció la especie. 2: Proporción de campos visuales donde apareció la especie con respecto al total.

Anexo 15. Continuación

		Frecuencia									
		Absoluta					Relativa (%)				
Periodos		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Año	Especie										
2	<i>X. seemannianum</i>	4	1	0	0	0	2,5	0,8	0,0	0,0	0,0
2	<i>H. spinosa</i>	3	0	0	2	0	1,9	0,0	0,0	2,6	0,0
2	<i>E. japonica</i>	2	5	2	4	0	1,3	3,8	2,0	5,2	0,0
2	<i>C. rotundus</i>	2	0	2	1	3	1,3	0,0	2,0	1,3	4,8
2	<i>P. laxum</i>	2	0	0	2	0	1,3	0,0	0,0	2,6	0,0
2	<i>S. melaleuca</i>	2	0	0	0	0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
2	<i>E. paniculatus</i>	2	0	0	1	0	1,3	0,0	0,0	1,3	0,0
2	<i>E. fusca</i>	2	0	2	1	0	1,3	0,0	2,0	1,3	0,0
2	<i>S. saman</i>	0	0	2	0	0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0
2	<i>P. stelis</i>	0	3	0	1	0	0,0	2,3	0,0	1,3	0,0
2	<i>C. celluloso-reticulatus</i>	0	0	0	1	0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0
2	<i>M. pigra</i>	0	0	2	0	0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0
2	<i>A. peregrina</i>	0	5	0	3	0	0,0	3,8	0,00	3,9	0,0
2	<i>E. ciclocarpum</i>	0	6	5	0	0	0,0	4,6	5,0	0,0	0,0
2	<i>C. haspan</i>	0	5	0	0	0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0
2	<i>I. cairica</i>	0	0	0	1	0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0
2	<i>E. crassipes</i>	0	0	4	1	0	0,0	0,0	4,0	1,3	0,0
2	<i>G. americana</i>	0	1	0	0	0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0

1: Total de campos visuales donde apareció la especie. 2: Proporción de campos visuales donde apareció la especie con respecto al total.





Anexo 17. Correlaciones entre variables bromatológicas y de pared celular

	CEN (%)	EE (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	Deg (%)
CEN (%)	1,00					
EE (%)	0,59*	1,00				
PC (%)	0,60*	0,58*	1,00			
FDN (%)	-0,55*	-0,26	-0,41	1,00		
FDA (%)	-0,50*	-0,33	-0,58*	0,34	1,00	
Deg (%)	0,02	0,04	0,31	0,25	-0,27	1,00

P<0,05

CEN, Cenizas; EE, Extracto etéreo; PC, Proteína cruda; FDN, Fibra detergente neutra; FDA, Fibra detergente ácida; Deg., Degradabilidad.