



## CARACTERIZACIÓN DE HERBÁCEAS Y ARBUSTIVAS DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL DE BOSQUE SECO TROPICAL

### CHARACTERIZATION OF HERBACEOUS AND SHRUBBY OF A TROPICAL DRY FOREST SILVOPASTORAL SYSTEM

Arturo Gálvez-Cerón<sup>a</sup> MSc PhD(c), Yesenia Lagos-Rosero<sup>b</sup>, Cristian H. Armero-Hernández<sup>b</sup>

Recibido: 10-nov-2014

Aceptado: 25-nov-2014

#### RESUMEN

La disponibilidad y calidad forrajera inciden en la productividad de la ganadería bovina, sin embargo, el desconocimiento de los recursos alimentarios locales impide su aprovechamiento y conlleva a la modificación natural de los ecosistemas. La investigación se desarrolló en el municipio de Linares, departamento de Nariño, Colombia, con temperatura promedio de 25°C, precipitación de 1100 mm, a 1007 msnm. El objetivo fue caracterizar las especies herbáceas y arbustivas presentes en un sistema silvopastoril, por regeneración natural, en zona de bosque seco tropical, para determinar su potencial alimentario. La metodología incluyó su clasificación taxonómica mediante el método APG III, determinación de la abundancia y diversidad mediante los índices de Simpson y Shannon en el sistema silvopastoril y uno convencional, comparación de la biomasa forrajera y los nutrientes ofrecidos por estos dos sistemas, valoración nutricional de las especies aprovechadas por bovinos, mediante los métodos de la AOAC y Goering y Van Soest, determinación de metabolitos secundarios con la metodología de Domínguez, y registro de patrones fenológicos durante tres periodos post-pastoreo. La mayor diversidad determinada por el índice de Shannon se observó en una pradera silvopastoril (2,78), y la menor en la convencional (2,02). La biomasa forrajera y la proteína cruda, ofrecidas en toneladas de MS/Ha/año, fueron mayores en el sistema silvopastoril con respecto al convencional (27,6 y 4,1 vs 14,3 y 0,9). El porcentaje de proteína cruda más alto lo presentó *C. incana* (36,7%), el contenido de metabolitos secundarios fue bajo en todas las especies valoradas, excepto en *C. nictitans*, con abundantes compuestos fenólicos. Los patrones fenológicos registrados indicaron que la mayoría de las especies muestran un comportamiento sincronizado en sus fenofases vegetativas y reproductivas antes de iniciar el pastoreo durante los meses de marzo y agosto.

**Palabras clave:** diversidad, fenología, metabolito, monocultivo, taxonomía

#### ABSTRACT

Forage availability and quality affect productivity of cattle, however, the lack of local food resources prevents their use and brings a natural modification of ecosystems. The research was con-

<sup>a</sup> Profesor, Departamento de Producción y Procesamiento Animal, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. galvezceron@udenar.edu.co.

<sup>b</sup> Estudiantes de Zootecnia, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. yesselagosr@gmail.com, armerocr@hotmail.com

ducted in the town of Linares, Nariño, Colombia, with an average temperature of 25°C, rainfall of 1100 mm, to 1007 m. The aim was to characterize the herbaceous and shrubby species in a silvopastoral system, for natural regeneration in area of tropical dry forest, to determine its food potential. The methodology included taxonomic classification by APG III method, determination of diversity and abundance by indices of Simpson and Shannon in the silvopastoral system and a conventional, comparison of forage biomass and nutrients offered by these two systems, nutritional assessment of species exploited by cattle by the methods of AOAC and Goering and Van Soest, determination of secondary metabolites with Dominguez methodology and record phenological patterns during three periods after grazing. The greatest diversity determined by the Shannon index was observed in a silvopastoral grassland (2.78) and lowest in the conventional system (2.02). The offered forage biomass and crude protein in tons DM/hectare/year, were higher in the silvopastoral system over conventional (27.6 y 4.1 vs. 14.3 y 0.9). The highest percentage of crude protein was present *C. incana* (36.7%). The content of secondary metabolites was low for valued species, except for *C. nictitans* that presented abundant phenolic compounds. Registered phenological patterns indicated that most species show a synchronized behavior in their vegetative and reproductive phenophases, before initiating grazing during the months of March and August.

**Keywords:** diversity, phenology, metabolite, monoculture, taxonomy

---

## INTRODUCCIÓN

En Colombia, la producción bovina se ha desarrollado bajo condiciones extensivas, con predominio de praderas con monocultivo de gramíneas<sup>[1]</sup>, que se caracterizan por producir forraje con bajo rendimiento de biomasa y deficiente calidad nutricional, lo cual impide obtener una producción aceptable e índices reproductivos eficientes. Para reducir estas deficiencias, con frecuencia el productor usa suplementos, haciendo de la ganadería una actividad poco rentable y altamente dependiente de insumos externos<sup>[2]</sup>.

No obstante, en muchas regiones del país existe un número importante de especies herbáceas y arbustivas que podrían ser implementadas como una alternativa para contrarrestar esta problemática, aun cuando el desconocimiento de su potencial forrajero conlleva a su eliminación dentro de las praderas. Los sistemas silvopastoriles por regeneración natural asistida permiten la incorporación de arbustos y leguminosas herbáceas de crecimiento espontáneo que diversifican la oferta forrajera, incrementan la calidad nutricional de la dieta y, al mismo tiempo, aseguran la sostenibilidad y el equilibrio ambiental a largo plazo por medio del uso de diferentes recursos locales<sup>[3]</sup>.

Esta técnica agroecológica logra mantener óptimos parámetros productivos, con altos valores de biodiversidad vegetal<sup>[4]</sup>. Los índices desarrollados para medir esta última actúan como indicadores del estado de los ecosistemas y, como resultado, permiten tomar decisiones en pro su buen manejo y conservación<sup>[5]</sup>, sabiendo que, en la mayoría de escenarios tropicales, los animales comen o son alimentados con variedad de forrajes<sup>[6]</sup>.

Por esta razón, es necesario incentivar el uso de especies nativas en la ganadería tropical, para lo cual se precisa conocer indicadores como composición bromatológica, presencia de metabolitos secundarios y comportamiento de las especies vegetales en el pastoreo, ya que sus cambios fenológicos no sólo se asocian al clima, sino también a la defoliación por parte del ganado<sup>[7]</sup>.

La presente investigación tuvo como objetivo caracterizar taxonómica, nutricional y fenológicamente las especies herbáceas y arbustivas presentes en un sistema silvopastoral por regeneración natural, en zona de bosque seco tropical, con el fin de determinar su potencial alimentario. También se obtuvo información sobre la diversidad vegetal bajo esta modalidad de manejo y se

determinó las ventajas existentes en calidad y cantidad de la biomasa forrajera ofrecida

por este sistema, en comparación con uno convencional.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

El estudio se llevó a cabo en la finca El Pilche, ubicada en el municipio de Linares, departamento de Nariño, con coordenadas geográficas 01° 23' 27,6'' N y 77° 30' 18,6'' W, altura de 1.007 msnm, precipitación anual y temperatura promedio de 1.100 mm y 25°C respectivamente.

### Variables evaluadas

**Clasificación taxonómica.** Las especies recolectadas se identificaron en el Herbario PSO de la Universidad de Nariño, en Pasto, Colombia, determinándose familia, género y especie, mediante el Método APG III.

**Diversidad y abundancia.** El muestreo consistió en ubicar 10 cuadrantes de 0,25 m<sup>2</sup> a lo largo de un transecto de 10 metros de longitud, con base en el método de Varano [8]. En cada cuadrante se registró el número de especies (herbáceas y arbustivas) y el número de individuos de cada especie, según lo descrito por Mostacedo y Fredericksen [9]. Se determinó cinco transectos en cada pradera, obedeciendo a la metodología recomendada por Velásquez [10] y se tomó muestras en seis praderas utilizadas con pastoreo en rotación en el sistema silvopastoril y una pradera convencional.

Se calculó los Índices de Simpson y de Shannon (en cada pradera), se determinó la especie de mayor abundancia y se consideró el número de especies que son aprovechadas por los animales en cada sistema [11].

Se utilizó las siguientes fórmulas de acuerdo con Moreno [5]:

$$\begin{aligned} \text{Dominancia de Simpson: } \lambda &= \sum p_i^2 \\ \text{Diversidad de Simpson. } H' &= - \sum p_i \ln p_i \\ \text{Diversidad de Shannon: } H' &= \sum p_i \ln p_i \\ \text{Equidad de Shannon: } H'E &= \frac{H'}{\ln S} \end{aligned}$$

Dónde:

$p_i$  = abundancia proporcional de la especie  $i$ , es decir, el número de individuos de la especie  $i$  ( $n_i$ ) dividido entre el número total de individuos de la muestra ( $n$ ).

$\ln$  = logaritmo natural.

### Cantidad y calidad de la oferta forrajera.

Se evaluó la producción de biomasa forrajera y los nutrientes ofrecidos por el sistema silvopastoril, que incluyó el aporte de herbáceas y arbustivas presentes por regeneración natural y el de gramíneas (*P. maximum*, *H. rufa* y *B. decumbens*), con respecto a la dieta proporcionada por el sistema convencional con monocultivo de *P. maximum*. La producción se calculó por método directo, aplicando aforos de 0,25 m<sup>2</sup> ubicados sistemáticamente en zigzag, de acuerdo con la metodología propuesta por López et al [12]. Se tomó 15 muestras en cada pradera, teniendo en cuenta los criterios de Iturbe [13].

**Composición nutricional.** Las especies aprovechadas por los bovinos se sometieron a determinación de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas y materia orgánica, mediante análisis químico proximal, según los métodos establecidos por la AOAC [14], y las fracciones de fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y lignina, por método de Goering y Van Soest [15], en el laboratorio de Ecofisiología de la Universidad del Tolima, Colombia. El valor energético se estimó mediante la ecuación descrita por Weiss [16]. Adicionalmente, se obtuvo la relación hoja/tallo de la fracción que se asumió aprovechable por los bovinos, según la metodología de Saavedra et al [17].

**Metabolitos secundarios.** La determinación cualitativa de metabolitos secundarios (fenoles, saponinas, esteroides y alcaloides) se realizó en el Laboratorio de la Universidad de

Nariño, mediante la metodología recomendada por Domínguez <sup>[18]</sup>.

**Fenología.** Se realizó mediante observación directa, durante tres periodos de recuperación en las praderas rotacionales del sistema silvopastoril. Se tuvo en cuenta rebrote, brotes vegetativos nuevos, floración, fructificación y defoliación. El seguimiento se realizó a tres plantas por especie en cada pradera, las cuales fueron señaladas mediante estaca y cintas de colores visibles, para facilitar su

ubicación. Simultáneamente, se recolectó datos de temperatura y pluviosidad, por medio de una estación meteorológica semi-experimental.

### **Análisis estadístico**

Mediante el Software InfoStat versión 2014, se realizó una Prueba T de Student, con un  $\alpha=0,01$ , además de un análisis de correlación.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Clasificación taxonómica**

La Tabla 1 presenta el listado de las especies encontradas en el sistema silvopastoril por regeneración natural asistida y en el sistema convencional. Se encontró 38 especies, 34 en el sistema silvopastoril y 15 en el sistema convencional.

La mayoría de estas especies pertenecen a la familia de las Fabáceas y, en su totalidad, están dentro del sistema silvopastoril. De igual forma, en el inventario de arvenses realizado por Canizales et al <sup>[3]</sup>, en zona de vida de bosque seco y húmedo tropical, encontraron que Fabaceae fue la familia con mayor número de especies.

### **Diversidad y abundancia**

**Índices de diversidad.** Los resultados se presentan en la Tabla 2. A mayor dominancia, la diversidad Simpson disminuye, por ende, esta última fue menor en la pradera convencional (0,77). Las praderas silvopastoriles fueron más diversas de acuerdo al índice de Shannon (2,42 y 2,78), con respecto a la pradera convencional (2,02), así mismo, fueron más equitativas.

La mayor diversidad en las praderas silvopastoriles pudo ser el resultado de la regeneración natural asistida. A pesar de que las especies vegetales fueron sometidas a una actividad supresora por el pastoreo, bajo ese tipo de manejo lograron mantener sus poblaciones dentro del sistema <sup>[19]</sup>. Por su parte, la

pastura convencional está también expuesta a la alteración antrópica, lo que justifica su baja diversidad.

La pradera cuatro, del sistema silvopastoril, presentó el valor más alto de diversidad de Simpson (0,93), el cual concuerda con el encontrado por Canizales et al <sup>[3]</sup> (0,91), al determinar este índice en una silvopastura de bosque seco tropical. El valor más bajo reportado por los mismos autores fue de 0,77 y correspondió a praderas degradadas que, además, coincidió con el obtenido en este estudio para la pradera convencional.

La diversidad Shannon, en las praderas silvopastoriles, fue mayor que la reportada por Albino et al <sup>[20]</sup> (2,2) en las arvenses de una parcela agrícola, valor que, a su vez, es superior al aquí obtenido para la pastura del convencional (2,02).

**Abundancia.** La mayor abundancia en el sistema silvopastoril estuvo dada por *D. incanum*, con el 16% del total de individuos, seguida por *C. nictitans* y *P. maximum*, que representaron el 12% y 10% respectivamente. Entre las posibles causas de la dominancia de *D. incanum*, se puede citar la interacción con los agentes dispersores en la pradera y, como factor principal, el consumo de sus semillas por los bovinos en pastoreo, lo que garantiza su dispersión en las bostas, permitiendo un incremento en área de colonización <sup>[19]</sup>. En la pradera convencional, *P. maximum* contribuye con el 44% al total de individuos, seguida de *B. decumbens* y *S.*

cetosa, con porcentajes de 13% y 6% respectivamente.

**Tabla 1. Clasificación taxonómica de especies herbáceas y arbustivas en zona de bosque seco tropical del municipio de Linares-Nariño.**

Nombre Común	Familia	Género	Especie	Hábito
Pacunga <sup>a</sup>	Asteraceae	<i>Bidens</i>	<i>bipinnata</i> Cynapiifolia H.B.K	H
Mata pasto <sup>a</sup>	Asteraceae	<i>Chromolaena</i>	<i>laevigata</i> Clam (Keer)	Ar
Lechuguilla <sup>a,b</sup>	Asteraceae	<i>Emilia</i>	<i>sonchifolia</i> (L.) DC.	H
Margaritonia <sup>a</sup>	Asteraceae	<i>Tithonia</i>	<i>sp.</i>	Ar
Falsa sensitiva <sup>a</sup>	Caesalpinaceae	<i>Chamaecrista</i>	<i>nictitans</i> (L) Moench	H
Trompetillo <sup>b</sup>	Convolvulaceae	<i>Hipomoea</i>	SC	H
Calabacín <sup>a</sup>	Convolvulaceae	SC	SC	H
Coquito <sup>a,b</sup>	Cyperaceae	<i>Cyperus</i>	<i>ferax</i> Rich.	H
Mosquera <sup>a</sup>	Euphorbiaceae	<i>Croton</i>	<i>ferrugineus</i> Kunth.	Ar
Falcata <sup>a</sup>	Fabaceae	<i>Aeschynomene</i>	<i>falcata</i> Poir DC.	H
Vaina vello <sup>a</sup>	Fabaceae	<i>Calopogonium</i>	<i>muconoides</i> Desv.	H
Flor lila <sup>a</sup>	Fabaceae	<i>Centrosema</i>	<i>virginianum</i> (L) Benth.	H
Maraca grande <sup>a</sup>	Fabaceae	<i>Crotalaria</i>	<i>incana</i> L.	H
Maraquita <sup>a</sup>	Fabaceae	<i>Crotalaria</i>	<i>sagittalis</i> L.	H
Amor seco <sup>a</sup>	Fabaceae	<i>Desmodium</i>	<i>adscendens</i> (SW) DC.	H
Pega <sup>a</sup>	Fabaceae	<i>Desmodium</i>	<i>affine</i> Schelecht.	H
Hierba de chivo <sup>a,b</sup>	Fabaceae	<i>Desmodium</i>	<i>incanum</i> DC.	H
Pega pega <sup>a</sup>	Fabaceae	<i>Desmodium</i>	<i>tortuosum</i> (SW)DC.	H
Tinta <sup>a</sup>	Fabaceae	<i>Indigofera</i>	<i>suffruticosa</i> Mill	Ar
Flor morada <sup>a</sup>	Fabaceae	<i>Macroptilium</i>	<i>atropurpureum</i> (DC) Urb.	H
Flor roja <sup>a</sup>	Fabaceae	<i>Macroptilium</i>	<i>erythroloma</i> (Mart ex Benh) Urb.	H
Frijolillo <sup>a</sup>	Fabaceae	<i>Rhynchosia</i>	<i>minima</i> (L) DC.	H
Media luna <sup>a</sup>	Fabaceae	<i>Rhynchosia</i>	<i>reticulata</i> (SW) DC.	H
Zornia <sup>a</sup>	Fabaceae	<i>Zornia</i>	<i>curvata</i> Yohlenbrock	H
Botoncillo <sup>a,b</sup>	Lamiaceae	SC	SC	H
Botón blanco <sup>a,b</sup>	Lamiaceae	SC	SC	H
Gallinazo <sup>b</sup>	Lamiaceae	SC	SC	H
Venturosa <sup>b</sup>	Lamiaceae	<i>Lantana</i>	<i>camara</i> L.	Ar
Escoba <sup>a,b</sup>	Malvaceae	<i>Sida</i>	<i>setosa</i> Colla	H
Zarza <sup>a,b</sup>	Mimosaceae	<i>Mimosa</i>	<i>albida</i> ex Willd	Ar
Braquiaria <sup>a,b</sup>	Poaceae	<i>Brachiaria</i>	<i>decumbens</i> Stapf.	H
Estrella <sup>b</sup>	Poaceae	<i>Cynodon</i>	<i>dactylon</i> (L) Pers.	H
Puntero <sup>a</sup>	Poaceae	<i>Hyparrhenia</i>	<i>rufa</i> (Nees) Stapf.	H
Guinea <sup>a,b</sup>	Poaceae	<i>Panicum</i>	<i>maximum</i> Jacq.	H
Maciega <sup>a</sup>	Poaceae	<i>Schizachyrium</i>	<i>microstachyum</i> (Dev. ex Ham.)	H
Paja rosada <sup>a,b</sup>	Poaceae	<i>Rynchelytrum</i>	<i>repens</i> (Will) CE. Hubb.	H
Gramma natural <sup>a</sup>	Poaceae	<i>Paspalum</i>	<i>sp.</i>	H
Pela pollos <sup>a,b</sup>	Rosaceae	<i>Rubus</i>	SC	Ar

Presente en: (a) sistema silvopastoril, (b) sistema convencional.

(H) Herbáceo, (Ar) Arbustivo. (SC) Sin clasificar.

Universidad de Nariño, Herbario PSO (2014).

**Tabla 2. Índices de Simpson y Shannon en praderas silvopastoriles y convencional en una zona de bosque seco tropical de Linares, Nariño, Colombia.**

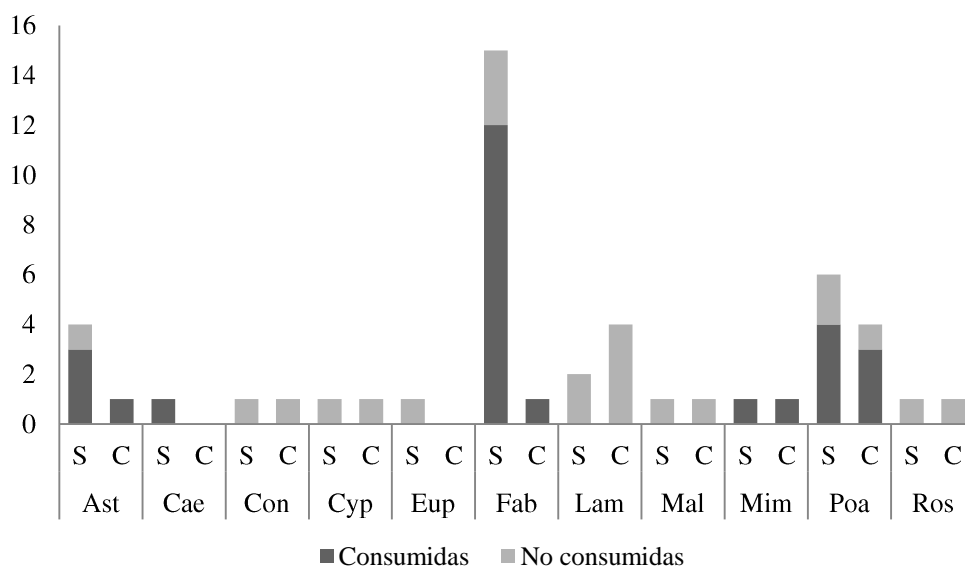
Pradera	Dominancia Simpson	Diversidad Simpson	Diversidad Shannon	Equidad Shannon
1*	0,11	0,89	2,42	0,77
2*	0,13	0,87	2,45	0,74
3*	0,11	0,89	2,54	0,8
4*	0,07	0,93	2,78	0,91
5*	0,10	0,90	2,60	0,88
6*	0,09	0,91	2,75	0,83
7**	0,23	0,77	2,02	0,74

\* Praderas del sistema silvopastoril por regeneración natural asistida

\*\* Pradera convencional con monocultivo de *P. maximum*

**Aceptabilidad de especies.** El sistema silvopastoril registró 11 familias con 34 especies, de las cuales el 62% son consumidas, mientras que en el sistema convencional se encontró nueve familias con 15 especies, de

las cuales mostraron aceptabilidad sólo el 40%. La Figura 1 muestra el número de especies de cada familia que fueron aprovechadas por los animales en cada uno de los sistemas.



**Figura 1. Especies consumidas en cada familia de los sistemas silvopastoril y convencional en zona de bosque seco tropical de Linares, Nariño, Colombia.** (S) sistema silvopastoril, (C) sistema convencional, (Ast) Asteraceae, (Cae) Caesalpinaceae, (Con) Convolvulaceae, (Cyp) Cyperaceae, (Eup) Euphorbiaceae, (Fab) Fabaceae, (Lam) Lamiaceae, (Mal) Malvaceae, (Mim) Mimosaceae, (Poa) Poaceae y (Ros) Rosaceae.

El número de especies consumidas por los bovinos fue mayor en el sistema silvopastoril, con respecto al convencional, en las familias Fabaceae (12 vs 1), Asteraceae (3 vs 1) y Poaceae (4 vs 3).

### Cantidad y calidad de la oferta forrajera

Las producciones de forraje verde (FV) y de materia seca (MS) fueron de 96,9 y 27,6 ton/Ha/año en el sistema silvopastoril, y de

54,1 y 14,3 en el sistema convencional (Tabla 3). Así mismo, la oferta de nutrientes fue mayor en el sistema silvopastoril, el cual presentó proteína cruda (PC) y energía ex-

presada en nutrientes digestibles totales (NDT) igual a 4,1 y 17,2 respectivamente, mientras que el sistema convencional produjo 0,9 y 10 ton/Ha/año.

**Tabla 3. Producción de biomasa y nutrientes de los sistemas silvopastoril y convencional en zona de bosque seco tropical de Linares-Nariño.**

Sistema	% MS	% PC	% NDT	FV <sup>*+</sup>	MS <sup>+</sup>	PC <sup>+</sup>	NDT <sup>+</sup>
Silvopastoril	28,5	15,6	62,5	96,9 <sup>a</sup>	27,6	4,1	17,2
Convencional	26,3	6,6	70,5	54,1 <sup>b</sup>	14,3	0,9	10,0

\* Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas significativas, (Prueba T de Student,  $p < 0,01$ ),

<sup>+</sup> Valores en ton/Ha/año

El mayor rendimiento de biomasa forrajera en el sistema silvopastoril obedeció, probablemente, a la contribución de las especies herbáceas y arbustivas presentes por regeneración natural, las cuales representaron un aporte al total de forraje verde producido equivalente a 29,05%, mientras que en el sistema convencional sólo aportaron un 2,81%. Así mismo, este resultado puede ser atribuido al aprovechamiento del espacio vertical, tanto aéreo como subterráneo, que supone la presencia de arbustos, por cuanto mejora la captación de nutrientes y de energía [21]. Además, la transferencia de nitrógeno, procedente de las especies leguminosas, pudo haber determinado un buen desarrollo en las gramíneas asociadas [22].

La muestra silvopastoril presentó mayor porcentaje de proteína cruda y un bajo contenido de NDT, con respecto a la convencional, estos resultados se justifican ya que, en el primer caso, las leguminosas caracterizadas por sus altos contenidos proteicos se presentaron en una proporción significativa, mientras que en la muestra convencional predominaron las gramíneas, conocidas por su elevado valor energético [22]; sin embargo, la oferta de NDT por unidad de área fue superior en el sistema silvopastoril, debido principalmente a su pronunciado rendimiento en biomasa forrajera. Es así como la producción de proteína cruda no solamente pudo estar determinada por el contenido de este nutriente en la muestra, sino también por el aporte de MS. Estos resultados podrían suponer que el sistema silvopastoril tiene mejor

capacidad de carga animal por hectárea con respecto al sistema convencional [23].

Costa et al [24] encontraron que al evaluar tres gramíneas forrajeras asociadas con cinco leguminosas, las asociaciones expresaron mayor rendimiento de forraje que las gramíneas en monocultivo, incrementado la producción en un 27%; mientras que en este estudio, el sistema silvopastoril supera la oferta del convencional en un 48%, probablemente como resultado de una amplia variedad de especies. Bacab y Solorio [25] también obtuvieron rendimientos superiores en dos sistemas silvopastoriles con asociaciones de *Leucaena leucocephala* y *P. maximum* (2,4 y 2,6 toneladas de MS/Ha/corte) con respecto a uno tradicional con *Cynodon plectostachyus* (0,9 toneladas de MS/Ha/corte).

De la misma manera, Molina et al [23] encontraron una mayor producción de biomasa, proteína cruda y energía por Ha/año en un sistema silvopastoril con *C. plectostachyus* y *L. leucocephala*, en comparación con el monocultivo *C. plectostachyus*.

### Composición nutricional

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la relación hoja/tallo, de la fracción evaluada y el análisis bromatológico de las especies más consumidas. Los porcentajes de MS obtenidos oscilaron entre 11,3% y 43,3%, la proteína cruda presentó valores en un rango comprendido por 17,3% y 36,7% y la FDN estuvo entre 47,9% y 75,3%.

**Tabla 4. Composición nutricional de especies herbáceas y arbustivas establecidas por regeneración natural en un sistema silvopastoril de bosque seco tropical (%BS).**

Especie	H/T	MS	PC	EE	Cen	FDN	FDA	Lig	MO	ED
<i>E. sonchifolia</i>	0,7	11,3	18,0	2,6	13,5	75,3	44,9	17,7	86,5	2,2
<i>Tithonia sp.</i>	2,4	24,7	23,1	3,0	15,2	52,8	48,7	22,5	84,8	2,1
<i>C. nictitans</i>	1,27	29,5	21,6	2,3	6,5	48,7	43,9	16,0	93,5	2,2
<i>C. muconoides</i>	0,96	32,9	17,3	2,9	8,0	60,7	50,2	14,4	92,0	2,0
<i>C. virginianum</i>	0,96	28,7	19,2	2,6	8,7	61,1	51,8	12,7	91,3	2,2
<i>C. incana</i>	0,89	21,0	36,7	1,6	9,4	48,8	33,0	15,7	90,6	3,0
<i>C. sagittalis</i>	0,82	15,9	17,7	1,6	12,5	52,1	47,1	10,8	87,5	3,2
<i>D. adscendens</i>	1,08	27,4	22,7	3,7	8,0	58,7	49,9	17,1	92,0	1,7
<i>D. affine</i>	1,30	34,9	20,0	0,9	11,5	60,9	53,7	18,2	88,5	1,8
<i>D. incanum</i>	1,01	39,3	18,4	2,2	7,5	57,9	50,6	14,8	92,5	1,9
<i>D. tortuosum</i>	1,03	26,0	28,6	2,4	11,0	47,9	40,7	13,4	89,0	3,1
<i>M. atroporpureum</i>	1,06	24,5	21,7	2,4	7,6	55,8	48,9	14,3	92,4	2,1
<i>M. erythroloma</i>	1,07	43,3	17,8	2,6	7,0	60,4	53,3	13,3	93,0	1,9
<i>R. minima</i>	1,01	28,5	22,1	2,4	8,3	53,0	49,5	14,3	91,7	2,2
<i>R. reticulata</i>	1,16	37,2	17,5	3,3	6,6	56,0	52,5	15,5	93,4	1,7
<i>M. albida</i>	2,47	41,1	20,8	2,0	5,5	52,3	45,4	15,3	94,5	2,0

(H/T) Relación hoja/tallo, (MS) Materia seca, (PC) Proteína cruda, (EE) Extracto etéreo, (Cen) Cenizas, (FDN) Fibra detergente neutro, (FDA) Fibra detergente ácido, (Lig) Lignina, Materia orgánica (MO), (ED) Energía digestible en Mcal/kg de MS.

Laboratorio de Ecofisiología, Universidad del Tolima (2014).

**Materia seca.** El contenido de materia seca fluctuó entre 11,3% y 43,3%, porcentajes reportados para *E. sonchifolia* y *M. erythroloma* respectivamente. *E. sonchifolia* posee hojas con estructura suculenta, lo cual debió repercutir en su alto contenido de humedad, mientras *M. erythroloma*, tiene gran cantidad de tricomas a nivel de tallo y hojas, lo que hace suponer un aporte adicional de fibra y, por tanto, un aumento en la MS.

La variación en los porcentajes de MS de las diferentes especies analizadas son atribuibles a la influencia que tiene la composición morfológica de cada planta, sobre su composición química y a la relación hoja/tallo de la fracción valorada, ya que los tallos están formados mayoritariamente por carbohidratos estructurales que les dan sostén, firmeza y baja retención de agua [26].

**Proteína cruda.** Las especies estudiadas presentaron valores entre 17,3% y 36,7%, correspondiendo a *C. muconoides* y *C. incana* respectivamente. El porcentaje obtenido

para esta última puede ser el resultado de la inclusión de semillas en la muestra analizada; sin embargo, esta especie es utilizada como fijadora de nitrógeno en suelos agrícolas [27], que implica un alto contenido de este elemento en las estructuras de la planta. Por su parte, Nascimento y Silva [28] reportan porcentajes inferiores en *Crotalaria juncea*, comprendidos entre 9,7% y 11,6%.

*D. tortuosum*, *Tithonia sp.*, *D. adscendens* y *R. minima* presentaron proteína cruda igual a 28,6%, 23,1%, 22,7%, 22,1% respectivamente. El porcentaje obtenido por Martínez y Paredes [29] fue de 16,3% para *D. tortuosum*, mientras que para *R. minima*, Romero y Duarte [30] muestran un valor de 14,5%.

Los resultados obtenidos se encuentran en el orden de los reportados en otras especies con potencial forrajero en Colombia, tales como *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Erithryna fusca*, *Clitoria fairchildiana*, *Prosopis juliflora*, *Samanea saman*, entre otras [31]. Así mismo, son superiores a 17%, contenido que, según García et al [32],



garantiza su uso como suplemento en sistemas de alimentación tropical.

**Fraciones de fibra.** Los porcentajes de FDN oscilaron entre 47,9% y 75,3%, los de FDA estuvieron en un rango entre 33% y 53,7%. Se ha señalado que porcentajes de FDN, superiores a 50%, disminuyen la disponibilidad de las fracciones potencialmente aprovechables [32]; sin embargo, *E. sonchifolia* presentó 75,3 y 44,9% de FDN y FDA, respectivamente, y un contenido de hemicelulosa de 30,4%, siendo el valor más alto reportado entre las especies analizadas. Por su parte, *C. incana* con 48,8% de FDN y 33% de FDA presentó 15,8% de hemicelulosa, lo cual puede indicar que la disponibilidad de las fracciones aprovechables, en estas especies, varía dependiendo de los niveles de cada fracción fibrosa que presente.

La lignina fluctuó entre 10,8% y 22,5%. El menor resultado perteneció a *C. sagittalis*, mientras que el porcentaje más alto se observó en *Tithonia sp.*; de igual forma, *D. affine* presentó un valor elevado (18,2%). Es posible afirmar que, probablemente, la digestibilidad de la fibra de las dos últimas especies sea menor con respecto a la primera, debido a sus mayores niveles de lignina, que pueden ocasionar enlaces lignocelulósicos incapaces de ser desdoblados por la microflora ruminal [33].

Los altos contenidos de FDN, FDA y lignina pudieron estar relacionados con la inclusión de tallos en la muestra analizada, por cuanto se tomaron simulando el consumo del ganado. Sin embargo, Cobos et al [34] expresan que la proporción valorada debe obedecer a lo que el animal aprehende en la práctica, evitando incurrir en una subestimación de las fracciones estructurales.

Romero y Duarte [30], al evaluar especies de *Desmodium* y *Rynchosia* bajo condiciones de bosque muy seco tropical, reportaron una FDN y una FDA que concuerda con las obtenidas en este estudio, que obedece, según lo expuesto por Van Soest [35], al ambiente en el que crecen las plantas, puesto que en un ecosistema cálido, la reserva metabólica se acelera y, en consecuencia, el

crecimiento aumenta, depositando los fotosintatos fijados, principalmente en las estructuras de resistencia, por lo cual, las especies tropicales presentan una mayor tasa de lignificación.

**Energía.** Estuvo entre 1,7 y 3,2 Mcal ED/kg de MS. Las más altas se presentaron en *C. sagittalis* (3,2 Mcal ED/kg de MS), seguida de *D. tortuosum* (3,1 Mcal ED/kg de MS) y *C. incana* (3 Mcal ED/kg de MS), mientras que las más bajas se reportaron en *D. ascendens*, *R. reticulata* y *D. affine* (1,7, 1,7 y 1,8 Mcal ED/kg de MS, respectivamente).

Esta valoración energética se basa en la capacidad de los rumiantes para aprovechar los compuestos fibrosos. Así, la correlación entre relación hoja/tallo y energía digestible fue positiva ( $r = 0,32$ ), por lo tanto se puede afirmar que a menor contenido de tallos, la energía digestible aumenta.

### Metabolitos secundarios

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 5. La mayoría de especies presentaron un contenido de fenoles, saponinas, alcaloides y esteroides entre bajo y moderado, excepto *C. nictitans*, que presentó abundancia de compuestos fenólicos.

*M. atropurpureum* y *R. reticulata* exhibieron bajo contenido de fenoles. En este sentido, Otero e Hidalgo [36] afirman que compuestos fenólicos como los taninos, al hacer parte de la dieta de los rumiantes en bajas concentraciones, ofrecen beneficios en el valor nutritivo y en la salud animal, al disminuir pérdidas de proteína a causa de la proteólisis indiscriminada por los microorganismos ruminales y al incrementar su absorción intestinal; así mismo, disminuyen los parásitos gastrointestinales, por tanto, el suministro de estas especies puede contribuir a la obtención de estos beneficios. Por su parte, López et al [37] encontraron un nivel moderado de fenoles para *M. atropurpureum*, mientras que Dettenborn [38], al analizar cuatro especies del género *Rynchosia*, encontró que este compuesto sólo estaba presente en una de ellas y en bajas cantidades.

**Tabla 5. Metabolitos secundarios de especies herbáceas y arbustivas establecidas por regeneración natural en un sistema silvopastoril de bosque seco tropical.**

Especie	Fenoles			Saponinas			Alcaloides			Esteroles		
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
<i>E. sonchifolia</i>	-	-	+	-	-	++	-	-	-	+	-	++
<i>Tithonia sp.</i>	-	-	+	-	++	-	-	-	-	+	-	-
<i>C. nictitans</i>	+++	+++	++	-	-	+	-	-	-	++	-	-
<i>C. muconoides</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>C. virginianum</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>C. incana</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>C. sagittalis</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	++	-	-
<i>D. adscendens</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>D. affine</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>D. incanum</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>D. tortuosum</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+
<i>M. atropurpureum</i>	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>M. erythroloma</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>R. minima</i>	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>R. reticulata</i>	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>M. albida</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+

Indicadores de presencia o ausencia: (-) Negativo, (+) Bajo, (+ +) Moderado (+ + +) Abundante.

Pruebas cualitativas para la determinación de Fenoles: Cloruro férrico (a), Acetato de plomo (b) y Gelatinasal (c); Saponinas: Espuma (d), Rosenthaler Vainillina ácido ortofosfórico (e) y Molish (f); Alcaloides: Dragendorff (g), Wagner (h) y Mayer (i) y para Esteroles: Liebermann (j), Rosenheim (k) y Salkowski (l).

Universidad de Nariño, Laboratorio Especializado de Nutrición Animal (2014).

*C. nictitans* reflejó un abundante contenido de compuestos fenólicos, indicando altas cantidades de esta especie dentro de la dieta, que probablemente deprimirán el consumo y la digestibilidad. Por su parte, Herrero et al<sup>[39]</sup> encontraron que el alto contenido de taninos en *C. nictitans* le otorgan importantes propiedades antiviricas.

Las especies pertenecientes a las familias Fabaceae, Caesalpinaceae y Mimosaceae no presentaron contenidos de saponinas, pudiendo atribuir estos resultados al estado fenológico de postfloración, en el momento del muestreo, teniendo en cuenta que, a medida que el desarrollo de las leguminosas se hace más lento y se acerca la floración, la cantidad de saponinas que contienen estas plantas disminuye<sup>[40]</sup>.

*E. sonchifolia* mostró un moderado contenido de saponinas, coincidiendo con Carminate et al<sup>[41]</sup>, quienes también detectaron estos compuestos en esta especie. Por su

parte, Padilla<sup>[42]</sup> reportó un contenido bajo de saponinas en *T. diversifolia*, mientras que en este estudio *Tithonia sp.* demostró un nivel moderado. Santos et al<sup>[43]</sup> afirman que las saponinas pueden incrementar el aporte de proteína microbiana al duodeno, mediante la defaunación de protozoarios en el rumen, mientras que Espinoza et al<sup>[44]</sup> señalan que estos metabolitos favorecen la absorción de nutrientes debido a su actividad tensoactiva.

No se encontró presencia de alcaloides y sólo estuvieron presentes en *D. incanum* en una baja cantidad. El género *Crotalaria*, a pesar de ser considerado como una fuente de este tipo de compuestos<sup>[27]</sup>, denotó ausencia; sin embargo, se observó que *C. incana* es altamente consumida por los bovinos, así como también por larvas e insectos, corroborando el resultado obtenido, al tener en cuenta que la presencia de metabolitos implica el rechazo de los animales hacia las plantas que los contienen<sup>[45]</sup>.

Para Medrano <sup>[46]</sup>, los alcaloides son sustancias de pH básico, con sabor amargo, que contienen nitrógeno y producen efectos tóxicos a nivel del hígado en los bovinos cuando son consumidos en altas cantidades. No obstante, poseen propiedades terapéuticas, medicinales y farmacológicas <sup>[47]</sup>.

Los esteroides se presentaron en niveles bajos y moderados en las especies evaluadas, excepto en *D. incanum* y *R. minima*, siendo las únicas que denotaron ausencia. Paulou et al <sup>[48]</sup> afirma que prácticamente todas las plantas contienen cantidades apreciables de este tipo de compuestos, a los cuales se les atribuye propiedades hipocolesterolémicas, potenciadoras de la inmunidad y antiinflamatorias.

## Fenología

Durante el ensayo se registró una temperatura mínima y máxima promedio de 17,9°C y 34,5°C respectivamente, y una precipitación acumulada de 446,2 mm; esta última comprendió lluvias constantes entre marzo y julio, con un promedio mensual de 89 mm y parte del periodo seco, en el mes de agosto, con precipitación de 1,2 mm; por lo tanto, de acuerdo a los patrones fenológicos obtenidos (Figura 2), se puede afirmar que la capacidad de rebrote está condicionada por el factor climático y principalmente por la precipitación.

Las diferentes especies mostraron un comportamiento similar durante los tres periodos evaluados. Una vez concluida la defoliación por pastoreo, la mayoría de plantas presentaron brotes al siguiente día; sin embargo, la capacidad de recuperación depende de factores propios de la planta, como son el nivel de reservas de nutrientes en los tejidos vegetales, el área foliar residual y el número de puntos de crecimiento viables después del pastoreo, además, factores extrínsecos como es el grado de selectividad y la carga animal impuesta <sup>[49]</sup>.

Los resultados obtenidos también indican que las especies fueron influenciadas de forma similar por las condiciones climáticas dadas durante cada periodo de recuperación,

ya que el 87,5% (14 especies) presentaron sincronía en los parámetros fenológicos observados, reflejado principalmente en la producción de semillas, cuya función es asegurar la prevalencia de cada especie en la pradera y mantener su diversidad.

Al respecto, Thompson <sup>[50]</sup>, al igual que Yap y Chan <sup>[51]</sup> mencionan que la sincronía de las especies en la floración facilita el proceso de polinización, debido a que al presentarse un aumento de recursos, se atrae un mayor número de polinizadores locales. De igual manera, resulta fundamental al momento de la dispersión de semillas a causa de su mayor disponibilidad dentro de la pradera.

*M. albida* y *M. erythroloma* no coinciden con las demás especies en las fenofases reproductivas de floración y fructificación. La primera, a pesar de tener una alta capacidad de rebrote y una buena producción de biomasa, inicia su fase de floración demasiado tarde y no alcanza a formar frutos cuando la pradera es sometida al pastoreo. Por su parte, *M. erythroloma*, con iguales características que la anterior, florece y fructifica antes de ser pastoreada, pero no logra una maduración completa de las semillas, siendo muy baja la capacidad de propagación de esta especie.

*C. incana* inicia una rápida recuperación después del pastoreo, pero su palatabilidad y alto valor nutricional hacen que sea una especie altamente atacada por plagas, principalmente larvas del orden *Lepidoptera*, causando un detrimento en la producción de follaje e impidiendo su fructificación.

*M. atropurpureum*, *M. albida* y *C. incana*, presentaron brotes vegetativos nuevos e iniciaron una defoliación de la parte inferior de la planta alrededor de la quinta semana post-pastoreo, con presencia de lluvias y constituyeron un importante aporte de hojarasca para el suelo. En el mes de agosto, al iniciar el periodo seco, se observó en todas las especies una defoliación temprana, constituyendo un aporte de nutrientes al suelo en esta temporada del año, en la cual se presentaron condiciones climáticas adversas. Al respecto, Schlatter et al <sup>[52]</sup>, mencionan que la caída de la hojarasca representa el mayor proceso de

transferencia de nutrientes de las partes aéreas de la planta hacia el suelo.

Los mismos autores mencionan que en temporada seca se hace mucho más necesario que el suelo cuente con un estrato orgánico que lo cubra y lo proteja de los cambios de temperatura, al reducir la pérdida de humedad, además de brindar un ambiente propicio para el desarrollo de la fauna edáfica

ca que desempeña un papel importante en la regulación de los procesos del suelo [53], al facilitar la incorporación de nutrientes, la aireación y la capacidad de retención de agua[54]. Todos estos factores hacen que las herbáceas y arbustivas encontradas se constituyan en un gran aporte para las especies más susceptibles en épocas difíciles.

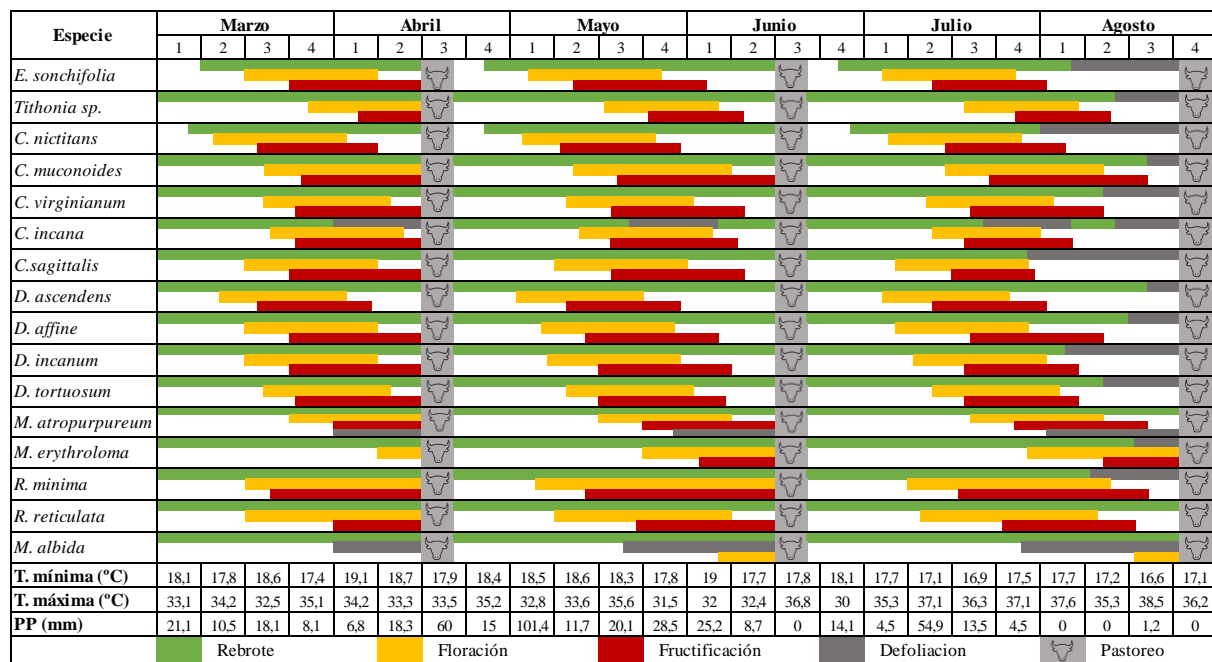


Figura 2. Fenología de especies leguminosas herbáceas y arbustivas durante tres periodos de recuperación en praderas del sistema silvopastoril por regeneración natural asistida.

### CONCLUSIONES

El sistema silvopastoril presenta 16 especies consumidas por los bovinos (12 Fabaceae, 2 Asteraceae, 1 Caesalpinaceae y 1 Mimosaceae), así mismo, posee una mayor diversidad, la cual permite una dieta amplia para el consumo animal con una oferta superior de MS, PC y NDT por Ha/año. Las especies aprovechadas por los bovinos mostraron potencial

alimentario, reflejado principalmente en los altos porcentajes de proteína cruda y en los bajos contenidos de metabolitos secundarios, además, en su mayoría culminan sus fenofases vegetativas y reproductivas durante los tres periodos de recuperación comprendidos entre marzo y agosto.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Navas-Panadero A. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. Revista de Medicina Veterinaria. [en línea]. 2010. Consultado el [10 de junio de 2014]; (19): 113-122. Disponible en internet: <http://revistas.lasalle.edu.co/index.php/mv/article/view/782/691>.

- [2] Bacab HM, Madera NB, Solorio FJ, Vera F, Marrufo DF. Los sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala*: una opción para la ganadería tropical. Avances en Investigación Agropecuaria. [en línea]. 2013. Consultado el [10 de junio de 2014]; 17 (3): 67-81. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/pdf/837/83728497006.pdf>.
- [3] Canizales SA, Celemín-Cuellar JS, Mora-Delgado J, Esquivel H, Pérez A. Manejo e inventario de arvenses en pasturas de clima cálido y medio en el Departamento del Tolima. RCCA. [en línea]. 2009. Consultado el [10 de junio de 2014]; 2 (2): 28-36. Disponible en internet: <http://revistas.ut.edu.co/index.php/ciencianimal/article/view/169>.
- [4] Jaurena M, Mayans M, Punschke K, Reyno R, Millot J, Labandera C. Diversidad simbiótica en leguminosas forrajeras nativas: Aporte para el mejoramiento sustentable del campo natural. En: Seminario de actualización técnica en manejo de campo natural. Montevideo [Uruguay]: Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA; 2005. p 9-14.
- [5] Moreno C. Métodos para medir la biodiversidad: M&T–Manuales y Tesis SEA. Zaragoza [España]: CYTED-ORCYT UNESCO-SEA; 2001.
- [6] Rosales-Méndez M. Mezclas de forrajes: Uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales. En: Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. [en línea]. Roma: FAO; 1998. p. 145-160. Consultado el [10 de junio de 2014]. Disponible en internet: <http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/agrofor1/Rosales9.PDF>.
- [7] Parejo-Farnes C, Mancilla-Leyton J, Martín-Vicente A. Cambios en la fenología del matorral mediterráneo tras el cese del pastoreo. En: López-Carrasco C, Rodríguez-Rojo M, San Miguel-Ayala A, Fernández-González F, Roig Gómez S. Pastos, paisajes culturales entre tradición y nuevos paradigmas del siglo XXI. Toledo [España]: Sociedad Española para el Estudio de los Pastos; 2011. p. 55-60.
- [8] Varano L. Medición de la productividad primaria neta en Mallines del Noroeste de Patagonia, mediante métodos destructivos y no destructivos. [Tesis Licenciado en Ciencias Químicas]. Buenos Aires [Argentina]: Universidad de Belgrano, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; 2007.
- [9] Mostacedo B, Fredericksen T. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz [Bolivia]: BOLFOP; 2000.
- [10] Velásquez, R. Selectividad animal de forrajes herbáceos y leñosos en pasturas naturalizadas en función de dos épocas, manejo y condición de paisajes en Muy Muy, Nicaragua. [Tesis Magister Science]. Turrialba [Costa Rica]: CATIE; 2005.
- [11] Alvear-Caicedo CA. Selectividad animal en sistemas de pastoreo convencional y silvopastoriles de sucesión natural en bosque seco tropical de Linares-Nariño. [Tesis Maestría en Ciencias Agrarias]. Ibagué [Colombia]: Universidad del Tolima, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia; 2014.
- [12] López-Guerrero I, Fontenot JP, García-Peniche TB. Comparaciones entre cuatro métodos de estimación de biomasa en praderas de festuca alta. Rev Mex Cienc Pecu [en línea]. 2011. Consultado el [31 de junio de 2014]; 2 (2): 209-220. Disponible en internet: <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/trabajos/201104084553.pdf>.
- [13] Iturbe A. Apuntes sobre pasturas tropicales. Santo Domingo [Venezuela]: IICA-Biblioteca Venezolana; 1980.
- [14] Association of Official Agricultural Chemist (AOAC). Official methods of analysis. 17 ed. Virginia: AOAC International; 2000.
- [15] Van Soest PJ. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds II: A rapid method for the determination of fiber and lignin. Assoc. Offic. Agr. Chem. 1963; 46 (5): 829-835.
- [16] Weiss WP. Predicting energy values of feeds. J. Dairy Sci. 1993; 76 (6): 1802-1811.
- [17] Saavedra CE, Rodríguez NM, De Sousa NM. Producción de forraje, valor nutritivo y consumo de *Leucaena leucocephala*. Pastos tropicales. [en línea]. 1987. Consultado el

## Artículo de Investigación

- [31 de junio de 2014]; 9 (2): 6 - 10. Disponible en internet: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos\\_ciat/Vol9\\_rev2\\_a%C3%B1o87\\_art3.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/Vol9_rev2_a%C3%B1o87_art3.pdf).
- [18] Domínguez A. Métodos de investigación fitoquímica. México D.F. [México]: Limusa; 1973.
- [19] Esquivel-Sheik MJ. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos en Muy Muy, Matagalpa, Nicaragua. [Tesis Magister Agroforestería Tropical]. Turrialba [Costa Rica]. CATIE; 2005.
- [20] Albino-García C, Cervantes H, López M, Ríos-Casanova L, Lira R. Patrones de diversidad y aspectos etnobotánicos de las plantas arvenses del valle de Tehuacán-Cuicatlán: el caso de San Rafael, municipio de Coxcatlán, Puebla. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. [en línea]. 2011. Consultado el [31 de junio de 2014]; 82 (3): 1005-1019. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42520988025>.
- [21] Benavides J. Investigación en árboles forrajeros. En: curso corto intensivo sobre técnicas Agroforestales con énfasis en la medición de parámetros biológicos y socioeconómicos. Turrialba [Costa Rica]: CATIE; 1983. p. 325-336.
- [22] Rojas-Hernández S, Olivares-Pérez J, Jiménez-Guillén R, Hernández-Castro E. Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. *REDVET*. [en línea]. 2005; 6 (5): 2-20. Consultado el [19 de septiembre de 2014]. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617216009>.
- [23] Molina CH, Molina CH, Molina EJ. Manejo de los recursos naturales en la conservación y mejoramiento de la biodiversidad genética en la reserva natural el Hatico, Valle del Cauca-Colombia. En: X Simposio Iberoamericano sobre conservación y utilización de recursos zoogénicos. Palmira [Colombia]: Universidad nacional de Colombia sede Palmira; 2009. p. 11-13.
- [24] Costa NL, Gonçalves CA, Oliveira JR. Avaliação agrônômica de gramíneas e leguminosas forrageiras associadas em Rondônia, Brasil. *Pasturas Tropicales*. [en línea]. 1991. Consultado el [19 de septiembre de 2014]; 13 (3): 35-38. Disponible en internet: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/Vol13\\_rev3\\_a%C3%B1o91\\_ar.t8.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Vol13_rev3_a%C3%B1o91_ar.t8.pdf).
- [25] Bacab HM, Solorio FJ. Oferta y consumo de forraje y producción de leche en ganado de doble propósito manejado en sistemas silvopastoriles en Tepalcatepec, Michoacán. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. [en línea]. 2011. Consultado el [19 de septiembre de 2014]; 13 (3): 271-278. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93920942003>.
- [26] Bernal-Eusse J. Algunas características agronómicas de los Ryegrass. Bogotá [Colombia]: Banco ganadero; 1994.
- [27] Peláez CA, Peñaloza GC. Evaluación de la actividad biológica de extractos de *Crotalaria juncea* mediante el modelo *Drosophila melanogaster*. *Vitae*. 2008; 15 (2): 73-78.
- [28] Nascimento JT, Silva IF. Avaliação quantitativa e qualitativa da fitomassa de leguminosas para uso como cobertura de solo. *Ciência rural*. [en línea]: 2004. Consultado el [1 octubre de 2014]; 34 (3): 947-949. Disponible en Internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33134347>.
- [29] Martínez C, Paredes F. Efecto de la suplementación con leguminosas nativas zarza (*Mimosa albida*) y pega pega (*Desmodium tortuosum*) en levante de cuyes (*Cavia porcellus*). [Trabajo de Grado Zootecnista]. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias; 1993.
- [30] Romero FA, Duarte JH. Identificación y evaluación nutricional de especies vegetales consumidas habitualmente por ovinos y caprinos en pastoreo en el desierto de la Tatacoa, Huila, Colombia. *Agroforestería Neotropical*. [en línea]: 2012. Consultado el [3 de

- septiembre de 2014]; 1 (2): 4-18. Disponible en internet: <http://www.tecnicpecuaria.org.mx/trabajos/201104084553.pdf>.
- [31] Narváez N, Lascano CE. Caracterización química de especies arbóreas tropicales con potencial forrajero en Colombia. *Pasturas Tropicales*. [en línea]; 2004. Consultado el [1 octubre de 2014]; 26 (3): 1-8. Disponible en internet: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos\\_Ciat/articulo%20nelmy-lascano.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/articulo%20nelmy-lascano.pdf).
- [32] García DE, Medina MG, Cova LJ, Humbría J, Torres A, Moratinos P. Preferencia caprina por especies forrajeras con amplia distribución en el estado Trujillo, Venezuela. *Arch. Zootec.* [en línea]; 2008. Consultado el [1 octubre de 2014]; 57 (220): 403-413. Disponible en internet: [http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/29\\_12\\_16\\_02PreferenciaGarcia.pdf](http://www.uco.es/organiza/servicios/publica/az/php/img/web/29_12_16_02PreferenciaGarcia.pdf).
- [33] Ceconello G, Benezra M, Obispo N. Composición química y degradabilidad ruminal de los frutos de algunas especies forrajeras leñosas de un bosque seco tropical. *Zootecnia Trop.* [en línea]; 2003. Consultado el [1 octubre de 2014]; 21 (2): 149-165. Disponible en internet: [http://www.sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas\\_ci/ZootecniaTropical/zt2102/arti/ceconello\\_g.htm](http://www.sian.inia.gov.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2102/arti/ceconello_g.htm).
- [34] Cobos-Peralta MA, Mateo-Sánchez J, Trinidad-Santos A, Cetina-Alcalá V, Vargas-Hernández J. Importancia del tipo de muestra en la estimación del valor nutritivo de leguminosas y arbustivas, y potencial de un inocuo de bacterias degradadoras de aserrín en sistemas silvopastoriles. En: *Agroforestería para la producción animal en América Latina II*. Roma [Italia]: FAO; 2003. p. 192-202.
- [35] Van Soest PJ. Evaluación de forrajes y calidad de alimentos para rumiantes. Ithaca [New York]: Universidad de Cornell; 1989.
- [36] Otero MJ, Hidalgo LG. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales (una revisión). *LRRD*. [en línea]. 2004. Consultado el [26 de julio de 2014]; 16 (2): Disponible en Internet: <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd16/2/oter1602.htm>.
- [37] López-Herrera MA, Rivera-Lorca JA, Ortega-Reyes L, Escobedo-Mex JG, Magaña-Magaña MA, Saginés-García JR et al. Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Roo. *Técnica Pecuaria en México*. [en línea]. 2008. Consultado el [26 de julio de 2014]; 46 (2): 205-215 Disponible en Internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61346208>.
- [38] Dettenborn GR. Investigaçãõ de isoflavonas em espécies de leguminosas nativas do Sul do Brasil, com ênfases em *Trifolium riograndense* Burkart. [Tesis Maestría en Farmacología]. Porto Alegre [Brasil]: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Facultad de Farmacia; 2009.
- [39] Herero-Uribe L, Chaves-Olarte E, Tamayo-Castillo G. In vitro antiviral activity of *Chamaecrista nictitans* (Fabaceae) against herpes simplex virus: Biological characterization of mechanisms of action. *Rev. Biol. Trop.* [en línea]. 2004. Consultado el [26 de julio de 2014]; 52 (4): 807-816. Disponible en internet: <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/15417/14782>.
- [40] Hernández-Benedi J. El meteorismo de los rumiantes. En: Ministerio de Agricultura. Hojas divulgadoras. Madrid [España]: Publicaciones de extensión agraria; 1974. 22 p.
- [41] Carminate B, Barcelos RM, Lacerda CD, Martín GB, Velinelo VJ, Almedida MS. Potencial fitotóxico de *Emilia sonchifolia* (L.) DC (*Asteraceae*) na germinação de sementes. En: X Congreso de Ecología de Brasil. São Lourenço [Brasil]: Sociedad de Ecología de Brasil; 2011. p. 1-3.
- [42] Padilla-Portilla ME. Evaluación de la producción cuyícola bajo arreglos silvopastoriles con botón de oro (*Tithonia diversifolia*), acacia de la pradera (*Senegalia angustissima*), Reventador (*Clibadium sp*), Guatemala (*Tripsacum andersonni*) e Imperial (*Axonopus*

- scoparius*), en clima medio del departamento de Nariño. [Maestría en Ciencias Agrarias]. Pasto [Colombia]: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Pecuarias; 2013.
- [43] Santos AL, Jiménez H, Cano A. Efecto in vitro de extractos ricos en saponinas de *Pithecellobium saman* y *Sapindus saponaria* sobre el crecimiento de dos bacterias celulolíticas ruminales. Revista Corpoica. [en línea]. 2005. Consultado el [26 de julio de 2014]; (6) 1: 20-25. Disponible en internet: [http://www.corpoica.org.co/sitioweb/archivos/revista/v6n1\\_p20\\_25\\_efecto\\_invitro\\_xtractos.pdf](http://www.corpoica.org.co/sitioweb/archivos/revista/v6n1_p20_25_efecto_invitro_xtractos.pdf).
- [44] Espinosa-Muñoz V, García-Contreras A, Herrera-Haro J, Álvarez-Macías A, Estrada-Barrón S, Meza-Cortés M. Efecto del extracto de *Yucca schidigera* en el perfil bioquímico y hemático de cerdos en crecimiento y engorde. Revista Científica. [en línea]. 2008. Consultado el [4 de agosto de 2014]; (18) 1: 51-58. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95918109>.
- [45] Fernández-Olalla M, San Miguel-Ayans A. La selección de dieta en los fitófagos: Concepto, métodos e índices. Pastos. [en línea]. 2007. Consultado el [26 de julio de 2014]; 37 (1): 5-47 Disponible en Internet: <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/view/934>.
- [46] Medrano-Leal J. Influencia de compuestos tóxicos y antinutricionales en la digestión y el metabolismo del rumiante. En: Alternativas no tradicionales para alimentación de rumiantes. Pasto [Colombia]: CORPOICA; 1994. p. 79-111.
- [47] Henning CP. Compuestos secundarios nitrogenados: Alcaloides. En: Ringuet J, Viña S. Productos naturales vegetales. Buenos Aires [Argentina]: Editorial de la Universidad de La Plata; 2013. p. 258.
- [48] Paulou-Oliver A, Picó-Segura C, Bonet-Piña ML, Oliver-Vara P, Serra-Vich F, Rodríguez-Guerrero AM, et al. El libro blanco de los esteroides vegetales. 2ª ed. Palma de Mallorca [España]: Universitat de les Illes Balears; 2005.
- [49] Rodríguez G, Patiño R, Altahona L, Gil J. Dinámica de crecimiento de pasturas con manejo rotacional en diferente topografía en un sistema de producción de carne vacuna en Córdoba, Colombia. Rev. Colombiana Cienc. Anim. [en línea]. 2011. Consultado el [20 de octubre de 2014]; 3 (1): 47-61. Disponible en internet: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3691377.pdf>.
- [50] Thompson JD. Patterns of visitation by animal pollinators. Oikos. [en línea]. 1982. Consultado el [1 de octubre de 2014]; 39 (2): 241-250. Disponible en internet: <http://labs.eeb.utoronto.ca/thomson/publications/Thomson%20patterns%20of%20visitation%201982%20Oikos.pdf>.
- [51] Yap SK, Chan T. Reproductive ecology of tropical forest plants: Phenological behavior of some *Shorea* species in peninsular Malaysia. [Jakarta]; Unesco; 1990.
- [52] Schalatter J, Gerding V, Calderón S. Aporte de la hojarasca al ciclo biogeoquímico en plantaciones de *Eucalyptus nitens*. Rev Bosque. [en línea]. 2006. Consultado el [1 de octubre de 2014]; 27 (2): 115-125. Disponible en internet: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173113286006>.
- [53] Lavelle P. Fauna activity and soil process: Adaptive strategies that determine ecosystem function. En: Begon M, Fitter, AH, editores. Advances in Ecological Research. San Diego [California]: Academic Press; 1997. p. 93-132.
- [54] Sánchez S, Mileras M, Suárez J, Alonso O. Evolución de la biota del suelo en un sistema de manejo rotacional racional intensivo. Rev Pastos y Forrajes. [en línea]. 1997. Consultado el [1 de octubre de 2014]; 20 (2): 143-148. Disponible en internet: <http://payfo.ihatu.ey.cu/index.php/pasto/article/view/1306/808>.