

Producción de carne y leche bovina en sistemas silvopastoriles

Aníbal Fernández Mayer



Dr. C. Aníbal Fernández Mayer

PRODUCCIÓN DE CARNE Y LECHE BOVINA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

**Aprovechamiento de especies
arbóreas, arbustivas y forrajeras
(gramíneas y leguminosas perennes)
de clima templado-frío, tropical y subtropical**



**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA AGROPECUARIA
CENTRO REGIONAL BUENOS AIRES SUR
ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA BORDENAVE**

EEA Bordenave, 2017

Dr. C. Aníbal Fernández Mayer

1ra Edición

Ediciones INTA

ISBN: 978-987-521-800-0
2017

Diseño y diagramación:
Maria Fernanda Vergara

Diseño de tapa y gráficos:
Ignacio López Arambarri

Fernández Mayer, Aníbal Enrique

Producción de carne y leche bovina en sistemas silvopastoriles / Aníbal Enrique Fernández Mayer. - 1a ed. - Bordenave, Buenos Aires : Ediciones INTA, 2017.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-521-800-0

1. Producción. 2. Carne. 3. Lácteos. I. Título.
CDD 636.2

ÍNDICE TEMÁTICO

Abreviaturas	9
Introducción	11
Capítulo I	
Impacto de los Sistemas Silvopastoriles sobre el medio ambiente?	13
Capítulo II	
Arbol-Pastura-Animal	17
• Componente arbóreo	17
• Interacción árbol-Pastura-Animal	17
• Competencia por la luz	19
• Efectos de la Radiación Solar sobre la fisiología vegetal	20
• Competencia por el agua	21
• Competencia por los nutrientes	21
• Componente Pastura	21
• Interacciones entre el componente arbóreo y pasturas: productividad forrajera. Adaptaciones al ambiente	22
• Efectos del sombreado sobre la producción y calidad del forraje	24
• Componente animal	27
• Productividad del ganado	28
Capítulo III	
Sistemas Silvopastoriles en la amazonía oriental asociado con ganadería (Brasil)	33
• Clasificación de los SSP	33
• Selección del componente forestal	36
Capítulo IV	
Sistemas Silvopastoriles en el centro sur de la provincia de Corrientes (Argentina)	38
• Características del monte natural (nativo)	38
Capítulo V	
Sistemas Silvopastoriles en la Patagonia Chilena	41
• Planificación	41
• Selección y Clasificación de los Árboles	43
• Podas	44
• Raleos	44
• Resultados y experiencias Silvopastoriles	45
• Producción de la pradera	45
• Producción animal	46
• Producción Forestal	46

Capítulo VI

Sistemas Silvopastoriles en la amazonía oriental del Brasil	47
• Componente arbóreo no plantado	47
• Componente arbóreo plantado	48

Capítulo VII

Los Sistemas Silvopastoriles como estrategia de ganadería ecológica y productiva en Colombia	52
--	----

Capítulo VIII

Banco de Proteína de especies leñosas	55
• Técnicas de siembra o implantación	55
• Cercas vivas	57
• Técnicas de siembra o implantación y manejo de las podas	57
• Banco forrajero de romaneo	57

Capítulo IX

Especies arbóreas y arbustivas más utilizadas en la alimentación de rumiantes	59
Arbustos y especies arbóreas	63
• Tithonia diversifolia	63
• Cratylia argentea	67
• Morus alba	69
• Moringa oleífera	73
• Flemingia macrophylla	77
Arboles forrajeros	78
• Gliricidia sepium	78
• Trinchamera gigantea	81
• Leucaena leucocephala	82
• Acacia decurrens	86
• Guazuma ulmifolia	87
• Erithrina poeppigiana	89
• Albitzia saman	90
• Prosopis juliflora	91
• Pithecelobium dulce	93
• Populus spp. y Salix spp	94
• Eucaliptus spp	

Capítulo X

Frutos de leguminosas arbóreas: una alternativa nutricional para ganaderías en el trópico	99
---	----

Capítulo XI

Especies forrajeras adaptadas al Sistema Silvopastoril	102
Características deseables de una especie forrajera para un SSP	102
Gramíneas perennes	102
• Panicum (Megathyrsus)spp	104
• Brachiaria spp	112
• Paspalum spp	120
• Pennisetum clandestinum	121
• Melinis minutiflora	123

Capítulo XII

Leguminosas forrajeras perennes	125
• <i>Arachis pintoi</i>	125
• <i>Desmodium ovalifolium</i>	127
• <i>Desmodium heterophyllum</i>	128
• <i>Pueraria phaceoloides</i>	129
• <i>Neonotonia wightii</i>	130
• <i>Centrosema macrocarpum</i>	131
• <i>Centrosema pubescens</i>	132
• <i>Stylosanthes quianensis</i>	133

ÍNDICE DE TRABAJOS EXPERIMENTALES

I.- Evolución de los parámetros Energéticos-Proteicos y productivos (kg MS y kg MS digestible) del <i>Panicum maximum</i> cv Guinea likoni en invernadero, monocultivo y bajo <i>Leucaena leucocephala</i> (Argentina-Cuba)	135
II.- Sistemas Silvopastoriles para la Producción de carne (Cuba)	147
III.- Sistemas de pastoreo de árboles asociados con gramíneas en toda el área para la ceba de animales vacunos de diferentes razas (Cuba)	151
IV.- La <i>Acacia decurrens</i> Will fuente potencial de biomasa nutritiva para la ganadería del trópico de altura (Colombia)	152
V.- Engorde a corral de vaquillonas británicas con ramas de <i>Eucalyptus</i> (<i>Eucalyptus viminalis</i>), henos (mijo y enteneo), grano de maíz y harina de girasol (Argentina)	157
VI.- Calidad forrajera del pastizal natural en un sistema silvopastoril en el delta del Paraná (Argentina)	165
VII.- Efecto de la sustitución en la suplementación de un alimento comercial por un subproducto agroindustrial en la producción y composición de la leche bovina en un sistema silvopastoril intensivo (Colombia)	168
VIII.- Efecto del sombreo en producción y estacionalidad de un pastizal en Cuenca del Salado (Argentina)	171
IX.- Suplementación con Veranera (<i>Cratylia argentea</i>) y Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) a vacas lecheras (Nicaragua)	172
X.- Efecto de la <i>Tithonia diversifolia</i> sobre la producción y composición de la leche (Brasil)	174
XI.- Recría de vaquillonas y engorde de novillos en sistemas silvopastoriles del norte de Corrientes (Argentina)	176
Conclusiones generales	179
Literaturas citadas	180

ABREVIATURAS

AA: aminoácidos	MS: materia seca
AB: área basal	N: nitrógeno
AGV: ácidos grasos volátiles	Na: sodio
ASP: agro-silvopastoril	NO ₂ : óxido nitroso
BP: banco de proteína	P: fósforo
BUM: nitrógeno ureico en sangre	PB: Proteína bruta
C: carbono	pH: potencial hidrógeno
CATIE: Centro Agronómico Topical de Investigaciones y Enseñanza	PPNA: producción primaria neta área
CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical	PV: peso vivo
C°: grado centígrado	R ₂ : coeficiente de determinación
C ₃ : plantas de carbono 3	RFA: radiación fotosintética activa
C ₄ : plantas de carbono 4	Sn _m : sobre nivel del mar
Ca: calcio	SNG: sólidos no grasos
CH ₄ : metano	SSP: Sistema Silvopastoril
CLA: ácido linoleico conjugado	SSPi: Sistema Silvopastoril intensivo
Cm: centímetro	T: tonelada
CNES: carbohidrato no estructurales solubles	UA: Unidad animal
CO ₂ : dióxido de carbono	UV: rayos ultra violetas
Cu: cobre	Zn: zinc
DAP: diámetro altura del pecho	
DMS: digestibilidad de la MS	
EB: energía bruta	
EE: extracto etéreo	
EEA: Estación Experimental Agropecuaria	
EM: energía metabolizable	
FDA: fibra detergente ácido	
FDN: fibra detergente neutro	
Fe: hierro	
FF: forraje fresco	
Ha: hectárea	
HDI: hipótesis de disturbio intermedio	
ICA: Instituto de Ciencia Animal	
INFOR: Instituto Forestal	
INIA: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria	
INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria	
K: potasio	
Kg: kilogramo	
M: metro	
Mcal: milicalorías	
Mg: magnesio	
Mj: megajoule	
Mm: milímetro	
Mn: manganeso	
MO: materia orgánica	
MUM: nitrógeno ureico en leche	

PRODUCCIÓN DE CARNE Y LECHE BOVINA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

Aníbal Fernández Mayer ¹

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, especialmente en las regiones más cálidas de América, se han desarrollado diferentes sistemas productivos ganaderos (carne y leche) asociados con especies arbóreas y arbustivas, en el marco de los **sistemas silvopastoriles (SSP)**. En estos SSP el recurso arbóreo o arbustivo es, en algunos casos, el componente principal de la dieta (romaneo o corte) y en otro secundario (protección).

Estos sistemas (SSP) buscan generar condiciones adecuadas para el desarrollo de especies forrajeras megatérmicas (gramíneas y leguminosas) en regiones tropicales o subtropicales o especies templadas frías en regiones homónimas, creando un ambiente propicio (temperatura y humedad) para la ganadería de carne o leche y producir, además, madera o frutos. En todos los casos, la meta final es crear un sistema productivo sustentable donde se puedan articular 3 componentes: árbol-pasto-animal. Además, existen otros Sistemas productivos llamados **agroforestación** con algunos principios similares al anterior pero incorporando cultivos anuales para cosecha (granos o legumbres) con el objetivo de reducir los costos de implantación de los árboles y cumplir con los tiempos de restricción (4 a 6 años), según especie, al ingreso de animales para que no se dañen los jóvenes árboles.

En las regiones tropicales, subtropicales y templadas frías del planeta, los árboles bajo estos SSP, **agro-silvopastoril (ASP)** o **agroforestación** permiten que muchos planteos ganaderos sean viables (productiva y económicamente), que de otra forma serían imposible por las condiciones climáticas adversas a la actividad pecuaria.

El objetivo principal de esta publicación es valorar todas aquellas tecnologías que mejoren los agroecosistemas y, a la vez, que permitan generar servicios ambientales, mediante el uso y adaptación de prácticas agrícolas que consideren a los árboles y arbustos como elementos indispensable para la producción animal, ya que estos son capaces de incrementar la producción y la calidad de las pasturas, disminuir emisiones de gases de efecto invernadero, incrementar la biodiversidad en flora y fauna, mantener fuentes de agua potable y mejorar las características física, químicas y biológicas de los suelos. Además, se presentan trabajos experimentales realizados en distintos países y con diferentes planteos productivos.

En síntesis, esta publicación busca colaborar con las futuras investigaciones dentro de los SSP, mejorando los niveles productivos (carne o leche) y haciendo sustentables estos sistemas productivos, aún, con condiciones climáticas extremas.

1) Técnico del INTA EEA Bordenave. Centro Regional Buenos Aires Sur (CERBAS). Ingeniero Agrónomo (Univ. Nac. La Plata 1975/79), Especialista en Lechería (Shefayin, Israel, 1991), Magister en Producción Animal (INTA Balcarce-Univ. Nac. Mar del Plata 1996/98), Doctor y Post-Doc en Ciencias Veterinarias especialista en Nutrición Animal (Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba 2010/12).

CAPÍTULO I

IMPACTO DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE?

Los SSP permiten asociar en una misma área el cultivo arbóreo con la actividad pecuaria. El componente arbóreo puede producir madera, forraje, frutos, otros productos industriales y servicios ambientales (conservación del suelo, ciclaje de nutrientes, sombra), mientras que la actividad ganadera (carne, leche o lana) mejora los ingresos del sistema productivo (Alonso 2004).

Además, los SSP contribuyen en la captura de carbono (CO_2), la generación de menores emisiones de óxido nitroso (N_2O) y la mitigación de la emisión de gas metano (CH_4) por los rumiantes. Todos estos gases son responsables del calentamiento de la atmósfera global (efecto invernadero) (Pedreira et al. 2013).

La mayoría de los sistemas de producción animal, tanto en el trópico como en clima templado-frío, se basan en el uso de especies forrajeras (gramíneas y/o leguminosas) en monocultivos y en muchas oportunidades sin la debida rotación de cultivos (Ramírez et al. 2005). Esta situación acelera la degradación de las pasturas y con ella, se afecta la estabilidad y fertilidad de los suelos.

Sin embargo, el resultado es muy diferente productivo, social y ambientalmente hablando, si se considerara a la ganadería como una actividad que interacciona con la forestal y, gracias a eso, se potencian los recursos económicos, materiales y humanos con principios de manejo sustentables, interactuando con los árboles y arbustos en diferentes modalidades de los SSP (Palma, 2005 y Casasola et al. 2009).

Restauración de suelos degradados

Estudios realizados en Panamá, en suelos ácidos ($\text{pH} = 4.6$), muestran que la integración de

Acacia mangium en pasturas con Brachiaria humidicola, contribuyó al mejoramiento de la calidad del forraje de la gramínea y en el aumento del contenido de fósforo y nitrógeno del suelo, cuando se comparó con el monocultivo de B. humidicola. Durante la época lluviosa, la presencia de la fauna del suelo, en especial de las lombrices, fue más alta en suelos con 240 árboles/ha de A. mangium (Velasco 1998).

De acuerdo con este autor un SSP con A. mangium logró incrementar la materia orgánica, en forma significativa, en solo cinco años de pastoreo y la simbiosis de este árbol con los hongos micorrízicos puede determinar este proceso. Estos sistemas, en comparación con pastos puros de gramíneas suelen conservar mejor la materia orgánica en los suelos, especialmente en suelos ácidos y pobres en nutrientes.

Por otro lado, las interacciones benéficas que se pudieran presentar con la presencia de los árboles y arbustos de leguminosas en los sistemas de pastoreo se traducen, también, en el aumento del reciclaje de nutrientes por el retorno al suelo de hojas, frutas, ramas, heces y orina, derivado fundamentalmente por el incremento de la actividad biológica del suelo.

Alonso (2004) señaló que la macrofauna del suelo en un sistema silvopastoril leucaena-guinea, se estabilizó en el tiempo con predominio de anélidos o lombrices que con su actividad favorecieron la aeración del suelo y aceleran la descomposición de la hojarasca.

Según Lok (2006) los árboles en SSP, cumplen funciones ecológicas de protección del suelo, disminuyen los efectos directos del sol, el agua y el viento. También pueden modificar las características físicas del suelo como su estructura (por la adición de hojarasca, raíces y tallos) e incre-

mentan los valores de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de N, P y K (Betancourt et al. 2005).

Otros estudios señalan mejor aprovechamiento de los nutrientes del suelo y mayor disponibilidad del pasto cuando éstos se encontraron asociados a especies arbóreas, debido a la mejora de la fertilidad del suelo y a las condiciones de sombra que se crean en el agroecosistema (Hernández y Sanchez 2006).

Por otro lado, el efecto de los árboles en la fertilidad del suelo no solo se debe esperar en las capas superficiales, sino que esto puede ocurrir en capas más profunda en la medida que el tiempo de explotación del sistema aumenta. Carvalho et al. (2003) señalaron este fenómeno al estudiar un silvopastoreo de *Acacia mangium* y *Brachiaria decumbens*.

Mejoramiento de los recursos hídricos

Entre los resultados benéficos de los sistemas con árboles (Ríos et al., 2007) están el mejoramiento de las micro presas al facilitar la infiltración del agua y la recarga de los acuíferos. Sin embargo, el servicio ambiental hídrico es de todos los servicios ambientales el menos estudiado (Beer et al. 2003).

Algunos estudios señalan que durante una temporada seca severa en Brasil, la disponibilidad de agua a una profundidad de 2 - 8 m disminuyó de 380 mm en el bosque a 310 mm en la pastura degradada. La disminución en la disponibilidad de agua en el suelo de la pastura degradada significa que el ecosistema almacena menos precipitación respecto al bosque y existe menor filtración a los acuíferos o escorrentía sub-superficial a los arroyos en la época lluviosa. Al final de la época seca el bosque puede almacenar adicionalmente 770 mm de agua en los primeros 8 m del suelo comparados con los 400 mm en la pastura, lo cual significa, que en el paisaje con dominancia de pasturas la escasez de agua puede convertirse en un punto crítico especialmente en las regiones áridas o semiáridas (Nepstad et al. 2002).

Por tales razones, los campos ganaderos con SSP como árboles dispersos en las pasturas, bancos forrajeros o cercas vivas, contribuyen a disminuir el impacto de la contaminación de las aguas (Auquilla, 2005), aumentan su capacidad de retención en las praderas, ayudan a la infiltración y prote-

gen el suelo, los manantiales y la quebradas.

Otros estudios realizados por el proyecto GEF-Silvopastoril en Esparza, Costa Rica, muestran que la escorrentía fue significativamente más alta en las pasturas degradadas (42%) comparados con los bancos forrajeros con leñosas perennes (3%), bosques secundarios jóvenes (6%) y las pasturas con alta densidad de árboles (12%). Esto significa que los usos de la tierra con alta cobertura arbórea en las condiciones donde se realizó el estudio son beneficiosas para la captura de agua (Ríos et al. 2003).

La implementación de bosques "riparios", cerca de ríos, arroyos o tanques de agua, protegen las fuentes de agua del ganado, mejorando las condiciones biológicas y químicas de la misma (Cárdenas et al. 2007).

Contribución de los SSP a la adaptación y mitigación del cambio climático. Secuestro de carbono y gases de efecto invernadero

El metano (CH_4) es producido por los microorganismos ruminales durante la fermentación anaeróbica de los carbohidratos solubles y estructurales consumidos por los rumiantes. Esta situación hizo que la ganadería esté acusada de contaminar el medio ambiente. Sin embargo, los rumiantes no son los culpables sino el sistema de alimentación que el hombre ha diseñado en las últimas décadas; fundamentalmente, el monocultivo de gramíneas mejoradas que fueron seleccionadas para una alta demanda de fertilizantes químicos y la elevada suplementación de cereales, así como los sistemas extensivos con baja digestibilidad y conversión con base de gramíneas (Alonso 2004).

En la atmósfera, el metano tiene la capacidad de almacenar calor veinte veces superior a la del dióxido de carbono (CO_2), debido a ello los rumiantes se han relacionado con la contribución de gases de efecto invernadero. Otro efecto adverso de las emisiones de metano se refiere a la pérdida energética que experimentan los animales, lo cual afecta negativamente su desempeño productivo. La producción de este gas representa, en promedio un 8% de la energía bruta consumida, variando entre el 5,5 y 13%. Por tanto, las emisiones de metano no sólo constituyen un problema ambiental, sino una

pérdida energética que juega contra la competitividad del sector ganadero (Posada Ochoa et al. 2014)

El interés por la metanogénesis se ha incrementado en los últimos años, no sólo por las pérdidas económicas que representa, como energía de los alimentos que se pierde, sino también, porque el CH₄ es un gas contaminante del ambiente (Wood et al, 2009).

Según Galindo (2009), al analizar un conjunto de muestras de diferentes especies forrajeras observó que por cada 1% de aumento en la digestibilidad se reducen 4.32 microlitros de metano por kg de materia seca consumida. Es decir, a mayor calidad del forraje menores pérdidas de energía expresadas en gases de metano.

[Microlitros de CH₄ / kg MS = 296.78 – 4.3222 (% de DMS), R=0.95] (Cuadro 1).

Milera et al. (2010), al analizar los resultados del monocultivo de gramíneas de dos sistemas que combinaron árboles-pastos, con baja y alta

riza los sistemas pecuarios en el trópico, no solamente tiene efectos locales como la degradación de los suelos y la pérdida de su productividad, sino que también contribuye con una cuarta parte en las emisiones de CO₂ y otros gases hacia la atmósfera, proceso que causa cambios climáticos globales que contribuyen a la pérdida de la biodiversidad en los bosques naturales y al desequilibrio de otros ecosistemas terrestres.

Los sistemas silvopastoriles juegan un papel importante en el secuestro de carbono en los suelos y en la biomasa leñosa (Beer et al. 2003). Según Nair et al (2009) estos sistemas aportan dos beneficios principales para conservar el carbono. Primero, contribuyen al almacenaje directo de carbono a corto y mediano plazo (décadas hasta siglos) en los árboles y el suelo y segundo reducen, indirectamente, la emisión de los gases invernadero causada por la deforestación y la agricultura migratoria.

Sistemas silvopastoriles bien manejados pueden mejorar la productividad, mientras secuestran carbono (Andrade et al. 2002), además del be-

Cuadro 1: Efecto del follaje de diferentes plantas en la producción de metano en rumen

Especie arbóreas y arbustivas	Composición porcentual (%)
Samanea saman (algarrobo)	4.30a
Albizia lebbbeck	5.73a
Azadirachta indica	8.59 a
Tithonia diversifolia	9.20a
Cordia alba	11.76a
Leucaena leucocephala	16.38a
Pithecelobium dulce	20.03a
Moringa olifera	25.33a
Gliricidia sepium	29.02ab
Guazuma ulmifolia	37.98ab
Enterolobium cyclocarpum	64.71b
EE ±	1.20***

Fuente: Galindo (2009).

densidad de árboles, observaron un incremento significativo de captura de carbono (CO₂) con la presencia y la densidad de las plantas leñosas (585 vs. 20,000), con valores de 9.50; 157.50 y 425.80 t de CO₂/ha para el monocultivo, la baja y alta densidad, respectivamente.

La alta tasa de deforestación que caracte-

neficio económico que representa para los productores. El carbono total en los sistemas silvopastoriles varía entre 68 a 204 t/ha, mucho de este carbono se encuentra almacenado en el suelo.

Mediciones de reservorios de carbono en el trópico sub húmedo de Centro América, mostraron que el carbono total almacenado (arriba y bajo el sue-

lo) en bosques secundarios y en SSP fue más alto que lo encontrado en pasturas degradadas (Cuadro 2).

La introducción de los árboles y arbustos como modificadores de la fermentación ruminal con el fin de reducir la metanogénesis, es un nuevo y atractivo enfoque. Se ha identificado un número de plantas que contienen compuestos antiprotozoarios y propiedades antimetanogénicas.

Las saponinas y taninos presentes en muchas de ellas, deprimen la producción de metano, reducen los conteos de protozoos del rumen y cambian los patrones de fermentación (Galindo 2004 y Wei Lian et al.2005).

lógica se pueden crear condiciones que favorecen el mejoramiento de las características del suelo como resultado de la actividad de los organismos presentes.

La introducción de árboles en las pasturas puede crear condiciones favorables mediante el aporte de materia orgánica, el ciclaje de nutrientes, el mejoramiento del contenido de humedad en el suelo y la disminución de la temperatura (Wilson et al.1990). Sin embargo, esto depende entre otros aspectos, de la densidad, altura, arquitectura y fenología propia de la especie arbórea.

Algunas modalidades silvopastoriles como

Cuadro 2: Almacenamiento y fijación de carbono (C) en pasturas y sistemas silvopastoril explotados en diferentes regiones de Centro América. (Adaptado de Andrade et al. 2002)

SISTEMA (EDAD EN AÑOS)	"C" en el suelo (t/ha)	"C" sobre el nivel del suelo, (t/ha)	Total de "C" (t/ha)	Fijación de "C" (t/ha/año)
Tierras bajas húmedas				
Panicum maximum	233±8			
P. maximum-Cordia alliodora (≤3)	177±8	2.3	2.3	
P. maximum-Cordia alliodora (3-7)	196±21	8.8	8.8	
P. maximum-Cordia alliodora (≥7)	175±23	26.8	26.8	
Tierras bajas húmedas, Zona Atlántica				
Brachiaria brizantha-Acacia mangium	87±18	8.9±0.03	8.9±0.03	2.2
B. brizantha-Eucalyptus deglupta	87±1	7.48±0.26	7.48±0.26	1.8
Bachiaria. brizantha	66±16	2.04±0.16	2.04±0.16	
Tierras altas, Cordillera Volcánica				
Pennisetum clandestinum	185±32			
P. clandestinum-Alnus acuminata	187±46	1.1±0.6	1.1±0.6	
P. clandestinum-Alnus acuminata	196±25	4.2±1.7	4.2±1.7	

Conservación de la Biodiversidad

El manejo y las condiciones medioambientales de los sistemas silvopastoriles ejercen una marcada influencia en la actividad y diversidad de los organismos del suelo. En estos sistemas, tienen gran importancia la disponibilidad de alimentos, la variabilidad en la composición de estos en términos de la riqueza florística y los demás factores edáficos y culturales. Esto demuestra que en los ambientes con mayor complejidad bio-

linderos, cortinas rompevientos, cercas vivas u otras plantaciones forestales en línea a lo largo de las orillas de las pasturas, son sistemas diseñados por el hombre y muchas veces modificados con el tiempo por la naturaleza. La conexión de estos sistemas en forma de corredor influye en el movimiento de los animales y la dispersión de las plantas (Casasola et al 2009). Se puede, de esta forma, tener funciones de biocorredores, importantes en paisajes agrícolas caracterizados por ecosistemas fragmentados que aumenta la biodiversidad.

CAPÍTULO II

ÁRBOL - PASTURA - ANIMAL

Componente arboreo

En el trópico húmedo, la tala del bosque o de otra vegetación arbórea secundaria para el establecimiento de pasturas u otro cultivo quiebra el delicado equilibrio que torna el ecosistema sustentable (Pedreira et al. 2013).

Para ser estable el uso de la tierra se deberán respetar aquellos mecanismos o servicios que garantizan el equilibrio del agroecosistema, como por ejemplo, el ciclaje de nutrientes y la conservación del suelo.

La mayoría de los árboles presenta una relativa baja demanda de nutrientes y una alta tolerancia a la acidez del suelo y, por otro lado, permiten capturar y retener el carbono atmosférico en forma muy eficiente, cuya acumulación en el aire produce el efecto invernadero (Pedreira et al. 2013).

El efecto ecológico más esperado de los árboles en los agroecosistemas tropicales húmedos es, sin dudas, la conservación del suelo. Por un lado, las copas pueden disminuir el impacto de las lluvias que provoca erosión y compactación del suelo. Por el otro, el sistema radicular de los árboles, generalmente denso y profundo, además de evitar el arrastre de las partículas del suelo, tiene la capacidad de absorber los nutrientes de las capas más profundas del suelo y llevarlas a la superficie, a través de las hojas y tallos –reciclaje de nutrientes- (Pedreira et al. 2013).

Este proceso se puede incrementar mediante el reciclaje de nutrientes de especies forrajeras u otros cultivos anuales que convivan dentro del SSP, a través del enraizamiento superficial.

Según Pedreira et al. (2013), los procesos

por los cuales los árboles mantienen o mejoran los suelos incluyen:

- Aumento de las entradas (materia orgánica, fijación de nitrógeno del aire – en el caso de leguminosas, absorción de nutrientes, etc.).
- Reducción de las pérdidas (materia orgánica y nutrientes a través del reciclaje y control de la erosión).
- Mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, incluso de la capacidad de retención de agua.
- Efecto benéfico sobre los procesos biológicos.

Además, en algunos SSP, el componente arbóreo puede también suministrar forraje para el ganado, como es el caso de aquellos que incluyen a la Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Mora (*Morus alba*), la Gliriciria (*Gliricidia sepium*), etc. y mejorar el medio ambiente de los animales.

Todos estos temas serán analizados con más detalle en los próximos capítulos.

Interacción árbol – pastura – animal¹

Las interacciones que involucran al árbol y la pastura presentan enormes diferencias morfológicas, tanto en la parte aérea como en el sistema radicular y, por estar compartiendo el mismo espacio, satisfacen sus necesidades explorando las mismas fuentes de los recursos luz, agua y nutrientes. Por esto, es importante conocer los mecanismos básicos de esta competencia, buscando maximizar la producción biológica y su interacción con el animal, que permite agregar valor (carne, leche o lana) al sistema productivo.

¹ Adaptado de Pedreira, C.B., Behling, M., Wruck, F.J. y Barbosa, D.A. 2013. Integración Cultivos-Ganadería-Bosque: experiencias en Mato Grosso, Brasil. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96358/1/cpamt-pedreira-cea-2013.pdf>

Durante los primeros años de plantación de un monte la vegetación herbácea acompañante acumula una gran masa forrajera, especialmente si son gramíneas y leguminosas tropicales, que puede superar los 8000 kg MS/ha/año. Esta situación genera una gran amenaza de pérdida de masa boscosa por incendio. Para reducir los riesgos existen diversos controles del crecimiento herbáceo, de los cuales el pastoreo vacuno quizás sea el más económico y brinda una renta extra al sistema.

Pérego (2002) midió, entre otros parámetros, la disponibilidad forrajera durante el otoño 2001-2002, bajo 3 cargas diferentes, en montes de *Eucalyptus grandis* implantados en el centro-sur de Corrientes. Dicha evaluación se realizó mediante la metodología "botanal" (Thothill, 1978) que estima la contribución, en porcentaje de la disponibilidad, de las diferentes especies que integra una pastura.

La disponibilidad forrajera se realizó una vez al año durante la estación otoñal y los resultados se presentan en el Cuadro 3.

La disponibilidad inicial de forraje fue alta al comienzo del pastoreo, principalmente en la carga

media. En tanto, al finalizar el pastoreo las disponibilidades fueron muy semejantes en las tres cargas (<70% respecto al inicio del pastoreo). Ello se debió a un efecto combinado de un consumo y pisoteo diferencial entre tratamientos (cargas).

En el Cuadro 4 se muestra la composición botánica de especies nativas, como porcentaje de la disponibilidad. Los mismos se hallan agrupados por la calidad de las forrajeras (pastos tiernos, duros y malezas) según metodología de Rosengurtt (1979).

Se observa un incremento de las especies consideradas "**pastos tiernos**", destacándose entre ellos al *Paspalum notatum* y *Panicum milioides*. Dichos incrementos son significativos, debido al escaso porcentaje inicial de dichas especies. Los **pastos duros** tienen la mayor proporción (% disponibilidad) entre las especies forrajeras naturales presentes. En tanto las **malezas**, ocupan el segundo lugar en % de disponibilidad del ensayo.

Otro de los efectos que genera el árbol sobre el animal es la sensación de bienestar que encuentra bajo su sombra, principalmente durante la época estival, tema que se profundizará más adelante.

Cuadro 3: Disponibilidad forrajera (kg MS/ha) a la entrada y salida del pastoreo con 3 cargas de animales (tratamientos).

Carga animal	Otoño 2001	Otoño 2002
Baja (0.5 cabezas/ha)	6359	1902
Media (1.0 cabezas/ha)	8617	2412
Alta (1.5 cabezas/ha)	6531	2164

Cuadro 4: Composición botánica (% de la disponibilidad) a la entrada y salida del pastoreo, en los 3 tratamientos de carga.

Carga animal	Pastos tiernos		Pastos duros		Malezas	
	Otoño '01	Otoño '02	Otoño '01	Otoño '02	Otoño '01	Otoño '02
Baja	1.8	13.3	77.9	63.2	20.4	23.4
Media	0.2	13.4	81.7	76.2	18.2	10.5
Alta	1.6	10.8	61.6	67.5	36.8	21.7

El ganado lechero logra una mayor producción de leche, especialmente en regiones de clima cálido, cuando tiene acceso a sombra. Este efecto de bienestar ayuda a mantener la estabilización térmica corporal por haber una menor pérdida de energía para disipar el calor (transpiración) en los meses estivales o bien en los meses invernales un menor consumo de tejido graso para elevar la temperatura corporal. Mientras que el ganado de carne obtiene, también, mayores ganancias de peso (+200 gramos diarios) por efecto del equilibrio termorregulador de la sombra (Pedreira et al. 2013).

Estos autores realizaron un ensayo con vaquillonas Brangus 3/8 de más de un año (235 kg peso vivo –PV- al inicio del ensayo, promedio de los 3 tratamientos) bajo un monte de Eucaliptus grandis y pastos naturales. Este trabajo se lo dividió en 2 épocas del año, 158 días en el otoño-invierno 2011 y 90 días en el verano 2011/12. Se midió la evolución de los pesos vivos y las ganancias diaria de peso –GDP- (kg/cabeza/día) para diferentes cargas de animales (Cuadro 5).

El tratamiento de baja carga (0,54 cabeza/ha) tuvo muy buenas ganancias diarias de peso tanto

baja carga fueron debido a una mayor producción y calidad del forraje respecto a los otros 2 tratamientos, que se vieron más afectados por la sequía imperante y el efecto de un mayor pisoteo y compactación.

Competencia por luz¹

Los sistemas multi-estrato favorecen plenamente a los árboles en la competencia por luz, quedando la producción de la vegetación herbácea sujeta a la densidad o espaciamiento del componente arbóreo y a su adaptación fisiológica a la baja intensidad de luz.

En los SSP trópicos, las plantas C_4 son las que tienen mejor desempeño fotosintético a las bajas radiaciones solares. Mientras que las plantas C_3 son las que tienen mejor adaptación fisiológica, tanto a las condiciones de poca radiación como a las bajas temperaturas, que predominan en los SSP de clima templado-frío.

Entre los géneros de gramíneas C_4 cultivadas que mejor se adaptan a un SSP de regiones tropicales y subtropicales, se destacan el Panicum, Digitaria, Paspalum y Brachiaria.

Cuadro 5: Evolución del peso de vaquillonas Brangus 3/8 pastoreando dentro de un monte de Eucaliptus grandis

CARGA ANIMAL	OTOÑO - INVIERNO 2011 Ganancia diaria de peso (kg/cab/día)	VERANO 2011 / 2012 Ganancia diaria de peso (kg/cab/día)
0.54	0.441	0.877
0.73	0.281	0.109
0.91	0.155	0.133

en otoño-invierno como en verano (0.441 y 0.877 kg/cabeza/día, respectivamente), considerando que se obtuvieron con pastos naturales, exclusivamente. En cuanto a los animales de carga media (0,73 cabeza/ha) y carga alta (0,91 cabeza/ha) las ganancias diarias fueron muy inferiores (0.281 y 0.155 y 0.109 y 0.133 kg/cabeza/día, respectivamente).

Las buenas ganancias del tratamiento de

En tanto los géneros de gramíneas C_3 cultivadas en los SSP de clima templado-frío que presentan una cierta tolerancia a la sombra se encuentran el Dactilis, Bromus y Falaris.

En cuanto a las leguminosas forrajeras perennes cultivadas posibles de utilizar en el sotobosque de SSP trópicos se destacan la Pueraria phaseoloides, Centrosema pubescens, Arachis pintoi, Desmodium

¹⁾ Adaptado de Pedreira, C.B., Behling, M., Wruck, F.J. y Barbosa, D.A. 2013. Integración Cultivos-Ganadería-Bosque: experiencias en Mato Grosso, Brasil. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96358/1/cpamt-pedreira-cea-2013.pdf>

ovalifolium, y Calopogonium mucunoides.

El nivel de radiación solar que alcanza el estrato herbáceo es dinámico a lo largo de la formación de los SSP. En los SSP temporales, de alta densidad de árboles, la cantidad de luz que llega al sotobosque disminuye con el tiempo hasta la total dominancia de las copas. Una excepción ocurre en la plantación de cocoteros, donde el sombreado máximo ocurre en edad intermedia (10 a 20 años), disminuyendo de ese momento en adelante con el aumento de la altura y eventuales muertes de los árboles.

Efectos de la Radiación Solar sobre la fisiología vegetal¹⁻²

El proceso fotosintético se realiza entre las longitudes de onda que van de los 400 a los 700 nm (nano metro), rango que abarca los colores violeta, azul, verde, amarillo, naranja y rojo. Mientras que el rango fotobiológico varía entre los 280 nm a los 1000 nm, dentro de este rango se encuentran las radiaciones Ultravioletas (280 y 320 nm) (Carrasco Ríos 2009).

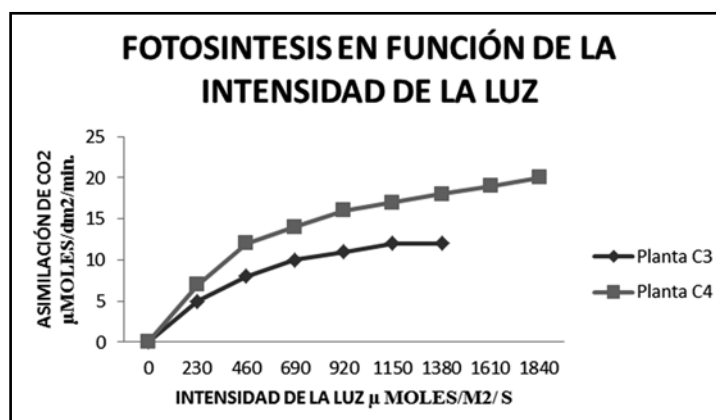
La fuente primaria de energía para la fotosíntesis y la bioproductividad es la energía solar. Las plantas interceptan esta energía para la fotosíntesis, pero normalmente se emplea menos del 5% en este proceso (Connor 1983).

En condiciones controladas, las plantas C_3 sometidas a altas intensidades de radiación alcanzan el estado de saturación lumínica en sus hojas a valores cercanos a 700 $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$ (± 35.000 Lux). Mientras que las plantas C_4 fotosintetizan más por unidad de radiación absorbida y alcanzan la saturación lumínica a niveles superiores (1500 $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$ ó 75.000 lux) con eficiencias de hasta un 6% (Carrasco Ríos 2009). Este tema será profundizado más adelante.

Sin embargo, en condiciones normales de explotación las hojas superiores de las plantas C_4 reducen los niveles de radiación al resto del follaje y sólo una parte de ellas alcanza su potencial fotosintético, lo que hace que bajo estas condiciones se logre la saturación lumínica a intensidades superiores (Del Pozo 2002). Por ello, las plantas C_4 se saturan lumínicamente a altas intensidades luminosas, mientras que las C_3 se saturan entre 20 y 30% de la luz solar (Figura 1).

Buxton y Fales (1994) encontraron que en las regiones tropicales la reducción de la intensidad de radiación por el efecto de la sombra cambia la composición química de los forrajes, especialmente sus componentes celulares, aunque las respuestas son variables según la especie. Por su parte, Hernández (2000) encontró que la reducción en la intensidad luminosa por el sombreado mejora la digestibili-

Figura 1



¹⁾ Extraído de la Tesis Post-Doctoral de Anibal Fernández Mayer (2015). Evaluación de parámetros energéticos-proteicos y productivos del *Panicum maximum* y *P. coloratum*, en diferentes etapas de madurez y por efectos de defoliaciones periódicas. Su impacto sobre los sistemas de producción de carne bovina. Estrategias de mejora. Instituto de Ciencia Animal (ICA). Universidad Nacional Agraria de La Habana, Cuba. Pp. 171.

²⁾ Los micromoles por metro cuadrado por segundo ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) están basados en el número de fotones de una cierta longitud de onda incidente por unidad de área y por unidad de tiempo. Se usa comúnmente para describir PAR (Radiaciones activas fotosintéticamente) en el rango de 400 a 700 nanómetros de longitud de onda. Thimijan, Richard y Heins. 1982. Photometric, Radiometric, and Quantum Light Units of Measure: A Review of Procedures for Interconversion. HortScience 18:818-822

dad de la materia seca debido a una disminución en el contenido de pared celular. Bajo altas intensidades luminosas y altas temperaturas, el maíz (C_4) y la avena (C_3) tienen una tasa transpiratoria comparable, pero la tasa fotosintética en maíz es dos veces mayor que en avena (Hernández Gil 2014).

Competencia por agua

En regiones con déficit hídrico, las asociaciones entre árboles y pasturas son muy afectadas por la competencia por agua, especialmente en aquellos casos que los árboles tienen raíces superficiales (Humphreys, 1981).

En los SSP ocurre una disminución de la demanda evaporativa de las plantas herbáceas del sotobosque, tanto por las variaciones microclimáticas (cambios de las temperaturas y humedad relativa ambiente) como por la menor velocidad de los vientos. Ambos factores caracterizan a estos sistemas productivos.

En épocas críticas, el suelo presenta un mayor contenido de humedad debajo de los árboles que en áreas expuestas directamente al sol y al viento, contribuyendo para mejorar el desempeño de las pasturas (Anderson et al. 1988).

En el relevamiento efectuado por May et al. (1985), se verificó que la pastura bajo vegetación de la palmera *Orbignia phalerata* retiene mejor la humedad y produce más que en condiciones de pleno sol.

Por otro lado, debido a su posición en el perfil de la estructura multi-estrato, el árbol tiene una demanda evaporativa que supera a la de la pastura. No obstante, el acceso de las raíces de los árboles a las capas más profundas del suelo compensan la competencia por agua (Connor, 1983). Además, las pasturas adaptadas a estas condiciones de sotobosque, compiten con ventajas en los períodos de déficit hídrico, principalmente si el árbol está en la fase inicial de establecimiento o en la condición en que este componente posea un sistema radicular superficial, como algunas palmeras.

Competencia por nutrientes

En condiciones de bajo uso de insumos, se observa una mayor eficiencia de absorción de

nutrientes por las raíces de las plantas asociadas (árbol-pastura) que por los componentes aislados. Una de las mayores expectativas de los SSP es que el componente arbóreo sea eficiente en la translocación de nutrientes de las capas más profundas del suelo a la superficie para que queden disponibles a las plantas herbáceas de raíces superficiales.

La potencialidad de los sistemas agroforestales (incluyendo los SSP) en mejorar química y físicamente los suelos es muy conocida. Árboles y arbustos con mayor capacidad de acumular nutrientes en sus tejidos, aun en suelos pobres, pueden también ser eficientes en el reciclaje de nutrientes.

En estas condiciones, algunas leguminosas y no-leguminosas de la comunidad de plantas invasoras de pasturas cultivadas de la Amazonía Oriental son concentradoras de Ca, P y algunos micronutrientes (Camarão et al. 1990).

COMPONENTE PASTURA

Las condiciones peculiares del sotobosque interfieren en un buen desempeño de las forrajeras cultivadas. Las principales gramíneas más utilizadas fueron seleccionadas en condiciones de pleno sol, como aquellas pertenecientes a los géneros *Brachiaria* y *Panicum*, aunque se observa un comportamiento muy adecuado en los SSP.

En los SSP los árboles y los recursos forrajeros compiten por el acceso al agua, nutrientes del suelo y luz. El dosel arbóreo captura la energía solar y determina el crecimiento de las especies forrajeras bajo el mismo, según edad, especie forestal, densidad, sistema de plantación, manejo silvícola y las condiciones favorables o adversas imperantes (Andrade et al. 2002).

El componente pastura, a su vez, puede desempeñar también un papel decisivo en la protección del suelo en los SSP. Esta protección es particularmente efectiva en la fase de establecimiento (principalmente si se utilizan leguminosas), cuando el desarrollo de los árboles aún no permite una buena cobertura del suelo, o mismo en la fase adulta, como en los sistemas que incluyen al árbol del Hule y la Palma africana (Camarão et al. 1990).

Existen antecedentes que demuestran que la competencia entre árbol y pastura en los SSP pueda ocurrir más allá del ámbito de la luz, el agua y los nutrientes. Es necesario realizar estudios más profundos sobre la relación alelopática entre estos componentes (árbol-pastura). Se han encontrado evidencias de que gramíneas como la *Melinis minutiflora* puedan perjudicar el crecimiento de algunos árboles. Además, hay referencias de que esta gramínea inhibe el crecimiento radicular de plántulas de Pejibaye y Palma africana (Riesco y Ara, 1994).

Interacciones entre el componente arbóreo y pasturas: productividad forrajera. Adaptaciones al ambiente¹

Una de las variables más estudiadas es la cantidad y distribución de la sombra que incide sobre el componente forrajero y cómo afecta la persistencia productiva del mismo. La adaptación de las plantas forrajeras a la variación de la intensidad luminosa está vinculada a modificaciones morfo-fisiológicas. Cuando están sombreadas, las hojas de estas plantas se tornan más finas y poseen células menos compactadas, en menor número y de menor tamaño, y una tasa fotosintética más baja (Ludlow y Wilson 1971).

En el semiárido brasileño, Ribaski et al. (1998) observaron los siguientes efectos de la leguminosa arbórea Algarrobo (*Prosopis juliflora*) sobre la pastura de *Cenchrus ciliaris* L., bajo un 50% de sombra:

- a) reducción de la fotosíntesis, pero aumento de la eficiencia fotosintética;
- b) elevación del contenido de clorofila;
- c) aumento del área específica foliar;
- d) aumento del contenido de Nitrógeno (N)

La sensibilidad a la sombra varía según las especies. La producción de forraje de las gramíneas megatérnicas, medido en kg MS/ha, disminuye cuando la luz incidente bajo dosel es menor del 30% (Varella et al. 2008).

La *Brachiaria decumbens* y *Setaria sphacelata* reducen drásticamente su productividad cuando son sometidos a menos de 60% de radiación solar, mientras que el *Panicum maximum* tolera niveles más altos de sombreado. Por otro lado, *Axonopus compressus* aumenta ligeramente su productividad bajo alguna sombra, mientras que *Paspalum conjugatum* es esencialmente insensible a la sombra (Pachas et al. 2004).

En Australia, Wilson et al. (1990) observaron, en primavera - verano, que la producción de forraje de *Paspalum notatum* fue 35% mayor bajo la sombra de una plantación de *Eucalyptus grandis* que a pleno sol.

Las gramíneas tropicales o C_4 se comportan mejor bajo el área de influencia de una copa arbórea que las C_3 .

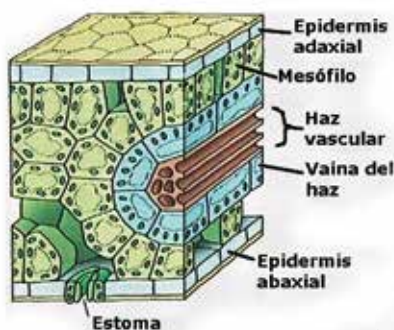
Este comportamiento está vinculado con factores morfo-fisiológicos. Las plantas C_4 poseen una estructura foliar conocida como anatomía de Kranz, que se caracteriza por tener las células del mesófilo dispuestas en corona alrededor de la vaina de los haces vasculares, las cuales poseen paredes celulares gruesas con cloroplastos de mayor tamaño, más abundante y en disposición específica (Figura 2). Mientras que las C_3 presentan un solo tipo de célula con cloroplastos que tienen una estructura agranal y un menor grado de especialización.

Además, las especies que crecen debajo del árbol tienen un retardo de casi todas sus fenofases (crecimiento, floración, fructificación y senescencia) (Ovalle y Squella 1996). De esta forma, se incrementa el período de aprovechamiento (pastoreo) del forraje de buena calidad.

Según la revisión de Garcia y Couto (1997), la producción más alta de gramíneas C_4 bajo niveles moderados de sombra es producto de la mayor mineralización de la materia orgánica y consecuente mayor disponibilidad de nitrógeno en el suelo, favorecidas por la mayor humedad y una adecuada temperatura ambiental.

¹) Extraído y adaptado del *Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales* (2015) Autores: Florencia Montagnini, Eduardo Somarriba, Enrique Murgueitio, Hugo Fassola, Beatriz Eibl. Capítulo 5. *Los Sistemas Silvopastoriles en las provincias de Misiones y Corrientes, Argentina*. Luis Colcombet, Jorge I. Esquivel, Hugo E. Fassola, María Cristina Goldfarb, Santiago M. Lacorte, Nahuel Pachas, Belén Rossner, Rosa A. Winck

Figura 2
Estructura foliar de
una planta C_4



Fuente: Hernández Gil (2014)

Esto puede también ser fruto de la capacidad de fijar y reciclar el nitrógeno atmosférico, en el caso de leguminosas arbóreas como el Algarrobo (*Prosopis juliflora*) (Ribaski et al. 1998) y la Leucaena (*Leucaena leucocephala*).

Otra especie que se destacó por su tolerancia a la sombra y al frío y además de una elevada calidad forrajera es el *Axonopus catarinensis* (Pachas et al. 2008, Rossner et al. 2009). En los primeros trabajos donde se evaluó el crecimiento de gramíneas bajo sombra artificial, Pachas et al. (2004) trabajando con *Axonopus catarinensis* determinaron una mayor acumulación de materia seca con 50 a 65% de radiación fotosintéticamente activa (RFA) respecto a cielo abierto.

Coincidentemente, Lacorte et al. (2004) trabajando con *A. compressus* encontraron que con 50% de sombra artificial la acumulación de forraje fue de 8.370,33 kg MS/ha, significativamente diferente a los 2.059 kg MS/ha logrados con 0% de sombra.

Pachas (2010) determinó que la producción primaria neta aérea (PPNA) de *Axonopus catarinensis* bajo 38% de sombra tuvo un incremento significativo de 41% respecto a las plantas a pleno sol, mientras que con mayor nivel de sombra (53% y 71%) la PPNA fue similar a la obtenida a pleno sol.

En cambio, en el caso de *Arachis pintoi* el incremento no fue significativo. La PPNA fue 12% mayor bajo 38% y 53% de sombra que a pleno sol, mientras que con 71% de sombra la PPNA decayó un 13% respecto al tratamiento a pleno sol. Esta mayor PPNA anual bajo sombra se debió principalmente al incremento de la tasa de crecimiento en los momentos de mayores déficits hídricos (fin de verano y otoño) y en menor medida al crecimiento invernal.

En la mayoría de los suelos rojos profundos se utiliza como componente forestal a *Eucalyptus* spp. por su velocidad de crecimiento y reducción del turno de corte comparado con *Pinus* spp. En estos SSP el manejo forestal impacta en la persistencia y productividad del componente forrajero.

En *Brachiaria* (*Urochloa*) *brizantha*, una de las especies forrajeras más utilizadas con *Eucalyptus*, se evaluó la composición botánica y producción forrajera bajo el dosel, plantado en líneas dobles con un marco de 4m entre líneas x 2m entre plantas x 19m de callejón. En este ensayo se determinó que hasta el quinto año de instalado el sistema, ambas variables no fueron afectadas por el dosel arbóreo (Goldfarb et al. 2014).

La disponibilidad forrajera aérea (MS kg/ha) y la composición botánica de un pastizal típico de los suelos con drenaje deficiente, denominados localmente "malezales", se modificó en un SSP con *Pinus elliottii* comparado con el mismo pastizal a cielo abierto. Las especies predominantes de este pastizal, fuera del dosel, *Hypoginium virgatum* (Desv.) Dandy y *Sorghastrum setosum* (Grisb.) Hitchc., ambas de la familia Poaceae, fueron remplazadas bajo el dosel del pino por *Axonopus compressus* en 50% de la disponibilidad forrajera total. Cabe destacar que esta especie es, además, de alto valor forrajero (Goldfarb et al. 2007).

Por otro lado, en un pastizal con predominio de *Andropogon lateralis* y *Sorghastrum setosum* integrando un SSP con *Pinus elliottii* var *elliottii* x *P. caribaea* var *hondurensis* (pino híbrido) y diferentes densidades, 646 árbol/ha, 400 árbol/ha y 250 árbol/ha se evaluó la sensibilidad de las especies con valor forrajero en términos de producción forrajera total (MS kg/ha) comparada con

el mismo pastizal fuera del dosel.

La producción forrajera del pastizal disminuyó significativamente a mayor densidad de árboles (5000 kg/ha fuera del dosel vs 1600 a 2000 kg/ha bajo el dosel). Esto se debió a la disminución drástica de especies sensibles a la baja radiación tales como *Andropogon lateralis* y *Sorghastrum setosum*, desarrollándose otras tolerantes como *Axonopus compressus* y *Axonopus argentinus* Parodi.

Si bien el dosel arbóreo ejerce un efecto protector durante la ocurrencia de eventos climáticos extremos, también compite con el pastizal por luz. De todas formas, la menor producción de forraje se ve compensada por el aporte que realizan las especies de mayor valor forrajero (Goldfarb et al. 2013).

Fassola et al. (2005), en un ensayo con diferentes tratamientos de poda y raleo en *Pinus taeda* y *Axonopus jesuiticus* Valls, encontraron una alta asociación entre la producción de biomasa del estrato herbáceo y el área basal en la base de la copa viva ($r = 0,71$, $p < 0,0001$) y una baja relación con factores ambientales como precipitación y temperatura.

Tanto variables vinculadas esencialmente a la biomasa foliar del rodal, como variables vinculadas al tamaño del árbol y la edad del rodal, evidenciaron un mayor potencial para ser empleadas como predictoras de la producción anual del estrato herbáceo.

Efectos del sombreado sobre la producción y calidad del forraje

En los sistemas silvopastoriles (SSP), la recuperación de la pastura después del pastoreo ocurre de forma más lenta debido al sombreado. Esto sugiere que las pasturas sombreadas se deban manejar más cuidadosamente, para evitar la reducción excesiva de las reservas de las raíces y, posteriormente, la mortandad de los brotes lo que comprometería la población de la planta.

En esos casos, las reservas orgánicas asumen una gran importancia en el rebrote cuando el área foliar remanente es reducido, o cuando la eficiencia de la fotosíntesis de aquellas hojas es baja, como ocurre en condiciones ambientales extremas: sequías, temperaturas bajas o sombreado.

La productividad y la perennidad de las pasturas resultan de la capacidad de reconstitución o de mantenimiento del área foliar después del deshoje o defoliación intensa, que depende no solo de factores ambientales (luz, temperatura, fertilidad y etc.), sino también de características genotípicas de la población de plantas (Pedreira et al. 2013).

Los cambios asociados a una mayor partición de metabolitos (asimilatos) hacia las hojas y a la arquitectura de las plantas son estrategias para mejorar la capacidad de intercepción de la radiación en las plantas creciendo bajo sombra (Pedreira et al. 2013).

La producción de forraje en una pastura es un proceso complejo que incluye una serie de factores de origen fisiológico, morfológico y de su interacción.

Si la pastura es utilizada de forma intensiva, sin que haya un periodo de tiempo para la recuperación de los niveles mínimos de reservas a través de la fotosíntesis, se puede producir una degradación irreversible, cediendo espacio a las especies no deseadas. Además, ante defoliaciones intensas la biomasa de raíces se reduce significativamente, que se ve más afectada cuando son expuestas al sobrepastoreo y/o sequías.

La influencia de los árboles sobre la producción de las pasturas, considerando únicamente la intersección de la radiación solar, resultó en una reducción en la producción de biomasa, en comparación con los potreros abiertos. Sin embargo, cuando se considera el sistema silvopastoril en forma integral se espera una biomasa superior (Pedreira et al. 2013).

Uno de los beneficios más importante que encuentra el ganado en pastoreo debajo del monte es la calidad del forraje. En su mayoría se tratan de gramíneas (C_4 en el trópico y C_3 en los climas templados-fríos) que crecen debajo del área de copa y cuentan con un adecuado valor forrajero (digestibilidad mayor al 60%), especialmente en el período invernal.

En Chile, estudios realizados con ovinos dentro de un monte de Aromito (*Acacia caven*), se encontró que el consumo del mismo representó un importante aporte de nutrientes en el período seco, siendo en promedio el 15% de la ingesta total (Ovalle y Squella, 1996).

En el Cuadro 6 se observa que los mayores rendimientos se obtuvieron con niveles bajos de sombra o a plena exposición solar oscilando alrededor de 14.200 kgMS/ha, con diferencias significativas ($P < 0,05$) respecto a los rendimientos observados con niveles medianos y altos de sombra, los cuales estuvieron por debajo de 10.100 kg/ha (Obispo et al. 2008). Mientras que se observó un comportamiento aleatorio de los diferentes parámetros nutricionales evaluados.

En el Cuadro 7 se observa la variación de la materia seca, proteína bruta y carbohidratos solubles con diferentes intensidades de luz y de temperatura con *Lolium perenne* (Ray grass), planta C_3 (Denium 1966).

A medida que aumenta la intensidad de luz se incrementan los niveles de los carbohidratos solubles (CNES) y disminución de la proteína bruta (PB).

Pachas et al. (2004), trabajando con *Axonopus catarinensis* observaron, también, que a medida que se reduce la intensidad de los rayos solares, bajo condiciones de sombra artificial, el contenido de proteína cruda aumenta y el de los carbohidratos solubles disminuye.

Con intensidades de luz crecientes, y esto dentro de ciertos límites, la tasa fotosintética aumenta y con ello los carbohidratos solubles (Pentón y Blanco 1997). Esto ocurre, especialmente, en las plantas C_3 .

En tanto, con la PB ocurre un fenómeno inverso, y está vinculado con las radiaciones ultravioleta-B (UV-B). Los rayos UV-B inducen la pérdida de polipéptidos y afecta, además, a las enzimas del ciclo de Calvin, alterando la funcionalidad y estructura de aquellas proteínas que tienen aminoácidos como la tirosina, fenilalanina y triptófano (Pentón y Blanco 1997 y Pezo y Ibrahim 1999).

Cuadro 6: Efectos del nivel de sombra sobre la producción de biomasa, contenidos de proteína, fibra detergente neutra y ácida, y digestibilidad in vitro de la guinea (Panicum maximum).

Nivel de sombra	Biomasa (kg. MS/ha)	Proteína Bruta (%)	Digestibilidad de la MS (%)	Fibra detergente neutro (%)	Fibra detergente ácido (%)
Alto	8.859c	13,2	62,6a	62,6a	35,4c
Mediano	10.065b	13,3	65,9a	65,9a	32,9bc
Bajo	14.046a	13,6	59,4b	59,4b	33,9bc
Sin sombra	14.319a	12,1	59,4b	59,4b	42,6a

Cuadro 7: Algunos parámetros químicos del Lolium perenne con diferentes intensidades de luminosidad y temperaturas

	Materia seca (%)	Proteína Bruta (%)	Carbohidratos solubles (%)
	Temperatura 20-25°C		
Luz alta intensidad	27.8	8.2	21.2
Luz normal	22.1	10.4	18.8
Baja intensidad	15.2	18.3	8.2
	Temperatura 20-25°C		
Luz alta intensidad	23.9	8.8	26.7
Luz normal	19.7	11.9	21.2
Baja intensidad	12.7	20.1	7.9
	Temperatura 20-25°C		
Luz alta intensidad	23.4	11.4	33.2
Luz normal	19.6	13.2	28.4
Baja intensidad	12.6	22.7	9.4

El beneficio del sombreado sobre la calidad de la pastura se destaca por una disminución en el contenido de los polisacáridos de la pared celular y una mejora en los contenidos de PB, con manifiesto incremento de la degradabilidad de los mismos. Esta respuesta es coincidente con lo reportado por Paciullo et al. (2007), quienes encontraron incrementos en la digestibilidad de las plantas con los mayores niveles de sombreado, asociados a disminución en los contenidos de las paredes celulares en las plantas evaluadas, particularmente los compuestos polifenólicos.

García y Couto (1997) encontraron que la sombra puede reducir la proporción del tejido más digerido de la hoja (el mesofilo) y aumentar la del tejido menos digerido (la epidermis). Sin embargo, gramíneas tolerantes a la sombra pueden ser más palatables que aquellas que crecen a pleno sol (Baumer, 1991).

Lacorte et al. (2004), en una experiencia bajo sombra artificial, encontraron al año de establecida un incremento en el contenido de fósforo, expresada en materia seca, en los niveles de sombra evaluados en el ensayo. Para el caso de proteína bruta se observó un incremento, pero éste fue errático respecto a los mismos (Cuadro 8).

Lacorte et al. (2004), utilizando tanto *A. catarinensis* como *Arachis pintoi*, con diferentes niveles de sombra artificial, observaron un incremento en la concentración de los minerales P, Cu y Fe en ambas especies, la concentración de Mg y Mn en la leguminosa y la de K y Zn en la gramínea. Sin embargo, la sombra tuvo un efecto reductor de la concentración de Ca y el Mn de la gramínea.

Pachas (2010) coincidiendo con otros autores, indica que la mayor concentración de nutrientes en las especies forrajeras estaría más relacionada con una mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo y/o mayor absorción debido a la mejora en la disponibilidad hídrica.

Cruz (1997) encontró que la absorción de P y K se incrementa por la sombra, principalmente en épocas con limitaciones en la disponibilidad de agua. También indica que para el caso del fósforo, otra causa para que la sombra incremente la disponibilidad del mismo es la mayor asociación de la planta con microorganismos del suelo, que incrementan la solubilización y la absorción de dicho elemento.

Análisis de suelos determinaron una mayor concentración de fósforo asimilable bajo dosel de *Grevillea robusta* que bajo pino híbrido (*P. elliotii* x *P. caribaea*) y *P. taeda*, si bien la concentración de fósforo total fue muy similar en las tres especies. Por otro lado, hojas de *Toona ciliata* Roem., familia Meliaceae, creciendo bajo dosel de *Grevillea robusta*, presentan mayor tenor de fósforo que las hojas de esta última especie, lo que indicaría que moviliza este elemento pero lo deja disponible para los cultivos acompañantes y para el componente forrajero (Cordel et al. 2008).

Pachas (2010), concluye que el aumento del área foliar específica, la altura de las plantas y el índice de área foliar contribuyeron a garantizar una mayor captación de radiación cuando ésta fue limitante. El aumento del área foliar específica en condiciones de sombra es el factor más importante en la maximización de la ganancia de carbono por unidad

Cuadro 8: Análisis químico de la materia verde forrajera de Axonopus compresus al año de iniciada la experiencia.

Tratamientos	Sombra (%)	Fósforo (g 100/g MS)	Nitrógeno (g 100/g MS)
Con fertilización (260 kg superfosfato de Ca/ha)	0	0,231	10,3
	30	0.54	9.6
	50	0.254	9.3
	65	0.291	12.5
Sin fertilización	0	0.17	9.4
	30	0.174	10.2
	50	0.201	9.2
	65	0.209	12.1

de masa foliar. Estos resultados indican que si bien la biomasa de hojas aumentó un 11%, la biomasa de tallos lo hizo en mayor medida (44%) debido a que las plantas a la sombra generaron mayor tejido de sostén y por lo tanto incrementaron su altura.

Pérego (2002), en la provincia de Corrientes, encontraron que la calidad del forraje bajo la copa fue significativamente superior a la obtenida a cielo abierto (Cuadro 9).

Los niveles proteicos aumentaron un 40,4%, el contenido de Fósforo un 44,4%, el de Potasio un 103,8% y del 33,3% para el contenido de Sodio, con respecto al forraje que crece a cielo abierto. Esto puede atribuirse, principalmente a la menor cantidad de radiación incidente sobre la gramínea, lo que repercute en una menor actividad fotosintética.

En general, las pasturas como el pasto guinea o gaton panic (*Panicum maximun*) con ciclo fotosintético tipo C4, alcanzan su máxima producción con altos niveles de intensidad lumínica (Obispo et al. 2008).

En cuanto a los niveles de PB no se encontraron diferencias significativas entre los niveles de sombra estudiados, aunque se observó una tendencia numérica hacia mayor contenido PB con el incremento en el nivel de sombreado.

Los constituyentes de la pared celular (FDN y FDA) se incrementaron significativamente al disminuir los niveles de sombra. Estos valores oscilaron entre 69,9 a 76,6 y 33,9 a 42,6 para FDN y FDA, respectivamente.

Estas condiciones de ligera mejora en el contenido de PB y disminución de la FDA se reflejan en mejores condiciones para una mejora en la digestibilidad ruminal (Obispo et al. 2008).

Por otro lado, la dinámica de la composición botánica de la vegetación herbácea es bastante alterada bajo condiciones de sombreado. Se debe prestar atención a la infestación de plantas invasoras que aumentan su capacidad de competencia con la pastura en las condiciones de sotobosque, como es el caso de *Clidemia hirta* (L.) en los cultivos de *Hevea brasiliensis* (Veiga y Serrão, 1990).

COMPONENTE ANIMAL

Los objetivos principales de la utilización de bovinos y ovinos (carne, leche y lana) en SSP son:

1. Producir proteína animal (carne o leche) en un SSP.
2. Reducir los costos de eliminación de las plantas invasoras del sotobosque a través del pastoreo de especies palatables o del daño y pisoteo de las no palatables.
3. Reducir el riesgo de incendios al evitar la acumulación de vegetación herbácea fresca o seca.
4. Acelerar el reciclaje de nutrientes de la biomasa a través de la deposición de heces.
5. Proveer ingresos adicionales a través del aumento de la productividad de la tierra.

La reducción de los riesgos de incendio, por efecto del pastoreo, permite mejorar la localización y recolección de algunos frutos, como el coco y la castaña.

El papel de los animales puede ser visto también como un elemento acelerador del proceso de reciclaje de nutrientes en el sistema, puesto que gran parte de la biomasa que consumen retorna al suelo en forma más degradada, como heces y orina.

Hasta un 90% de los nutrientes minerales (incluyendo el nitrógeno) contenidos en el forraje consumido por los animales en pastoreo retorna a la pastura en forma de heces y orina (Mott y Popenoe 1977).

Cuadro 9: Composición química (% MS) del forraje creciendo a cielo abierto y bajo el área de copa, en una situación de monte con un 18% de cobertura arbórea. (Dto. Curuzú Cuatiá – Corrientes). (Promedio de 3 años).

	Proteína bruta	Fósforo	Potasio	Sodio
Cielo abierto	9.4	0.09	0.79	0.06
Area de copa	13.2	0.13	1.61	0.08

Productividad del ganado¹

En un SSP instalado en el sur de Misiones, durante nueve años, se utilizó como componente arbóreo la *Grevillea robusta* y el herbáceo la *Brachiaria (Urochloa) brizantha* cv. Marandú. En este trabajo se utilizaron terneros machos y hembras de raza Brangus y Braford y una carga animal que varió de 0,63 hasta 1,95 cabezas/ha. Las ganancias diarias de peso obtenidas fueron, en promedio, 0,492 kg/cabeza/día durante 6 ciclos y de 0,250 kg/cabeza/día en los tres ciclos restantes.

En este trabajo, las vaquillonas alcanzaron el peso de entore (300 kg PV) entre 18-20 meses de edad y los novillos llegaron a los 450 kg PV/cabeza en 27 meses. Las heladas que se registraron durante el ensayo no provocaron ningún daño visible en el forraje, excepto en los bordes de la parcela y en lugares abiertos dentro de la misma sin la protección del dosel arbóreo (Lacorte et al. 2009).

En el Cuadro 10 se presenta otro trabajo realizado en la provincia de Corrientes donde se evaluó el desempeño productivo de vaquillonas y novillos de raza Brangus con diferentes cargas (0.5, 1.0 y 2.0 cabezas/ha, para carga baja, media y alta, respectivamente) y bajo dosel arbóreo de *Pinus elliottii* sobre un pastizal de *Axonopus compressus*.

Estos resultados muestran que es posible adelantar el servicio de las vaquillonas Braford a los 18 meses de edad, incrementando su vida útil como vientre reproductivo. Mientras que, el engorde de novillos sobre un pastizal similar al anterior, se obtuvo la misma tendencia en cuanto a las ganancias diarias de peso. Con ambos grupos de animales, el tratamiento con carga media (1.0 cab/ha) fue el que mejor comportamiento productivo alcanzó (Goldfarb et al. 2007).

El pastoreo bajo dosel arbóreo contribuye al confort térmico de los animales, ya que previene o reduce el estrés calórico, lo que repercute en la eficiencia de producción (Lacorte et al. 2009). Se registra una menor pérdida de energía para disipar el calor en meses estivales y menor

consumo de energía para elevarla en invierno (Pérego 2002, Lacorte et al. 2003).

Por otro lado, al disminuir el daño de las heladas sobre el componente forrajero, trae como consecuencia la eliminación o reducción de la suplementación invernal de los animales, lo cual es un beneficio financiero de los SSP en comparación con el ganado a cielo abierto (Lacorte y Esquivel 2009).

La modificación del ambiente genera, además, un aumento en la receptividad de las pasturas por lo que es posible incrementar la carga animal (Lacorte et al. 2003). En efecto, en el SSP descrito anteriormente (*Grevillea* y *Brachiaria* –*Urochloa*–) se logró hasta tres veces la carga animal de un pastizal en el mismo tipo de suelo, comparado con el desempeño animal fuera del dosel (Lacorte et al. 2009).

A.- Beneficios microclimáticos sobre el comportamiento animal

Existen, asimismo, otras ventajas proporcionadas por el uso de árboles como componente de ecosistemas pecuarios. Como se mencionara oportunamente, las mejoras en el microclima bajo el monte beneficia tanto a las plantas como a los animales. Los árboles impiden la reducción drástica de la humedad del suelo bajo la influencia de sus copas, al reducir la excesiva evaporación causada por los rayos solares. Por otro lado, los animales se benefician de la sombra proporcionada por los árboles, que reduce la insolación y la temperatura ambiente, con reflejos positivos en el desempeño productivo y reproductivo del rodeo. Además, los árboles pueden funcionar como rompevientos y proporcionar forraje para los animales.

En invierno la escasa foliación de las especies arbóreas genera una mayor luminosidad, favoreciendo el desarrollo de un gran número de especies herbáceas acompañantes de crecimiento invernal.

En los trópicos, la reducción de la insolación y de la temperatura ambiente proporcionada por la sombra de los árboles son los beneficios microcli-

¹⁾ Adaptado del *Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales* (2015) Autores: Florencia Montagnini, Eduardo Somarriba, Enrique Murgueitio, Hugo Fassola, Beatriz Eibl. Capítulo 5. *Los Sistemas Silvopastoriles en las provincias de Misiones y Corrientes, Argentina*. Luis Colcombetti, Jorge I. Esquivel, Hugo E. Fassola, María Cristina Goldfarb, Santiago M. Lacorte, Nahuel Pachas, Belén Rossner, Rosa A. Winck

Cuadro 10: Recría de vaquillonas y engorde de novillos Braford en SSP basados en Pinus elliottii y pastizal con predominio de Axonopus compressus, en el norte de Corrientes.

Tratamientos	T ₀ Baja carga (0.5 cab/ha)	T ₁ Carga media (1.0 cab/ha)	T ₂ Alta carga (2.0 cab/ha)
Sistema Engorde Novillos Brangus			
Peso inicial (medio) 05marzo (kg)	350	325	309
Peso final (medio) 06 diciembre (kg)	475	498	457
Peso final – Peso inicial (kg/cab) 630 días	125	173	148
GDP (kg/cab/día)	0.198	0.275	0.235
Sistema Recría Vaquillonas Brangus			
Peso inicial (medio) 05 mayo (kg)	191	186	197
Peso final (medio) 06 marzo (kg)	271	287	283
Peso final – Peso inicial (kg/cab) 315 días	80	101	86
GDP (kg/cab/día)	0.225	0.320	0.273
Condición corporal (escala 1 a 9)	3.5	5	4
Desarrollo genital (1 a 4)	2	3	3



Foto 1: Sistema Silvopastoril en Corrientes. Fotografía: Quiroz, Golsfard y Lacorte. INTA (Argentina)

máticos más importantes para los animales. Tajuddin (1986) reportó que la temperatura en el sotobosque bajo árboles de Hevea sp. en Malasia, pastoreado por carneros, era de 1 a 5 °C menor que a pleno sol.

Montoya (1980) encontró que el arbolado eleva de 2° a 7°C las temperaturas mínimas que afectan el sotobosque, reduciéndose los efectos perjudiciales de las bajas temperaturas invernales sobre la vegetación.

Por otro lado, Pérego (2002) encontró bajo monte, durante los meses del verano, 7° C menor

temperatura que a pleno sol. Mientras que en invierno las mismas fueron más elevadas que en el exterior de los árboles. Esto se explica porque la transpiración del árbol durante el verano reduce las temperaturas máximas en su entorno y mejora el balance hídrico final del suelo, reduciendo la evapotranspiración.

Además, se genera una menor temperatura del suelo y una mayor humedad relativa del aire, creando una mejora en el bienestar del animal en pastoreo. Es por ello que las áreas arboladas son más húmedas que las desprovistas de árboles. Asimismo, en los sectores sin árboles

el suelo pierde agua con mayor rapidez por una mayor tasa de evapotranspiración.

Según Baumer (1991), cuando los animales se encuentran protegidos del calor, pastorean por períodos más largos, requieren menos agua para beber (20%), y presentan mejor eficiencia de conversión de forraje, mayor crecimiento y producción de lana y de leche, pubertad más precoz, mayor tasa de concepción, mayor regularidad del período fértil y mayor vida reproductiva. En Florida (EEUU), Buffington y Collier (1983) constataron un aumento de un 10% en la producción de leche en el verano y una mejora de la tasa de concepción en Vacas Holstein que tuvieron acceso a la sombra.

En Australia, la permanencia de ovejas durante tres años en pastos sombreados con Pinus (*Tamarix aniculata*, en un espaciamiento de 10 x 10 m) produjo entre 10 a 16% más lana que en pastos no sombreados (Roberts, 1984).

En el animal, los factores climáticos extremos (alta temperatura y humedad ambiente) afectan directamente el sistema termo-regulatorio, el consumo y utilización del agua y de los alimentos, crecimiento, producción de leche y desempeño reproductivo (Baumer, 1991).

De hecho, en las pasturas con poca o ninguna presencia de árboles en las regiones más cálidas los bovinos, principalmente los de origen europeo y sus mestizos, se ven muy afectados en las horas más calientes, reduciendo su tiempo de pastoreo durante el día (a menos del 40% del total de tiempo afectado al consumo voluntario) y con él su productividad (Fernandez Mayer et al. 1998).

De este modo, los árboles al proporcionar sombra, barrera contra los vientos y abrigo, disminuyen el estrés climático, mejorando la producción animal.

B.- Efectos de los animales sobre los árboles

La introducción del ganado en los SSP interfiere con los árboles en diferentes formas, de acuerdo al tipo y edad del animal, características del árbol y a la intensidad del pastoreo.

En muchos casos, los animales pueden

comer parte del follaje de los propios árboles, especialmente en los primeros años de su implantación, como del Cocotero (*Coccus nucifera*), Palma africana (*Elaeis spp.*) y Castaña (*Bertolletia excelsa*) o dañar los troncos (*Pinus*), quebrar ramas y fustes, como ocurre con el Maraño (*Anacardium occidentale*). Incluso, el consumo de brotes terminales puede provocar deformaciones de fustes, comprometiendo la calidad de la madera producida, en el caso de cultivos de especies forestales.

Los perjuicios causados por los bovinos pueden ser más serios que el provocado por los ovinos, aunque ello depende de la interacción de muchos factores (manejo, razas, actividad productiva –carne o leche-, tamaño corporal, etc.).

Asimismo, los bovinos pueden alcanzar ramas a una mayor altura y provocar el rompimiento de ramas y tallos por pisoteo o simplemente al rozar los árboles para rascarse. Por este motivo, el inicio del pastoreo sólo es recomendable cuando los árboles alcancen una altura en que el follaje quede fuera del alcance de los animales. En el caso de follaje de baja palatabilidad (como el del Pinus), el pastoreo puede ser anticipado desde que el diámetro del tallo no sea limitante (diámetro de la altura del pecho –DAP- > 15 cm).

La experiencia ha mostrado que con árboles como la Hevea sp., *Schyzolobium amazonicum* y Eucalipto (*Eucalyptus sp.*), el ingreso de bovinos debe ser después de 3 a 4 años de haberse trasplantado los árboles (Pedreira et al. 2013).

C.- Tipo de animal

El animal a ser usado en SSP no debe perjudicar el crecimiento, productividad y manejo del cultivo perenne asociado. Por ello, los ovinos y bovinos más jóvenes, por su porte y hábito de alimentación, son especialmente apropiados.

Se debe evitar el pastoreo con vacas con cría o que estén tomando servicio dentro de la plantación. Se pueden utilizar animales (machos o hembras) en la etapa de recría o engorde con un control estricto de la carga animal (Pérego 2002).

Por su docilidad, los bovinos lecheros pueden ser recomendables y, entre los de engorde, debe

darse preferencia a las tropas con manejos más intensivos que incrementa su mansedumbre. Se ha observado que cabras pueden causar daños a los troncos de los árboles, específicamente a la cáscara (Pérego 2002). Sin embargo este comportamiento está asociado al manejo, al estado nutricional y la mansedumbre.

Los búfalos y bovinos para carne criados en forma extensiva tienen un comportamiento menos dócil que aquellos manejados bajo un sistema más intensivo, con cercas eléctricas y contacto con el ser humano (Fernández Mayer y Tomaso 2003). Sin embargo, en sistemas muy intensivos con una excesiva carga animal se pueden provocar roturas de ramas y/o árboles.

En general la mayoría de estos daños se producen al inicio del pastoreo, cuando el animal comienza a pastorear dentro de la forestación. La zona más afectada, por **pisoteo y roturas**, se produce en aquellos lugares usados por los animales para el descanso o "dormidero".

Otra forma de seleccionar el animal para SSP podría ser por el potencial de respuesta a las condiciones microclimáticas favorables. Según Daly (1984), los animales jóvenes (terneros) son más susceptibles al calor que los más viejos. Además, las vacas gestantes y lactantes se estresan más por el clima que vacas vacías (secas) y novillos.

D.- El manejo del pastoreo

Las restricciones impuestas por las peculiaridades de las diferentes especies arbóreas hacen aún más difícil el manejo de la pastura.

Los cuidados con el manejo del pastoreo abarcan, principalmente, la carga animal y al sistema de pastoreo. Bajas cargas son más seguras contra los daños a los árboles, principalmente con suelos arcillosos.

Sin embargo, Toledo y Torres (1990) especulan que cuanto más alta sea la carga animal y, por ende, mayor será el consumo de las plantas herbáceas, se beneficiarán los árboles por agua y nutrientes del suelo. Estos autores encontraron una mayor productividad de la Palma africana con alta carga animal.

Bajo Cocoteros en Samoa del Oeste, Reynolds (1981) sometió a pasturas mejoradas y no me-

joradas a una carga animal de 2.5 novillos/ha. La producción animal fue más que el doble en las pasturas mejoradas, sin gran variación en la producción de cocos. La capacidad de carga de una determinada pastura de sotobosque va depender del "stock" y estadio de crecimiento del componente arbóreo (Knowles, 1991). Cameron et al. (1994) observaron que la producción de forraje bajó, significativamente, cuando la densidad era mayor que 1000 árboles/ha.

El sistema de pastoreo continuo (sin cercas eléctricas ni rotación), aunque reduzca el movimiento de entrada y salida de animales en el área, es generalmente más dañino a la persistencia de la pastura que el sistema rotativo, especialmente cuando se maneja una carga adecuada, en función de la producción y calidad del forraje (Fernández Mayer 2006).

Para facilitar el manejo, tanto del componente pastura como de los animales, es necesaria tener en algún otro potrero una pastura (monocultivo) sin árboles, como reserva de forraje, para servir de amortiguamiento o área de escape.

E.- Efectos sobre el suelo

Las condiciones edáficas se ven alteradas como consecuencia de la presencia física y biológica del árbol.

En general y dependiendo del tipo de árbol, la tendencia es que haya un aumento de los nutrientes debajo del área de copa, debido al gran reciclado de los mismos que realizan las raíces del árbol desde las profundidades y dejarlos a disposición, mediante los restos vegetales, a la vegetación herbácea acompañante.

Varios trabajos han encontrado niveles más elevados de materia orgánica, nitrógeno total y disponible y potasio disponible bajo el área de la copa. Mientras que la relación carbono/nitrógeno fue inferior bajo los árboles. Todos estos efectos son consecuencia del reciclado de nutrientes (Pérego 2002).

También se ha encontrado un aumento de la permeabilidad del suelo en los primeros niveles (0 a 6 cm de profundidad) y a medida que nos acercamos a la base del tronco del árbol. En el mismo sentido hay un aumento importante de la capacidad de retención de la humedad, principalmente por

aumento de la materia orgánica y de las fracciones finas. Además, la densidad aparente y real disminuye bajo los árboles a consecuencia del aumento del porcentaje de materia orgánica y mayor densidad de raíces. (Alonso y Puerto, 1979).

Algunos estudios muestran que el ganado puede afectar las características físicas y químicas del suelo. Esta acción se da principalmente a través del pisoteo y del reciclaje de nutrientes.

Sin embargo, en un trabajo donde se evaluó la interacciones entre los diferentes componentes de un SSP se determinó que el crecimiento del componente arbóreo (*Grevillea*) no

presentó diferencias significativas en producción, desarrollo ni perennidad bajo clausura sin animales o en un pastoreo controlado, siendo levemente superior en este último tratamiento (Lacorte et al. 2003). En el mismo trabajo se establece que tampoco hubo diferencias significativas en la densidad aparente del suelo con cuatro años de pastoreo vs clausura sin animales.

Varios trabajos indican que el mayor efecto sobre el suelo está vinculado con los cambios en la relación suelo-agua-aire y en la proporción de K en relación al Ca y Mg, principalmente en las condiciones más intensivas de manejo (Sadeghian et al. 1999).



Foto 2: Sistema Silvopastoril de *Leucaena leucocephala* con *Panicum maximum* var. Likoni (Cuba).
Fotografía: Fernández Mayer

CAPÍTULO III

SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA AMAZONIA ORIENTAL ASOCIADOS CON GANADERIA (BRASIL)

Jonas Bastos da Veiga^a, Débora Feio da Veiga¹
¹) *investigador de la Embrapa* Amazônia Oriental*

En el trópico húmedo la ganancia inicial en la fertilidad del suelo, producto de la tala y quema del bosque o de la vegetación secundaria, es rápidamente perdida si la vegetación original no es sustituida enseguida por sistemas de uso de la tierra capaces de proteger el suelo y reciclar nutrientes. Los impactos ambientales y socioeconómicos provocados por la sustitución de bosques tropicales por pasturas de gramináceas han sido objeto de constante preocupación por parte de la comunidad científica (Uhl et al. 1988).

Después del proceso de tala y quema del bosque y sotobosques nativo, muchos productores acostumbran ocupar el área abierta con pasturas como la *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (Veiga et al. 1996). El principal problema de las pasturas es su rápida degradación, afectando la fertilidad del suelo y la presión biótica (plagas, enfermedades y plantas invasoras), siendo estos efectos más graves cuando los pastoreos son descontrolados.

El factor de manejo más relevante para la persistencia de las pasturas es la presión de pastoreo. Muchas veces los productores se ven impresionados con las elevadas producciones forrajeras (kg MS/ha) de los primeros años, y ello provoca que no se hagan adecuados descansos de los pastos o se utilicen cargas animales muy superiores a la capacidad de soporte de las pasturas, reduciéndose su vida útil.

Como consecuencia de la menor producción de las pasturas avanzan las malezas con

todos los perjuicios que eso provoca. Sin embargo, al contrario de lo que ocurre en ecosistemas menos húmedos, en la región amazónica la erosión no es un resultado natural de la degradación de las pasturas, puesto que la nueva vegetación que se instala tiende a proteger el suelo.

Los conocimientos y las tecnologías generadas por la investigación permiten la recuperación de pasturas a través de la restitución parcial de la productividad del suelo, por medio de la preparación mecánica del suelo y la aplicación de fertilizantes (Veiga, 1995). Por ello, es necesario promover sistemas pecuarios que consideren las peculiaridades ecológicas y socioeconómicas regionales, buscando que la actividad ganadera sea más productiva y sustentable y, además, menos dañina al ambiente.

Clasificación¹

En cuanto a la duración de la integración de los componentes y al origen de las especies arbóreas, los SSP de la región amazónica oriental se pueden clasificar en:

A.- Por la duración

A.1.- *Sistemas silvopastoriles temporales*

Los SSP son temporales cuando la asociación árbol-pastura-animal ocurre hasta un cierto estadio del desarrollo del cultivo arbóreo, como en aquellos sistemas cuyos componentes son *Pinus* y ár-

¹) *Pedreira, C.B, Behling, M., Wruck, F.J. y Barbosa, D.A. 2013. Integración Cultivos-Ganadería-Bosque: experiencias en Mato Grosso, Brasil. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96358/1/cpamt-pedreira-cea-2013.pdf>*

boles de Hule, Palma africana y Cocotero.

En este caso, el estrato herbáceo del sotobosque, formado por gramíneas, leguminosas u otra vegetación espontánea rastrera, es utilizado por el ganado hasta cuando la competencia por la luz, impuesta por los árboles, lo permita.

Esta reducción de la biomasa del sotobosque por los animales representa una importante disminución de los costos generados por la limpieza de las plantaciones arbóreas. En esta categoría de SSP, el componente pastura/animal es manejado cuidadosamente para no perjudicar el cultivo arbóreo, considerado de principal interés comercial.

A.2.- Sistemas silvopastoriles permanentes

Los SSP son permanentes cuando la integración de los tres componentes básicos del sistema (árbol, pastura y animal) es planificada para funcionar a lo largo de toda la vida del mismo. Son arreglos hechos en espaciamiento o densidades intencionales, donde la posibilidad de supresión de un componente por otro es muy reducida.

Estos SSP, cuando son adecuadamente delineados, permiten, en la fase inicial, la utilización del área destinada a la pastura con cultivos temporales (de cosecha de granos u oleaginosas), hasta que los árboles alcancen una altura que permita la entrada de los animales en el sistema.

B.-Por la naturaleza del componente arbóreo **B.1.-Sistemas silvopastoriles con componente arbóreo no sembrado**

En esta categoría se incluyen los SSP cuyo componente arbóreo era parte o se regeneró de la vegetación natural, no habiendo sido sembrado. Son ejemplos la asociación de los "babaçuzais", vegetación formada por la palmera nativa (*Orbignia* spp.) con gramíneas naturalizadas; de los "bacurizais", vegetación formada por el árbol frutal nativo (*Platonia insignis* Mart.) con pasturas nativas y *Bertolletia excelsa*, o remanentes del bosque original con las especies de pastos cultivados de la región.

En estos casos, al contrario de una distribución regular, el componente arbóreo se observa disperso erráticamente, sin ordenamiento.

B.2.- Sistemas silvopastoriles con componente arbóreo plantado o sembrado

En estos sistemas, el componente arbóreo es sembrado (plantado) por el productor y constituye la mayoría de los SSP instalados en Brasil. Se pueden citar, como ejemplo, los sistemas que incluyen el árbol del Hule y el Cocotero.

Existe también la posibilidad de instalar un SSP a partir de la siembra o plantación de los árboles en una pastura ya establecida y en uso. En este caso, se hace necesario contar con cercas de protección, para evitar daños provocados por los animales y evitar la competencia de la pastura. Para reducir o eliminar estas exigencias, Riesco y Ara (1994) sugieren que se trasplanten al campo plantas del mayor porte posible.

Otros arreglos de SSP, que priorizan el servicio o la producción individual del componente arbóreo en detrimento de la interacción biológica, pueden ser formados mediante la siembra o plantaciones en los límites de las pasturas ya establecidas o en proceso de establecimiento, de cercas vivas y franjas o parcelas forestales de alta densidad.

C.- Por diferentes arreglos de los sistemas silvopastoriles

Los SSP pueden también ser clasificados de acuerdo con el tipo de arreglo y finalidad. Entre ellos se encuentran:

C.1.- Árboles dispersos o aislados en la pastura

Esta modalidad de arborización de las especies leñosas es aleatoria, no obedeciendo, necesariamente a un patrón de espaciamiento pre-definido. Se originan de la regeneración natural de especies leñosas en el interior de las pasturas o de plantaciones hechas por el productor en espaciamientos por encima de 20 m x 20 m.

El objetivo principal es proporcionar protección para los animales, como sombra, rompe viento, evitar el estrés térmico (frío, calor), buscando mejorar la producción de carne, leche y la calidad de la pastura.

C.2.- Establecimiento de árboles con espaciamientos regulares

Consiste en plantar árboles en la pastura

en espaciamientos anchos (10 m x 10 m; 10 m x 12 m; 12 m x 14 m, etc.) y realizar un manejo adecuado de los árboles y animales (podas periódicas, uso estratégico de concentrados, etc.).

El objetivo principal es la producción de madera para aserradero de buena calidad, pastura mejorada para el pastoreo de bovinos u ovinos (carne o leche), o la producción de heno.

C.3.- Isletas de bosque en la pastura (grupos homogéneos o mixtos)

Esta modalidad de arborización de la pastura consiste en la formación de bosques distribuidos en la pastura, los cuales sirven como refugio para los animales.

Los árboles deben ser plantados dentro del bosque y son plantados en espaciamientos de 3 m x 2 m, 3 m x 3 m, 4 m x 4 m, o hasta mayores.

El principal objetivo es proporcionar protección a los animales contra los extremos climáticos (frío, calor), protección del suelo, diversificación de la producción animal y de los productos maderables y no maderables, dependiendo de la especie arbórea a ser utilizada.

El establecimiento de estas isletas de bosques favorece el desarrollo de un sub-bosque rico en especies arbustivas, muchas de las cuales son consumidas por los animales. Además, se puede obtener madera para leña, aserradero o la construcción civil, a través de raleos o cortes selectivos, generando renta adicional sin afectar la función de protección y proporcionar beneficios a los animales.

C.4.- Árboles en filas en la pastura (franjas de árboles)

Esta modalidad de arborización consiste en la formación de franjas de especies arbóreas, plantadas en líneas simples o múltiples a lo largo de la pastura, con preferencia en curvas de nivel en terrenos con mucha pendiente.

Antes de definir el espaciamiento y número de líneas de árboles en la franja, se debe determinar para que se utilizará el componente forestal (producción de leña y/o carbón o madera

para aserradero o laminación).

Este diseño consiste en plantar las franjas de árboles bien distanciadas unas de otras (>25 m) y un espaciamiento entre línea de 3 a 6 m. En función de su desarrollo y del objetivo de la producción se deben podar las ramas de los árboles.

Entre los objetivos de esta modalidad está la producción de pastura de buena calidad para el pastoreo o para la producción de heno; de madera para leña o el aserradero; producción de beneficios ambientales como sombra para los animales, control de la erosión, protección contra vientos fuertes y de extremos climáticos de frío y calor.

C.5.- Plantaciones forestales y/o frutales con cría de animales

Consiste en la asociación de la actividad ganadera con especies arbóreas como forma de minimizar el costo del mantenimiento de las poblaciones forestales y disminuir el riesgo de incendios.

Este sistema es bastante difundido, presentando gran potencial en la producción de madera para celulosa/leña/aserradero o frutas, por maximizar la producción forestal por unidad de superficie, con una alta densidad de plantas por hectárea.

En cuanto a qué especie frutal utilizar dependerá del destino final de los frutos. Árboles fructíferos como mangos y bananas no son recomendados para la asociación o consorcio.

C.6.- Cerca viva

La siembra de especies leñosas perennes con miras a delimitar la propiedad o dividir pasturas constituye una alternativa prometedora para disminuir los gastos de alambrado, aunque ello, dependerá de la superficie de las parcelas o campo.

Además de la contención de los animales, la cerca viva proporciona alimento para el ganado, por medio de las hojas y frutas, madera para diversas aplicaciones y sombra para los animales.

C.7.- Banco forrajero

Consiste en implantar leguminosas fores-

tales (arbustos o árboles) en bloques con una alta densidad (5.000 a 40.000 árboles/ha).

Las especies utilizadas deben ser de reconocido valor forrajero, especialmente ricos en proteína (bancos proteicos) y con alta producción de biomasa (*Tithonia diversifolia*, *Leucaena leucocephala*, etc.).

Esta modalidad a través de podas frecuentes (de uno a cuatro por año) proporciona forraje en forma de heno o para el pastoreo directo.

El objetivo principal es proveer forraje de alto valor proteico que permita balancear la dieta. Se puede hacer un pastoreo directo o mecánico, utilizando en este último caso máquinas que corten el follaje. También se puede hacer heno o ensilado para la época seca. Este tema será profundizado más adelante.

C.8.- Contra-viento o hilera de árboles

Estas son hileras de árboles plantadas en el sentido contrario a la dirección de los vientos predominantes, buscando disminuir la velocidad o modificar su trayectoria. Además, se utilizan para delimitar propiedades y mejorar aspectos paisajísticos.

Cuando son bien planificados, los contra-vientos protegen un campo con una extensión hasta diez veces la altura del árbol más grande utilizado. De esta manera, si los árboles tienen una altura media de 10 m de altura los efectos alcanzan una distancia de hasta 100 m.

Selección del componente forestal¹

Se debe definir el destino final del componente forestal, si será para producción de carbón, celulosa, postes, estacas, madera serrada o productos no madereros (goma, resina, tanino, aceites esenciales, semillas, frutos, etc.).

Para hacer una adecuada selección de la especie forestal a implantar se debe considerar:

- La adaptación de la especie seleccionada a la región, principalmente con relación a tolerancia a la

sequía, la helada (región sur) o al encharcamiento del suelo. En el Cuadro 11, se indican algunos ejemplos de especies, separadas en regiones de clima caliente, (sin la ocurrencia de heladas) y clima frío (con la ocurrencia de heladas).

La arquitectura de la copa de los árboles debe ser favorable al sistema (tronco alto y copa poco densa), permitiendo una mayor transmisión de luz al sub-bosque.

- De crecimiento rápido de este modo se reduce el tiempo para el establecimiento del SSP. En este caso, cuanto mayor fuera la tasa de crecimiento, más temprano se puede introducir los animales en el sistema.

- Capacidad para enriquecer el ecosistema con nitrógeno (leguminosas arbóreas) y otros nutrientes.
- Ausencia de efectos tóxicos para los animales y de efectos alelopáticos sobre las forrajeras.

- Que no tengan raíces superficiales para evitar perjuicios al ganado cuando descansen bajo la copa del árbol.

- Se pueden emplear árboles que puedan ser consumidos por el ganado (frutas, hojas forrajeras, etc.). En este caso se prefiere que sus hojas sean perennes.

- Que no sean plantas invasoras.

- No producir frutas grandes (más de 5 cm de diámetro), que podrían causar una obstrucción en el esófago de los animales.

- Proporcionar productos de mayor valor agregado (madera para aserradero), de preferencia especies que produzcan múltiples productos (leña, carbón y/o troncos o trozos para el aserradero).

En el Brasil, uno de los árboles más utilizados en los SSP es el *Eucalyptus* sp., por la diversidad de los materiales genéticos, buena adaptación a las diferentes condiciones ambientales, elevada tasa de crecimiento y ciclo de corta duración (cuando es manejado adecuadamente), capacidad de rebrote y posibilidad de ser manejado para múltiples productos.

¹⁾ Adaptado de Pedreira, C.B., Behling, M., Wruck, F.J. y Barbosa, D.A. 2013. Integración Cultivos-Ganadería-Bosque: experiencias en Mato Grosso, Brasil. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96358/1/cpamt-pedreira-cea-2013.pdf>

Cuadro 11: Especies arbóreas indicadas para regiones de clima caliente (sin ocurrencia de heladas) o clima frío (con ocurrencia de heladas)

Nombre común	Nombre científico	Clima
Acacia	Acacia mangium	Caliente
Acacia negra	Acacia mearnsii	Frío
Acacia negra	Acacia mellanoxylon	Frío
Albizia	Albizia sp.	Caliente
Angico blanco	Anadenanthera macrocarpa	Frío
Angico-rojo	Anadenanthera peregrina	Caliente
Pino brasil	Araucaria angustifolia	Frío
Nim	Azadirachta indica	Caliente
Sebipera	Caesalpineia peltophorioides	Caliente
Casuarina	Casuarina cunninghamiana	Frío
Cratylia	Cratylia argentea	Caliente
Shihuahuaco/Cumarú	Dipteryx alata	Caliente
Eucalipto	Eucalyptus sp.	Caliente /Frío
Varios (mata ratón)	Gliricidia sepium	Caliente
Grevillea	Grevillea robusta	Caliente
Árbol de las pasas	Hovenia dulcis	Frío
Ingá	Inga sessilis	Caliente
Caoba africana	Khaya ivorensis	Caliente
Leucaena	Leucaena leucocephala	Caliente
varios	Mimosa artemisiana	Caliente
Bracatinga	Mimosa scabrella	Frío
Morera	Morus alba	Caliente
Balsa	Ochroma pyramidale	Caliente
Anchicho	Parapiptadenia rigida	Caliente
Yvyrá-pytá	Peltophorum dubium	Caliente
Pinos	Pinus sp.	Caliente /Frío
Paricá	Schyzolobium amazonicum	Caliente
Teca	Tectona grandis	Caliente
Cedro-australiano	Toona ciliata	Caliente

CAPÍTULO IV

SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL CENTRO SUR DE LA PROVINCIA DE CORRIENTES (ARGENTINA)

Juan Luis Pérego¹

La región noreste de la Argentina (NEA) comprende un área de 33,8 millones de ha, con una gran diversidad de suelos, regímenes pluviométricos y vegetación, pero con un componente común, la presencia del árbol.

El mismo se halla en densas comunidades en la Selva Misionera, el bosque xerófito en el Parque Chaqueño, en comunidades de palmares en los suelos arenosos de la provincia de Corrientes y Entre Ríos y en sabanas abiertas en la comunidad fitogeográfica del Espinal, en el sur de la provincia de Corrientes y en Entre Ríos. A ello hay que agregar, principalmente en las provincias de Corrientes y Misiones, extensas áreas forestadas con especies exóticas.

La ganadería es una de las principales actividades económicas del área y la misma es realizada conjuntamente con el monte natural y, más recientemente, como actividad complementaria en los montes implantados. Si bien esta asociación se lleva a cabo desde los primeros tiempos de la introducción de la ganadería, son pocos los trabajos a nivel regional en donde se estudia la asociación del ganado, la pastura y el árbol en forma conjunta.

Numerosos trabajos a nivel mundial muestran los beneficios de la producción animal en estos sistemas. En Argentina la mayoría de los trabajos se han conducidos en áreas semiáridas y en regiones de monte denso (Chaco y Misiones) y muy pocos en Corrientes, a pesar que la presencia de árboles, naturales o implantados, es un componente común en

las tierras de pastoreo de la provincia.

El monte natural, en Corrientes, se halla presente en cerca de un 17,3 % de la superficie (Carnovali, 1994), destinándolo principalmente para leña y, en menor medida, a la producción de postes para alambrado. En la región centro-sur de la provincia, fitogeográficamente denominada "Del Espinal" (Cabrera, A.L., 1976), el monte natural es un componente común en la fisonomía de la misma.

Mientras que el monte implantado, principalmente con especies de Pinos y Eucaliptos, se utilizan poco en producción animal. Por un lado, por desconocimiento de los beneficios que brindan los sistemas silvopastoriles (el pastoreo evitaría en gran medida la acumulación de material herbáceo en las plantaciones y se minimizaría el riesgo de incendios), y por otro, las densidades de plantación empleadas impiden el crecimiento y desarrollo de cultivos acompañantes (plantas herbáceas para pastoreo).

Características del monte natural (nativo)

El monte natural del centro-sur de Corrientes, está constituido principalmente por especies de la familia de las leguminosas, siendo el género más importante **Prosopis**, con las especies **Prosopis affinis** (Ñandubay), **P. alba** (Algarrobo blanco) y **P. nigra** (Algarrobo negro) y **Acacia caven** (Santa Fe o Aromito), todas ellas, fijadoras de N atmosférico y, además, al ser su

¹⁾ Técnico en Forrajeras del Cono Sur - Zona Campos, publicado en: "Reunión del grupo técnico en forrajeras del cono sur zona campos, XIX-2002 Mercedes, Corrientes. Memorias. INTA EEA Mercedes * EEA INTA Mercedes, Corrientes

folllaje caduco restituye los componentes órganominerales, especialmente del N, a las especies herbáceas acompañantes.

También colaboran en la alimentación de las especies animales en pastoreo, ofreciendo forraje (por medio del ramoneo) y por el consumo directo de los frutos (vainas) en la época de fructificación, principalmente, en las especies de **Prosopis sp.**

En un trabajo realizado por el autor se hicieron cada 28 días análisis bioquímicos del material que cayó en el área de copa (hojas y vainas) y se encontró que el mismo tuvo un alto porcentaje de proteínas (14.6% PB), debido principalmente al aporte de las hojas. Lo mismo ocurrió con los porcentajes de fósforo –P– (0.12%) y potasio –K– (0.38%). En cuanto al porcentaje de sodio –Na– (0.07%) fue muy bajo.

Si se convierte la proteína en nitrógeno, se observa que el aporte que realiza cada árbol por intermedio de las hojas, ramas, frutos, etc., repre-

senta la cantidad de 33 g de nitrógeno mensuales.

Dicha cantidad se vuelve importante cuando se considera el número de árboles que puede haber por hectárea. Los aportes de nutrientes están relacionados al tamaño del árbol, para estas mediciones se tomaron ejemplares de **Prosopis affinis** con un área de copa de 36 m² y un diámetro del fuste (DAP) de 28,6 cm.

En los ensayos realizados, entre 1999 al 2002, en la Estación Experimental de Mercedes (EEA)–Corrientes-, se midió la producción de MS/ha de las especies forrajeras que crecieron debajo del área de la copa en un monte natural y a cielo abierto. Se obtuvo un 40 % mayor de producción de MS las que crecieron debajo de la copa respecto a pleno sol (Cuadro 12).

En este trabajo se observa que el crecimiento mensual, promedio, debajo del área de copa fue superior (+44.5%) a cielo abierto en todos los meses del año. Hay meses como en mayo,

Cuadro 12:

Producción mensual (kg MS/ha) de las forrajeras debajo del área de la copa y a cielo abierto (1999 a 2002).

Mes	Cielo abierto	Area de copa
Enero	211.4	377.5
Febrero	475.8	668.3
Marzo	344.8	445.5
Abril	238.0	402.1
Mayo	144.9	344.2
Junio	146.5	205.5
Julio	134.9	210.0
Agosto	415.5	436.6
Septiembre	315.3	374.8
Octubre	396.9	749.6
Noviembre	318.2	417.4
Diciembre	294.8	330.4

octubre y enero superan el 70% y otros, como agosto y septiembre, no supera el 20%.

En el Cuadro 13 se presenta el crecimiento, promedio, de las herbáceas nativas acompañantes en dos épocas, estival y otoño-invernal.

En este cuadro se observa que el crecimiento bajo el área de copa, en la época estival, fue un 46,4% superior que a cielo abierto. Mientras que en otoño-invierno la diferencia fue un poco menor (41,5%). Esta mayor producción de forraje debajo del área de copa se manifiesta, tam-

bién, cuando ocurren sequías estivales, muy frecuentes entre noviembre y enero.

En estudios realizados en áreas arboladas, sometidas a fuertes raleos o a la supresión total de los mismos, se observó que se provoca un efecto depresivo sobre la producción herbácea, con reemplazo de las especies más productivas y de mejor calidad por otras de menor pro-

ducción y calidad.

También se observó que altas densidades de árboles uniformizan o suprimen la vegetación acompañante y densidades muy bajas favorecen la aparición de una vegetación exclusivamente nitrófila. Esto último es debido porque el ganado se concentra en los pocos ejemplares para el descanso y bosteo (Ovalle y Squella, 1996).

Cuadro 13: Producción de forraje (kg MS/ha) debajo del área de copa y a cielo abierto en los meses estivales (octubre a marzo) y en otoño-invierno (abril a septiembre). (Promedios de 3 años).

Mes	Cielo abierto	Area de copa
Estival	340.3	498.1
Otoño-invernal	232.5	328.9

CAPÍTULO V

SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA PATAGONIA CHILENA¹

Para un adecuado desarrollo y éxito de un sistema silvopastoral se requiere planificar adecuadamente su instalación y el diseño más apropiado para el sitio o terreno donde se establecerá el mismo.

Planificación

Cada sitio o terreno en un predio tiene una aptitud productiva propia, que permite definir su adecuado uso productivo. Estos usos son agrícolas, ganaderos, forestales o de protección, de acuerdo a las características físicas y químicas de los suelos y a las condiciones climáticas del lugar.

Se debe considerar la topografía y la exposición del terreno, la fertilidad, profundidad y pH de los suelos, y parámetros del clima, como precipitación, temperaturas máximas y mínimas, viento, heladas y humedad ambiental, principalmente.

De acuerdo a las características del terreno, se debe definir la mejor potencialidad productiva de éste, considerando además los aspectos de protección y conservación de los recursos naturales, como suelo, agua y vida silvestre.

Generalmente, en la planificación de los usos productivos que se le da al suelo, se suele simplificar y optar por un solo uso, ya sea agrícola (trigo, pradera, otro), ganadero (vacunos, ovejas, otro) o forestal (plantación de árboles con fines madereros u otro). Esta decisión, aunque es la más simple para su manejo, puede no ser la mejor desde el punto de vista de una producción integral y sustentable en el tiempo.

El usar continuamente un tipo de cultivo

agrícola o pradera, especialmente en zonas de laderas, con pendientes medias a severas, o suelos de aptitud preferentemente forestal, tiende a agotar los nutrientes del suelo, a alterar su estructura, a propiciar la erosión de estos y, en el largo plazo, a disminuir la productividad del suelo.

En la planificación del Manejo Silvopastoril, se debe seleccionar previamente las especies de árboles, animales y pastos que utilizará durante el periodo de manejo integral, lo cual obliga a conocer las opciones productivas posibles de su predio y el mercado para los productos que está planificando obtener.

1.- Qué tipo de árbol o arbusto usar

Dependerá del objetivo que se espera obtener del árbol o arbusto, como madera para uso industrial y venta, trozos aserrables, postes, polines; madera para su uso domestico, como leña, postes, polines, madera para construcciones en el predio; forraje y protección para sus animales; protección para la pradera, suelo y agua; frutos y hongos; o, un uso combinado de estos, lo cual se puede obtener con una opción agroforestal.

Las especies arbóreas más usadas en la Patagonia de Chile, y que se pueden combinar en un SSP con un adecuado manejo, se muestran en el Cuadro 14.

2.- Qué tipo de animal doméstico

El tipo de animal a utilizar (ovinos, bovinos, equinos, caprinos) dependerá de las necesidades del productor, pero también de las condiciones edafoclimáticas, topográficas, de la pradera y de mercados.

¹⁾ Adaptado del Manual de establecimiento y manejo de Sistemas Silvopastoriles en zonas Patagónicas Chilenas. N° 41 INSTITUTO FORESTAL. Centro Agroforestal Patagónico. Autores: Alvaro Sotomayor G. Ivan Moya, Osvaldo Teuber W.

Cuadro 14: Especies Forestales de Uso Frecuente en la Patagonia Chilena

Especies de Interés	Área de Desarrollo Potencial	Características y Usos Principales
Pino oregón (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	La Araucanía a Aysén Valle Central, Precordillera Andina y zona costera.	Especie de crecimiento lento, se adapta bien a zonas húmedas y de bajas temperaturas, requiere de suelos de mejor calidad. Crece en áreas con precipitaciones de 920-2500 mm y temperaturas mínimas de -34 oC y máximas sobre los 35 oC. Presenta restricciones a bajas temperaturas de -4 oC durante periodo vegetativo en primavera. El principal uso de su madera es para producción de madera aserrada, estructural, revestimientos, mueblería.
Pino ponderosa (<i>Pinus ponderosa</i>)	La Araucanía a Aysén Precordillera y cordillera, suelos delgados a profundos.	Especie de crecimiento lento, crece en áreas cordilleranas, soportando temperaturas mínimas de -30oC y máximas cercanas a los 40oC, con precipitaciones entre 250-760 mm y con aporte de nieve. El principal uso de su madera, es en madera aserrada, cajas, embalajes, puertas y ventanas, y molduras.
Pino contorta (<i>Pinus contorta</i>)	La Araucanía a Magallanes Precordillera y cordillera, suelos delgados a profundos.	Especie de crecimiento lento, crece en áreas cordilleranas, soportando temperaturas mínimas de -57 oC en el hemisferio norte y máximas cercanas a los 27 oC, y resistente a las heladas; con precipitaciones entre 250-750 mm y con aporte de nieve. El principal uso de su madera, es en madera aserrada, cajas, embalajes, puertas y ventanas, y molduras. Se debe tener cuidado con la dispersión de las semillas, por su alto poder germinativo que puede invadir terrenos productivos.
Alamo negro o chileno (<i>Populus nigra</i>)	Coquimbo a Magallanes	Árbol adaptado a diversos climas, con el solo requerimiento de crecer en suelos con buena disponibilidad de agua. Madera blanca, usada en carpintería, construcción, madera aserrada, cajas, paletas, y como cortina cortaviento. Se usa también en cortinas cortavientos.
Alamo blanco (<i>Populus trichocarpa</i>)	Aysén y Magallanes	Crece en una variedad de climas, pero mejor en suelos húmedos costeros. Se desarrolla en áreas desde 250 a 3000 mm, con temperaturas máximas entre 16 a 40 y mínimas entre 0° a -47° C. Su madera es usada para aserrío, tableros, muebles, pulpa, pallets, cajas y leña. Se usa también en cortinas cortavientos.
Eucalipto nitens (<i>Eucalyptus nitens</i>)	VIII a X Región (Palena). (Zona costera, suelos ñadis, precordillera andina hasta los 1.000 msnm)	Especie de rápido crecimiento, se adapta bien a zonas de bajas temperaturas y heladas, con precipitaciones entre 750-1.350 mm, hasta los 2.500 mm, y temperaturas mínimas de -10 °C y media anual entre 10-15 oC. Se utiliza en la fabricación de pulpa y papeles de alta calidad, astillas, madera aserrada, muebles.

Su selección dependerá de estas variables, pero también de los gustos o intereses del productor.

3.- Qué tipo de forraje

Las especies a utilizar para la siembra de una pradera, dependerán de las condiciones edafoclimáticas del predio, el uso animal, y la tolerancia a la competencia arbórea.

Las especies de mayor uso en estas regiones son pasto ovillo (*Dactylis glomerata*), trébol blanco (*Trifolium repens*), festuca (*Festuca arundinacea*) y alfalfa (*Alfalfa sativa*).

4.- Manejo de la Interacción Animal - Árbol

Como se dijera en capítulos anteriores, los animales son un efectivo controlador del crecimiento

de la pradera y de la proliferación de la maleza en las plantaciones silvopastorales jóvenes. Sin embargo, si el ganado no es manejado correctamente puede causar un daño irreparable a los árboles, provocado tanto por el ramoneo de ápices y ramas, lo que impedirá el posterior desarrollo del árbol en altura, como por el daño producto del pisoteo o frotamiento.

Todo esto se puede evitar realizando un correcto manejo de los animales en el SSP. Para ello, se recomienda que los animales no pastoren durante el establecimiento del sistema o cuando exista escasez de alimento. Estos cuidados se deben tener hasta que los árboles hayan alcanzado una altura superior a los 2 m, lo que evitaría el ramoneo o daño del ápice.

El número de años que se requeriría para el ingreso de ganado al sistema depende del crecimiento de los árboles. Sin embargo, en términos generales, en las Regiones de Aysén y Magallanes y la Provincia de Palena, con especies como Pino ponderosa, Pino contorta y Pino oregón, se debiera esperar un período de 5 a 6 años sin pastoreo, o hasta obtener la altura recomendada.

5.- Manejo del Componente Arbóreo

El manejo de los árboles en un SSP tiene similitudes y diferencias con un manejo forestal con fines de obtención de madera libre de defectos.

Las similitudes tienen que ver con las técnicas usadas (podas y raleos), con el objetivo de obtener madera de buena calidad, disminuir el tamaño del cilindro nudoso, concentrar el crecimiento en los mejores árboles, aumentar sus diámetros (volumen por árbol) y mejorar la calidad de la madera.

Las diferencias son, principalmente, que en el sistema silvopastoril ya no se habla de rodal o bosque, ni el objetivo es aumentar el volumen del rodal, sino que del árbol individual, aumentando el volumen por árbol y la calidad de éste. Otra gran diferencia es que aquí se persigue además de un buen crecimiento y calidad de los árboles, un buen desarrollo de la pradera, que está creciendo en conjunto con los árboles en el sistema y, consecuentemente, de los animales que se alimentan de ésta pradera. La meta final es aumentar la productividad del Sistema Silvopastoril como un todo, y no solo de los árboles.

En este manejo combinado del sistema se debe tener en cuenta que después de alcanzar un nivel de desarrollo y cierre de copas de los árboles estos pueden afectar el rendimiento de la pradera.

En el desarrollo del sistema, a medida que la cobertura de copa aumenta, sobre el 50%, habrá una disminución en la producción de forraje (Sotomayor 1989). El balancear ambos componentes para optimizar la rentabilidad del sistema y hacerlo sustentable en el tiempo, es el principal desafío de este tipo de manejo silvopastoral.

Selección y Clasificación de los Árboles

El desarrollo de los árboles en una plantación se comienza a diferenciar claramente cuando comienza la competencia por luz (a nivel de copas) y también cuando se produce competencia a nivel radicular, tanto por agua como por nutrientes.

Para las plantaciones a densidades silvopastorales (450 a 1000 arb/ha), distribuidas en forma homogénea en la superficie, o en hileras, y utilizando las especies más tradicionales, ello ocurre cercano al primer cuarto de la edad de rotación (4-6 años de edad en *Pinus radiata*, y 8-9 años de edad en *Pinus ponderosa* o *Pinus contorta*), cuando han sido establecidas y mantenidas adecuadamente. A partir de ese momento, los árboles comienzan a competir y a distinguirse según su altura y desarrollo de la copa (Sotomayor et al., 2002).

El objetivo de una adecuada selección, es identificar los árboles de mejor calidad, en crecimiento, forma, vigor y sanidad. En el caso de los SSP, donde existen densidades menores, es importante:

- Elegir una buena calidad de las plantas al momento de su establecimiento, lo cual asegurará la calidad futura de los árboles.
- Hacer una mantención adecuada en los primeros cuatro años, en control de malezas y protección, contra el daño por animales e incendios.
- Realizar una adecuada selección al momento de podar y ralear.
- Aplicar un buen manejo y cuidado a los árboles

seleccionados para que estos logren llegar al final de la rotación, creciendo vigorosamente y con una calidad demostrada.

Normalmente los árboles se clasifican según el tamaño relativo dentro del bosque, en dominantes, codominantes, intermedios y suprimidos.

En la selección de los árboles a manejar, se favorece siempre a los árboles dominantes y codominantes (los de mayor tamaño) y sólo ocasionalmente a árboles intermedios (medianos), para mantener una adecuada ocupación del sitio (evitar claros sin árboles); generalmente, los árboles más altos también son los más gruesos y de copa sana y vigorosa.

Otro factor de gran importancia en toda selección es la calidad del fuste del árbol. Entre los factores de calidad más relevantes están la rectitud del fuste, la condición del ápice y, en los casos de densidades silvopastoriles, el diámetro de las ramas.

Su importancia radica en la mayor producción de madera utilizable en árboles de mejor calidad y, en forma práctica, significa seleccionar árboles de fuste recto y sin bifurcaciones y eliminar los mal formados.

Existen otras características de calidad en un árbol que deben ser consideradas en una etapa de selección, las cuales son:

- Tamaño de ramas (preferir árboles de ramas delgadas).
- Angulo de inserción de ramas (escoger ángulo de inserción recto)
- Largo de internudos (favorecer árboles de internudos largos).

En consecuencia y en términos prácticos, la selección consiste en elegir aquellos árboles que interesa seguir manteniendo en el sistema y aquellos que se estiman con poco futuro deben ser eliminados.

Podas

Las podas consisten en la eliminación de las ramas basales de los árboles, logrando levantar la altura de las copas y reducir su desarrollo. Su principal objetivo, desde el punto de vista maderero, es mejo-

rar la calidad de la madera, para así obtener madera libre de nudos o defectos, o con nudos pequeños.

En el caso del manejo silvopastoril, además se favorece una mayor entrada de luz para beneficiar el crecimiento de la pradera. Sin embargo, al tener más espacio para crecer, en plantaciones amplias, se origina un mayor desarrollo de ramas en diámetro y longitud, lo cual se debe manejar con un régimen intensivo de podas. Si estas ramas no son podadas el fuste se verá afectado por la formación de nudos de mayores dimensiones, que disminuyen la calidad de la madera.

En sistema silvopastoriles se recomienda:

- Podar lo antes posible para evitar un excesivo crecimiento de las ramas y acumulación de desechos y hojarasca en el suelo, que disminuirá la producción praterense.
- Podar frecuentemente para disminuir la biomasa foliar que interceptará mayor cantidad de luz.
- Iniciar las podas cuando los árboles hayan alcanzado una altura de 5-7 m, podándose todas las ramas hasta una altura máxima del 40% de la altura total (2-3 m), para no afectar el crecimiento del árbol.
- Con la poda se busca obtener que la parte basal de los árboles, o altura de tronco hasta los 6-8 m, queden sin ramas para la obtención una importante proporción de madera libre de defectos, o con nudos vivos en la madera (Sotomayor et al. 2002).

Al planificar la intensidad de la poda, se debe considerar que al eliminar follaje verde por efecto de las podas, se puede disminuir el crecimiento del árbol, al menos en el corto plazo.

Es por ello que la intensidad de poda, especialmente en la primera poda cuando los árboles poseen la totalidad de su copa verde, no debiera ser superior a un 30 - 40 % de su altura total (como máximo). En las podas siguientes, no debe excederse del 20 - 30 % de la copa viva al momento de podar, o de un 40 - 50 % de la altura total del árbol.

Raleos

Los raleos consisten en la corta de árboles en forma selectiva, por calidad y distribución de árboles. Esto se planifica con el propósito de:

- Concentrar el crecimiento en los mejores árboles.
- Reducir competencia entre ellos.
- Evitar, además, la pérdida de dominancia de los árboles podados.
- Reducir la cobertura de copa de los árboles sobre la pradera.

Si bien el esquema de manejo silvopastoril va a depender de la calidad del sitio y de la plantación, de las especies de árboles, de la densidad de plantación y de los objetivos del productor, se espera que el primer raleo de un rodal de Pino ponderosa, Pino contorta o Pino oregón, se realice cuando los árboles lleguen a una altura de 5-6 m (entre los 12 y 13 años). En este caso el destino comercial de la madera puede ser para leña o postes. Los raleos posteriores, se pueden realizar cada 4-5 años, hasta llegar a la densidad seleccionada.

Además, permite una mejor transibilidad dentro del monte para el ganado (silvopastoreo). Si el propietario desea complementar aspectos de producción con la recreación, una plantación se puede ralear en forma más intensa, perdiendo su aspecto ordenado y permitiendo, además, el desarrollo de sotobosque (vegetación acompañante) y mayor vida silvestre.

Resultados y experiencias Silvopastoriles

El Instituto Forestal (INFOR), en conjunto con el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), ambos de Chile, ha realizado diversas experiencias silvopastoriles en la Patagonia. A continuación se exponen resultados obtenidos en ensayos realizados en el predio San Gabriel, en la localidad de Mano Negra, cercana a Coyhaique (Sotomayor, 2009).

En el año 2003, se inició un Proyecto de investigación donde se comparan dos sistemas silvopastoriles con *Pinus contorta* Dougl. ex. Loud.

Uno con distribución homogénea, o tradicional, de los árboles en el terreno, y el segundo con distribución de árboles en fajas o líneas alternas, ambos con una densidad aproximada de 400 árboles/ha y podados a 40% de su altura, los que se comparan con un sistema ganadero tradicional sin árboles. El estudio abordó aspectos de productividad fores-

tal, pratense y animal, además de fertilidad de suelos y el efecto de los árboles sobre el microclima.

Los resultados, después de cuatro temporadas de evaluación, 2004 a 2008, demuestran que el desarrollo de la pradera, en materia seca, fue significativamente superior en el sistema Silvopastoril en fajas o líneas de árboles alternas, seguido por el silvopastoril tradicional y por último el sistema ganadero (sin árboles). En relación a la producción animal, no existieron diferencias significativas entre tratamientos.

Producción Pradera

En las cuatro temporadas de evaluación, la producción de la pradera, en materia seca por hectárea, en el sistema silvopastoral en fajas ha sido la que alcanzó las mayores producciones.

La producción de la pradera en el sistema silvopastoral tradicional, ha evolucionado positivamente a partir de la segunda temporada, influyendo directamente sobre la respuesta productiva de los animales.

Se ha observado un rápido incremento en la producción pratense en los tratamientos silvopastorales, a partir de la segunda temporada de evaluación, debido a una mayor protección sobre la pradera por parte de los árboles. Finalmente, el sistema ganadero puro ha sido el de menor desarrollo.

Producción Animal

La productividad de carne, en peso vivo por unidad de superficie, es la mejor expresión de la producción ganadera de un sitio, dado que refleja la producción de biomasa herbácea disponible para los animales, el estado de los animales y la condición ambiental del sector de producción.

Los resultados de producción de carne (kg/ha) de este trabajo se presentan en el Cuadro 14.

Como se observa en el Cuadro 15, durante los cuatro años de evaluación no se muestran grandes diferencias entre los tratamientos, con una producción similar entre éstos, y con una leve superioridad final del tratamiento en fajas.

Durante el periodo de evaluación 2004-2008, el sistema en fajas fue el que obtuvo una mayor producción acumulada con 856 kg/ha, en

comparación con 817.1 y 816,5 kg/ha para silvopastoril tradicional y ganadero, respectivamente.

Cuadro 15: Productividad Animal (kg carne/ha) por hectárea de Pradera por Tratamiento

Tratamiento	Ganancia en Carne (kg/ha)				Producción Total 2004/2008 (kg carne/ha)
	2004/5	2005/6	2006/7	2007/8	
Silvopastoral Tradicional	113,8	238,6	305,8	158,9	817.1
Silvopastoral en Fajas	110,2	255,7	317,8	172,3	856
Ganadero Puro	95,8	227,9	348,4	144,4	816,5

Producción Forestal

El desarrollo de la componente forestal se describe a continuación a través de la evolución de las variables diámetro (DAP) y área basal (AB).

Al comenzar el estudio el año 2004, los tres tratamientos tenían un DAP similar y cercano a los 13 cm, lo cual fue variando en el transcurso de los años. Es así que al año 2008, el tra-

tamiento de mayor diámetro es el T2, superando en 1,1 cm al tratamiento en fajas y en 2,28 cm al tratamiento forestal manejado.

Lo anterior se debe fundamentalmente al efecto de la densidad (árboles/ha) y a la distribución de los árboles en la superficie. Es así, que en el tratamiento T2 los árboles tienen un mejor desarrollo ya que han tenido un mayor espacio para su crecimiento, en relación a los otros dos tratamientos.

CAPÍTULO VI

SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA AMAZONIA ORIENTAL DEL BRASIL¹

La experiencia sobre los SSP en la Amazonía Oriental no es reciente. Aun sin el conocimiento actualmente disponible, son comunes los ejemplos de asociaciones árbol–pastura practicados en el pasado por productores locales.

Generalmente son SSP con componente arbóreo natural, como la asociación de “*baçaçais*” con pasturas naturalizadas (May et al., 1985). También hay experiencias con *Pinus caribea* var. *Hondurensis* y gramíneas del género *Panicum* (Lins, 1985).

A continuación se mencionan algunas asociaciones (SSP) identificadas en la región.

A.- Componente arbóreo no plantado

Estos sistemas aprovechan los árboles de la vegetación anterior o de su regeneración.

Aunque no haya habido intervención del productor en la introducción del componente arbóreo, este fue deliberadamente protegido en la ocasión de la siembra o de las limpiezas de la pastura.

A.1.- Palmera (*Orbignia phalerata*) x pastura naturalizada

Esta asociación se encuentra en la región de transición entre la Amazonía y el Semiárido del estado de Maranhão (May et al., 1985). La densidad de la Palmera es muy variable, pero siempre significativa. Generalmente, se observa una baja carga animal de bovinos.

La pastura es naturalizada con varias especies forrajeras, predominando el *Hyparrhenia rufa*. El componente arbóreo produce el “coco babaçu”, producto que proporciona aceite y afrecho. Además de la sombra, los animales eventualmente se benefician comiendo el follaje de los árboles jóvenes.

A.2.- Palmera (*Orbignia phalerata*) x *Brachiaria brizantha* o *B. humidicola*

En este caso, la principal función del componente arbóreo es proveer sombra a los bovinos, muchas veces de aptitud lechera.

La eficiente dispersión de semillas de la Palmera es provocada por el efecto de los roedores, generando una gran emergencia de plantas jóvenes. Por esto, la densidad del árbol se debe mantener baja, mediante limpiezas manuales o raleos, para disminuir la competencia con la pastura.

A.3.- Palmera (*Maximiana maripa*) x *Brachiaria brizantha* o *B. humidicola*

Se diferencia de la *O. phalerata* porque los frutos de la *Maximiana maripa* no tiene uso industrial ni su propagación por semillas es agresiva, de modo que el control de su densidad requiere menos esfuerzo por parte del productor.

Las pasturas (*Brachiarias sp.*), predominantes en este sistema, son utilizados por bovinos para producción de carne.

A.4.- Castaña (*Bertolletia excelsa*) x *Panicum maximum*

¹⁾ Jonas Bastos da Veiga, Débora Feio da Veiga. Investigador de la Embrapa. Brasil

El árbol de Castaña es una especie nativa, cuyas semillas (castaña o nuez de Brasil) es de gran importancia económica en la Amazonía brasileña. Como la tala de este árbol está prohibida por ley, en las regiones donde hay mayor densidad de plantas, como el Sur de Pará (específicamente la región del polígono de los castaños) y la región Transamazónica, los productores evitan cortarlas en el proceso de tala del bosque para la siembra de pasturas.

A.5.- *Tabebuia serratifolia* x *Panicum maximum*

En estas circunstancias, la regeneración de la vegetación original de las pasturas (*Panicum maximum*) ocurre con cierto vigor, tanto por semillas como por propagación vegetativa.

Los rebrotes de estos árboles son cuidados durante las limpiezas de la pastura y, como no sufren daños importantes por la presencia de los animales, se logran individuos adultos que además de dar sombra representan una alternativa económica potencial.

La densidad de estos árboles llega a 20 individuos por hectárea, dependiendo del lugar.

Como aparentemente estos árboles resisten satisfactoriamente tanto a las quemadas que ocurren normalmente en las pasturas de la región como a la acción de los animales, ningún cuidado específico es hecho para su mantenimiento.

Existen diferentes tipos de SSP bajo "componentes arbóreos no plantados", dependiendo de la densidad y distribución de los árboles y del tipo y producción de forrajes (gramíneas y leguminosas forrajeras perennes). De esta forma, es común encontrarse extensas pasturas de *Brachiarias* sp. con 2 hasta 10 frondosos árboles de castaña de 30 a 50 metros de altura, por hectárea.

B.- Componente arbóreo plantado

El componente arbóreo es sembrado o plantado, premeditadamente, en el marco de un esquema productivo asociado con el pasto y el animal.

B.1.- Arbol de Hule o latex (*Hevea brasiliensis*) x *Panicum maximum*

La plantación de los árboles del Hule se realiza con un espaciamiento de 3 x 7 m y la siembra del *Panicum maximum* en los espacios libres. El componente animal, ganado de engorde o de leche, es introducido en el sistema después de cuatro años de la plantación de las plántulas de Hule, para evitar daños a los árboles.

En otro tipo de arreglo espacial que permite formar SSP permanentes, se intercalan franjas de tres líneas de *Hevea* sp. en espaciamiento de 3 x 3 m, con franjas libres de 21 m, donde se siembra el *Panicum maximum*.

Cuando los árboles están en sangría (extracción del látex), el pastoreo es realizado de día para facilitar la colecta del látex, que es el producto comercial de esta especie. Al salir de este sistema, los animales son mantenidos en potrero adyacentes donde hay una pastura en monocultivo.

Por falta de control se puede producir un sobrepastoreo perjudicando la persistencia del *Panicum* y promoviendo el avance de especies nativas más adaptadas a las condiciones de sombra, tales como *Homolepsis aturensis*, *Paspalum* spp. y *Vismia guianensis*. Para evitar este problema, es necesaria una adecuada área de amortiguamiento de pastura en monocultivo para permitir descansos frecuentes de la pastura del sotobosque y realizar pastoreos adecuados que garanticen una mayor persistencia de las gramíneas sembradas.

Los principales daños causados por los animales a los árboles de hule son el consumo del follaje de las plantas jóvenes y de látex y el extravío de las tinajas para la recolección de látex.

B.2.- *Cocotero* x *Panicum maximum*

Los Cocoteros son especialmente indicados para este tipo de asociación, tanto por el bajo nivel de sombreado impuesto al sotobosque como por la excelente tolerancia al fuego, que con tanta frecuencia ocurre en las pasturas en la región.

Estas palmeras, para producción de materia prima industrial y de agua de coco, son plantadas en espaciamiento convencional de 10 x 10 m en asociación con *Panicum* en el sotobosque.

Donde exista un déficit hídrico considerable y suelos con baja retención de agua, la pastura puede competir con los cocoteros afectando negativamente la producción. Para evitar este problema, los productores controlan periódicamente la vegetación alrededor de las palmeras, a través de limpiezas. El principal criterio para la introducción del ganado en el sistema es la altura de los árboles, buscándose evitar el consumo de las hojas, situación conseguida a los 4 o 5 años de la siembra. Generalmente el pastoreo es temporal y rotativo.

En condiciones de sobrepastoreo y sombreamiento más intenso, ocurre la invasión y el dominio del sotobosque de gramíneas nativas como el *Paspalum virgatum*, que no son consumidas por el ganado y que poseen una enorme capacidad de propagación por semilla. No obstante, donde el manejo permite el crecimiento normal de la pastura, el desempeño productivo de este SSP es muy bueno, superior al comportamiento de sus componentes en forma individual.

Además del consumo de las hojas, los animales pueden comer las raíces superficiales de las palmeras, principalmente en condiciones de sobrepastoreo y con suelos encharcados. El uso de una forrajera menos competitiva que el *Panicum maximum* o de una leguminosa herbácea fijadora de nitrógeno podría mejorar sustancialmente el sistema.

Muchas veces, se implanta alguna forrajera leguminosa para mejorar el nitrógeno del suelo, y algodón, entre líneas de los cocoteros, durante en los primeros 5 a 7 años de plantados los Cocoteros (sistema agrosilvopastoril). Posteriormente se siembra la pastura, con lo cual puede mejorar sustancialmente el desempeño económico del sistema.

B.3.- Palma africana (*Elaeis guineensis*) x *Panicum maximum*

Normalmente la plantación de la Palma africana se realiza sobre una pastura ya existente de *Panicum maximum*, instalándolas en espaciamiento de 9 x 9 m. El producto comercial de esta palmera son los frutos destinados a la industria de aceite.

Para disminuir la competencia del estrato herbáceo, similar a lo que ocurre con el cocotero, periódicamente se limpia alrededor de los fustes.

Generalmente se utiliza ganado de engorde en este sistema. La arquitectura foliar de esta Palmera facilita el alcance de las hojas por los animales. Por ello, se debe esperar tres años de la plantación para introducir a los animales.

La siembra intercalada de cultivos de ciclo corto (anual) en los primeros años puede constituir una buena alternativa económica de aprovechamiento del área antes del establecimiento de la pastura. También en este SSP, la disponibilidad de forraje adicional para el ganado, a través de pasturas de amortiguamiento, se torna necesaria para evitar el sobrepastoreo del sotobosque.

B.4.- Marañón (*Anacardium occidentale*) x *Panicum maximum*

Los árboles de *Anacardium* se establecen en espaciamiento de 10 x 10 m, al mismo tiempo que la pastura de *Panicum maximum*. Para disminuir la competencia de la pastura se realizaban limpiezas periódicas en torno de los árboles de Marañón.

El pastoreo con bovinos se realiza después de tres años de la plantación de estos árboles, en pastoreos por períodos cortos para evitar daños a los árboles. Los animales rompen las ramas y, a veces, el tronco al rascarse o chocar con las plantas menos desarrolladas. No obstante, las hojas no son consumidas por el ganado.

B.5.- Bixia (*Bixa Orellana*) x *Panicum maximum*

La Bixia es una planta arbórea nativa que produce un colorante (*bixina*) usado en la industria de alimentos. Las plántulas de este árbol se plantan habitualmente en espaciamiento de 5 x 5 m, en arreglo triangular, resultando en un total de 467 plantas/ha.

La pastura se siembra simultáneamente a la plantación de la Bixia. Para evitar la competencia de la vegetación herbácea, se hacen limpiezas alrededor de los árboles.

El primer pastoreo se realiza un año y medio después de la plantación de la Bixia y durante unos 9 meses, aproximadamente y con una carga animal de 1.2 a 2 novillos por hectárea. Es común lograr ganancias diarias de peso entre 0.5 a 0.6 kg/cabeza/día. La sustentabilidad de este SSP depende

del tipo de ganado usado y del control de pastoreo.

B.6.- *Pinus (Pinus sp.) x Panicum maximum*

En varias localidades del Brasil, este tipo de asociaciones permite generar un ambiente propicio para ambos (animal y árbol).

Un diseño forestal muy usado es hacer la plantación de *Pinus* con un espaciamiento de 2 x 4 m y la pastura establecerla después, es un SSP típicamente temporal.

El ganado bovino se introduce en la asociación con una carga animal de 1 cabeza/ha hasta el 4º año, disminuyendo la carga desde ese momento porque se reduce, en forma significativa, la producción forrajera del sotobosque por aumento del sombreado provocado por la especie forestal.

Otro tipo de diseño es plantar a los *Pinus* con un espaciamiento convencional de 3 x 3 m. A la edad de aprovechamiento, el corte de los árboles se realiza de tal forma que se deja franjas entre dos líneas de *Pinus*, con una distancia de 50 a 100 m entre franjas. La finalidad del componente arbóreo es la de proveer sombra a los animales y embellecer el paisaje. La pastura de *Panicum maximum* se siembra posteriormente entre las franjas de *Pinus*, completando así el SSP de tipo permanente.

El inicio del pastoreo queda condicionado únicamente al establecimiento de la pastura. Por otro lado, como los árboles que componen esta asociación son altos (pueden alcanzar entre 15 y 20 m) y, por esto, exentos de los daños que pueden causar los animales, el manejo de la pastura estará condicionado por las necesidades de la forrajera y de los animales.

En un SSP como este, donde hay poca o ninguna competencia entre los componentes y no está previsto el corte de los árboles, la sustentabilidad del sistema va depender del manejo de la pastura.

B.7.- *Mango (Mangifera indica) x Paspalum sp.*

Los árboles de mango injertados se plantan con un espaciamiento de 12 x 12. El crecimiento de la forrajera (*Paspalum sp.*) se controla a través del pastoreo periódico. Como los animales tienen acceso, solamente, al área después de que los ár-

boles de mango alcanzaron un cierto desarrollo, no se registra ningún daño a dichos árboles. Por otro lado, las condiciones de luminosidad del sotobosque permiten el crecimiento de forrajera sin dificultad.

B.8.- *Castaña x Panicum maximum*

En la Amazonía se puede plantar la Castaña bajo dos sistemas diferentes. En el primero, las plantas "sin injertar" se plantan en una pastura degradada de *Panicum maximum* a un espaciamiento de 15 x 15 m. A los cinco años de crecimiento, el *Panicum* original coloniza nuevamente el área, completando así el sistema. Esporádicamente el SSP se pastorea con animales. Debido al uso cuidadoso de la pastura, no se produce ningún daño a los árboles.

El segundo sistema es más intensivo. El área se prepara mecánicamente y las plantas "injertadas" se instalan a un espaciamiento de 20 x 20 m (25 plantas/ha), en hoyos de 50 x 50 x 50 cm, donde se aplica fertilizante (50 g de superfosfato simples/planta).

En los primeros meses, las plantas y el suelo están protegidos del sol por tallos de *Cecropia* spp., planta pionera nativa y abundante en la región. Para controlar la competencia de la vegetación herbácea se hace limpieza manual en torno a las plantas y desmalezada mecánica en las entrelíneas. En el primero y segundo años, se hace una fertilización de mantenimiento con 100 g de NPK/ planta.

A lo largo de los primeros años y aprovechando la limpieza del área, el *Panicum maximum* se regenera. La introducción de los animales se hace entre los 4 y 5 años de la plantación, cuando los árboles de Castaña tienen 6 metros de altura, ya que el follaje de esta especie es bastante palatable a los bovinos. A partir de este momento, no se produce ningún daño a los árboles. A los ocho años de edad, con una altura media de 12 metros, las copas de las Castañas cubren cerca de 30% del área, ofreciendo buenas condiciones para el crecimiento de la pastura.

La carga animal utilizada, normalmente, es de 0.5 cabezas/ha. En general, se hacen dos desmalezadas mecánicas por año para la limpieza de las invasoras herbáceas y leñosas en la pastura.

B.9.- *Schyzolobium amazonicum x Tectonia grandis x Bachiaria humidicola*

Este SSP temporal integrado por dos especies nativas, el *Schyzolobium* y la *Tectonia* junto con una pastura de *Bachiaria*, hacen una muy buena asociación. El primer árbol es utilizado en la industria de plywood (enchapado de madera). Mientras que el segundo, es una madera noble, de alto valor en el mercado internacional.

Estos dos tipos de árboles se plantan, en asociación con un espaciamiento inicial de 3 x 3 m, previendo la realización de sucesivos raleos en el futuro, con miras a mantener un "stand" de 40% de *Schyzolobium* y 70% de *Tectonia* en el sistema, lo cual es compatible con el porte de estas especies forestales.

La pastura de *Bachiaria* se siembra entre líneas. Los pastoreos, leves y periódicos de la pastura, se hacen a partir del tercer año de la plantación. A los seis años, el SSP continúa permitiendo pastoreos periódicos, sin control definido de la carga animal, con el objetivo que estos consuman el forraje disponible y disminuyan el riesgo de incendios.

No obstante, se observa una disminución de la capacidad de carga animal de la pastura debido al aumento creciente de la sombra de los árboles que provoca una merma significativa en la producción de forraje de aquella.

CAPÍTULO VII

LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES COMO ESTRATEGIA DE GANADERÍA ECOLÓGICA Y PRODUCTIVA EN COLOMBIA

Diego Chamorro Viveros y Ana Maria Rey O¹

La producción Zootécnica debe ser amigable con el ambiente y en este objetivo los árboles cumplen varios propósitos. El modelo de revolución verde, en la zona Andina Colombiana y principalmente en laderas y paramos, ha generado un deterioro ambiental severo, asociado principalmente a factores culturales, prácticas tradicionales de uso de la tierra, que se reflejan en el mal manejo de suelos, ausencia de técnicas para controlar erosión, pérdida de la cobertura vegetal, incorrecto manejo de praderas (pastoreo extensivo y sobrepastoreo), deforestación, actividades de monocultivo y sistemas de producción agropecuaria eminentemente extractivos en zonas no aptas para estas actividades.

En la Región Andina Colombiana son reducidas las fincas donde se busca la sostenibilidad y el mantenimiento de la producción, pensando siempre que los recursos suelo y agua. Los indicadores de fertilidad, retención de agua y la biodiversidad microbiológica, presentan mejores valores en los SSP y esto se reflejan en una mayor producción y calidad de la biomasa forrajera cuando el Kikuyo (*Penisetum clandestinum*), por ejemplo, esta asociado con

Aliso (*Alnus acuminata*) (Cuadro 16).

Además, se encontró un incremento en la población de hongos, bacterias y micorrizas de 17.3%, 37.6% y 35.29% respectivamente, a favor del SSP conformado por Aliso + Kikuyo respecto al Kikuyo solo (monocultivo).

Se han observado efectos sinérgicos entre las micorrizas, principalmente con rizobios, solubilizadoras de fosfato y fijadoras de nitrógeno, los cuales están en concordancia con los análisis microbiológicos en los sistemas silvopastoriles donde el componente arbóreo logra incrementos anuales muy importantes en las poblaciones microbiales.

En el Cuadro 17, se observa claramente este efecto durante tres años de evaluación de las poblaciones, después de inoculación con micorrizas y Frankia (*Actinomiceto*).

Las mayores respuestas en sistemas silvopastoriles también están asociadas directamente al ramoneo o consumo directo del follaje de los árboles (Figura 2).

Cuadro 16: Humedad y recuentos microbiológicos del suelo en San Vicente (Boyaca)

Tratamientos	Humedad (%)	Hongos (UfC/g)	Bacterias (UFC/g)	Actinomicetos (UFC/g)	Micorrizas (Esporas/g/suelo seco)
Aliso + kikuyo (SSP)	49.25	9.5 x 10 ⁴	12.8 x 10 ⁵	22.0 x 10 ⁵	23
Praderas de Kikuyo	44.90	8.1 x 10 ⁴	9.3 x 10 ⁵	20.2 x 10 ⁵	17

UFC: Unidad formadoras de colonias

¹⁾ Especialistas de CORPOICA, 2001b

Cuadro 17: Dinámica de poblaciones microbiales en SSPS con Aliso (*Alnus acuminata*)

Fecha de recolección	Micorrizas esporas (g/g suelo seco)	Fijadores de nitrógeno	Solubilizadoras de fosfato	Hongos	Actinomicetos	Bacterias mesófilas
		106 UFC/g de suelo				
05-2004	0.2	0.23	0.11	0.8	0.7	0.37
05-2005	6.8	0.1	2.6	0.5	0.1	4.9
01-2006	57.5	3.3	5.7	1.7	1.2	27.6

En el Cuadro 18, se observan los contenidos nutricionales de la Acacia decurrens.

Los valores de fracciones b2 y b3 superan el 60% del total de la proteína cruda. Los valores de degradación ruminal de la proteína, FDN y MO, están asociados con los porcentajes de las fracciones de proteína y carbohidratos, así como de sus tasas de degradación microbial.

Todo lo anterior, repercute sobre la producción y composición de la leche. En el Cuadro 19, se observa que la producción y calidad de la leche fue superior en las vacas que permanecieron en los SSP respecto a la pradera compuesta exclusivamente por Kikuyo.

La respuesta animal esta estrechamente asociada con la calidad del forraje. En esta investigación la respuesta en producción de leche superior del T1 vs T2 en 1.6 litros/vaca/día, debido a la mayor digestibilidad de la asocia-

ción Acacia+Kikuyo (71 %).

Los promedios de grasa en la leche fueron superiores en el T2 (Kikuyo solo). Esto se puede explicar porque bajo un SSP (Acacia + Kikuyo) se genera un ambiente con menores temperaturas, haciendo que el animal utilice una mayor proporción de la energía proveniente de los alimentos para regulación térmica, afectándose, ligeramente, la producción de grasa en la leche.

Una de las explicaciones fisiológicas de la mayor concentración de nutrientes en gramíneas asociadas con árboles, son los cambios morfológicos y fenológicos que suceden en la gramínea que crecen bajo la sombra árbol, los cuales funcionan como mecanismos de adaptación a la baja incidencia de energía lumínica. Para ello, las especies forrajeras tienden a desarrollar hojas más largas y más gruesas, para lograr una mayor intercepción de la luz. Las hojas son el sitio donde se concentran la mayoría de los nutrientes que utilizan los rumiantes.

Cuadro 18: Contenidos nutricionales del follaje de Acacia decurrens

Especie	Proteína (%)	Fracciones de la PB				FDN (%)	FDA (%)	Lignina (%)	Celulosa (%)
		A+B1	(B2)	(B3)	(C)				
Acacia decurrens	17.59	30.48	35.26	22.54	11.72	39.99	19.09	5.08	14.43

Cuadro 19: Producción y calidad de la leche en SSP y praderas de kikuyo

Tratamiento	Producción de leche (media) (l/vaca/día)	Calidad de la leche		
		Grasa (%)	Proteína (%)	Desvío estándar (%)
Cielo abierto	14.38 ^a	4.16 ^a	3.20 ^a	12.76 ^a
Area de copa	12.76 ^b	4.30 ^a	3.16 ^a	13.12 ^a

Letras diferentes son estadísticamente significativas ($P < 0.05$)

También, por efecto de la sombra se pueden producir cambios fenológicos, entre ellos, un retraso en la formación de órganos reproductivos (floración más tardía), incluso en muchos casos, la floración se puede inhibir, y por ende, no se producen semillas. Esto permite a los ganaderos tener mayor disponibilidad de nutrientes en las praderas de *P. clandestinum* y mayor flexibilidad en la rotación de los potreros en beneficio de la respuesta animal.

Otra opción tecnológica que se viene implementando son los **bancos energético proteicos** de *Sambucus nigra* (sauco o tilo). La técnica es hacer plantaciones de árboles con altas densidades, en este caso de *Sambucus nigra*, para hacer ensilajes o picar el follaje y suministrarlo directamente. También, se pueden hacer cercas vivas con Sauco, para que los animales lo consuman directamente de la planta, debido a

que soporta el ramoneo y rebrota con facilidad.

El Sauco tiene un excelente valor nutricional, presentando un buen balance energético, proteico y mineral, que satisface los requerimientos de animales de elevado potencial de producción (Cuadro 20). Incluso, algunas comunidades de Bolivia y Perú consumen el follaje del Sauco y realizan mermeladas de los frutos del mismo.

En los sistemas de producción de leche de muchos países de Centro America, se pueden iniciar procesos de inclusión de recursos arbóreos en los predios asociados con pasturas tropicales (gramíneas y leguminosas). De esta forma, se mejoran los sistemas productivos, el ambiente (suelo, agua y clima) y aspectos socio-económicos de sus comunidades.

Cuadro 20. Análisis de composición química del Sambucus nigra

INDICADORES	FRECUENCIAS DE CORTE			
	40 DIAS	60 DIAS	70 DIAS	80 DIAS
Proteína Bruta (%)	30.24 ^{ab}	30.91 ^a	29.42 ^c	29.62 ^{bc}
Fibra Detergente Neutro (%)	35.95 ^a	30.23 ^{bc}	34.51 ^{ab}	27.13 ^c
Fibra Detergente Acido (%)	12.18 ^b	13.29 ^b	14.78 ^a	13.15 ^b
Hemicelulosa (%)	23.77 ^a	16.94 ^{bc}	19.72 ^{ab}	13.98 ^c
Lignina (%)	4.45 ^{ab}	5.62 ^{ab}	3.64 ^b	6.51 ^a
Celulosa (%)	11.77 ^a	8.98 ^{ab}	9.94 ^{ab}	6.65 ^b
Carbohidratos Solubles (%)	7.46 ^b	3.91 ^c	10.74 ^a	9.72 ^a
Fracciones de la PB				
A (%)	3.17 ^a	2.51 ^a	2.48 ^a	3.22 ^a
B1 (%)	29.97 ^c	46.55 ^a	34.81 ^b	46.92 ^a
B2 (%)	28.49 ^b	27.27 ^b	6.89 ^c	34.24 ^a
B3 (%)	30.04 ^b	17.17 ^c	44.17 ^a	10.34 ^d
C (%)	8.32 ^b	6.48 ^c	11.64 ^a	5.27 ^d
Proteína soluble (%)	33.15 ^c	49.06 ^a	37.29 ^b	50.15 ^a

Letras diferentes son estadísticamente significativas (P<0.05)

CAPÍTULO VIII

BANCO DE PROTEÍNA DE ESPECIES LEÑOSAS¹⁻²

Los Bancos Proteicos (BP) son áreas compactas, formando montes o cercas vivas de arbustos y/o árboles destinados a la producción de forrajes de alta calidad y volumen, para su utilización en la suplementación animal. Esto es especialmente importante durante la época seca porque se puede reducir, significativamente, el empleo de suplementos o concentrados proteicos. Los BP se pueden manejar bajo corte mecánico o manual o en pastoreo directo.

Para construir un BP se deben plantar las especies leñosas en altas densidades, buscando mejorar la calidad “proteica” de sus ramas y hojas al reducirse la proporción de pared celular, que es una fracción rica en lignina (polifenoles).

Las especies leñosas deben reunir una serie de características:

- Crecer y desarrollarse adecuadamente en épocas de sequía.
- Mejorar las características “físico-químicas” del suelo.
- Proporcionar servicios ambientales como el secuestro de carbono, el aumento de la biodiversidad y la conservación del agua.
- Soportar podas frecuentes.
- Rebrotar con facilidad.
- Tener un rápido crecimiento, con buena producción de hojas y de alta calidad nutritiva para el ganado.

Los BP representan una de las formas más económicas y abundantes para aportar proteína (nitrógeno) a la dieta de los rumiantes. Además, existen muchos arbustos y árboles que fijan nitrógeno al suelo, reduciendo la necesidad de aplicación de fertilizantes nitrogenados (Benavides, et al., 1995).

Una de las estrategias es alternar líneas de especies herbáceas (gramíneas y/o leguminosas) con arbustivas y/o arbóreas de alta calidad forrajera como leucaena, morera, nacedero, cratylia, botón de oro, madero negro, Gliricidia sepium, Erythrina spp, etc. La mezcla de varias especies dentro del banco forrajero crea una alta biodiversidad que reduce sensiblemente el ataque de plagas y enfermedades (Botero, 1992).

La implantación del BP por **semilla sexual** (almácigo) y posterior transplante al sitio definitivo es más conveniente que su propagación mediante **estacas**, debido a que se logran plantas más vigorosas, tolerantes al corte, al pastoreo y a la sequía. Además, tienen mayor sobrevivencia y potencial productivo.

Técnicas de siembra o implantación

Los métodos más utilizados son:

- Siembra directa
- Siembra en bolsas, con posterior trasplante de las plántulas al sitio definitivo. Éste último sistema, aunque más costoso, da mejores resultados.

¹⁾ Adaptado de Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. Raúl Botero y Ricardo O. Russo <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/Botero8.htm>.

²⁾ Adaptado de Banco de Proteína. Vilma A. Holguín y Muhammad Ibrahim I. Técnicos del CATIE (Costa Rica) http://web.catie.ac.cr/silvo-pastoril/folleto/BFL_banco%20forrajeroCR.pdf

Siembra directa

- En terrenos planos, se prepara el suelo con dos pasadas de disco y una rastrillada.
- En suelos con pendientes mayores al 15%, se recomienda la siembra con labranza reducida o directa y en casos de pendientes muy elevadas (<30%) se pueden hacer terrazas, curvas de nivel o alguna otra técnica conservacionista de manejo del suelo.
- Se debe utilizar semillas de alta calidad, con un porcentaje de germinación mayor del 80% y preferiblemente inoculadas.
- Sembrar tres a cuatro semillas por sitio a 2 o 3 cm. de profundidad.
- Se debe realizar un buen control de malezas (químico o manual).
- Es conveniente regar, al menos 2 veces por semana, en caso de ambiente seco, especialmente, durante los primeros años de implantación.
- Realizar una adecuada Fertilización durante su implantación y mantenimiento anual, de acuerdo a las características del suelo y clima del lugar.

Siembra en tablones, almácigos o bolsas plásticas

- Las semillas se siembran directamente en tablones, almácigos o bolsas plásticas, con excepción de algunas especies forestales que requieran algún tratamiento previo (escarificación).
- Una vez que las plantas alcanzan los 10-20 cm de

altura, según especie, se realiza el trasplante al sitio definitivo, protegiéndolas de los insectos, fuertes soles y calores con alguna pantalla o cobertura especial.

Distancia de siembra

La distancia de siembra depende de las especies escogidas y del método utilizado. En el Cuadro 21, aparecen las distancias de siembra recomendadas para algunas especies leñosas.

Algunas recomendaciones en para la siembra

1. A la semilla de *leucaena* (*Leucaena leucocephala*) se la debe escarificar con una lija de agua o similar, hasta que la semilla pierda su brillo natural y su aspecto sea poroso. Se deja la semilla en reposo durante 24 horas y luego se realiza la siembra en almácigos o tablones, germinando entre los 5 a 12 días, de acuerdo a las condiciones ambientales (temperatura y humedad).
2. No sembrar semillas de *cratylia* (*Cratylia argentea*) muy profundo porque estas se pueden podrir, ni muy superficial porque se las pueden comer los pájaros. Se recomienda 1 cm de profundidad. La *cratylia* crece bien en suelos con buen drenaje y con buena a moderada fertilidad. Sin embargo, no soporta suelos pesados con tendencia a saturarse de humedad.
3. No se recomienda plantar el *madero negro* (*Gliricidia sepium*) por estaca, en zonas secas.
4. El *guácimo* (*Guazuma ulmifolia*) ve afectado su desarrollo potencial en suelos muy compactados o con altos contenidos de arcilla.

En un estudio realizado por Lascano,

Cuadro 21: Técnicas de siembra/plantación de algunas especies leñosas para hacer un Banco de Proteína

Especie	Distancia de siembra	Método de siembra	Plantas por hectárea
Leucaena	0,8 m x 0,4 m	semilla	31.250
Cratylia	1 m x 0,4 m	semilla	25.000
Madero negro	1 m x 0,5 m	estaca - semilla	20.000
Guácimo	1,5 m x 1,5 m	semilla y / o seudo estaca	4.400

et al., (2005), evaluaron la calidad del forraje de varias especies de leguminosas arbustivas plantadas en suelos ácidos (pH 4.0 a 4.5 y saturación de Aluminio > del 85%). El estudio mostró que las especies evaluadas, bajas en taninos, tales como *Cratylia argentea* y *Desmodium velutinum* tuvieron una media a alta Digestibilidad in vitro de la Materia Seca (DIVMS) entre 55-65% y un alto contenido de proteína bruta (15-18%).

Mientras que arbustos, con altos niveles de taninos, como *Flemingia macrophylla*, *Tadehagi sp.*, *Dendrolobium sp.* y *Codariocalyx gyroides* mostraron muy adecuados niveles de proteína bruta (14-16%) y moderada a baja digestibilidad de la MS (<50%).

Independiente de la estación climática, el consumo del forraje por parte de bovinos y ovinos fue mayor cuando el mismo fue oreado o secado a la sombra durante 24 hs (Argel y Masas, 1995).

CERCAS VIVAS

Es una modalidad de BP. Los arbustos o árboles se utilizan, además que para consumo de los animales, como barreras rompeviento, producción de leña, carbón, madera, frutos o forraje, división de lotes o linderos de propiedades.

Técnicas de siembra o implantación y manejo de las podas

Como se dijera anteriormente, si bien muchos árboles se pueden propagar por **estacas**, se prefiere su siembra a partir de **semillas** (vía sexual) y posterior trasplante, porque se logran plantas con mejor anclaje (raíces más vigorosas). La siembra en vivero se debe hacer en almácigos, tablones o bolsas plásticas, similar al caso anterior. Luego de 4 a 6 meses de crecimiento en el vivero se realiza el trasplante al sitio definitivo (cerca).

Las especies más utilizadas como cercas vivas en clima cálido son el *Gliricidia sepium*, *Eucaliptus*, *Acacia decurrens* y *Erythrina spp.* La *Gliricidia* no tolera suelos mal drenados, lámina de agua o alto nivel freático, como si lo hacen otras especies como *Erythrina fusca*, *Aeschynomene spp* y *Sesbania spp.*

¿Cuándo realizar la primera poda?

Depende de:

- El tamaño (diámetro) de los tallos.
- El desarrollo de las raíces.
- La capacidad de rebrote, luego de la caída de las hojas.

Para la mayoría de las especies leñosas, se recomienda realizar la primera poda cuando las plantas han alcanzado de 1,0 a 1,5 m de altura, o sea aproximadamente seis meses después de la siembra, dependiendo de la especie y condiciones del terreno, en sitios con períodos de sequía prolongados puede demorarse la primera poda.

Frecuencia y Altura de poda

Para la mayoría de las especies leñosas, es apropiado efectuar las podas cada 3 a 4 meses. Se debe tener en cuenta que la altura de la poda determina la productividad del banco a largo plazo. Se recomienda podar entre 60 y 100 cm de altura, aunque este tema depende de la especie forestal que predomine en el BP.

Es importante tomar en cuenta que:

- Cuando la defoliación es muy intensa se pueden morir muchas plantas.
- Al momento de la poda, se deben dejar algunas ramas y hojas para asegurar un buen rebrote y producción de follaje.
- Si la defoliación es intensa, se debe aumentar el tiempo entre cada poda.

Banco forrajero de romaneo

Para hacer un adecuado romaneo se debe regular la carga animal y hacer un pastoreo rotacional adaptado a las características de cada campo o finca. De esa forma, se asegurará la productividad y persistencia del banco (Cuadro 22). Dentro de las especies más usadas, se encuentran la leucaena y el madero negro.

Características de las Especies para Ramoneo

- Que sean apetecibles por los animales.
- Que sean resistentes al ramoneo.

- Que rebroten bien, después del ramoneo.
- Que tengan tallos flexibles.
- Que tengan altos contenidos de proteína (superiores al 14 %), buen nivel de energía y buen consumo.

Distancias de siembra

La distancia entre las hileras de árboles o arbustos debe ser suficiente como para permitir el fácil movimiento de los animales, sin riesgo de quebrar las ramas.

Si se usan distancias entre 2,0 a 2.5 m, se puede aumentar la cantidad de árboles, sembrando hileras dobles, a distancias de 0,5 a 0,75 m para pro-

ducir más alimento. Además, es recomendable dejar espacios libres, dentro de cada hilera, para que los animales se movilen en el banco con facilidad y así, se pueda reducir la compactación del suelo.

Manejo recomendado:

- Períodos de descanso de 60 a 70 días.
- De 12 a 16 animales adultos por hectárea.
- Ramoneo de 2 horas por día y durante 6 a 8 días.
- Se deben realizar podas de formación, cada 6 a 12 meses, cortando los tallos a una altura de 0,5 a 1,0 m, para evitar que los nuevos rebrotes crezcan por encima de la altura de ramoneo y así evitar daños físicos a la planta.

Cuadro 22: Características agronómicas para siete especies forrajeras comúnmente usadas en BP

Característica	Cratylia	Poró	Leucaena	Morera	Nacedero	Madero negro	Guácimo
Altitud (m.s.n.m)	0-1.000	800-1.600	0-1.800	0-2.400	0-2.300	0-1.200	0-1.200
Precipitación (mm/año)	100-4.000	1000-2.500	600-3.800	1000-3.000	1.000-3.000	800-2.500	700-1.500
Temperatura Promedio (°C)	24-30	20-28	24	14-30	14-30	22-30	24
Propagación	semilla	semilla y/o estaca	semilla	semilla y/o estaca	Estaca	semilla y/o estaca	Semilla o pseudo estaca
Distancia de siembra entresurco y dentro surcos (m)	0,8-10	3,0-6,0	3,0-4,0	0,8-0,6	0,8-1,0	1,0-2,0	2,0-2,0
Proteína (%)	19-22	28,5	19-26	19-20	15-22	18-30	13-17
Digestibilidad (%)	48	45,7	56	80	60	48-77	48

CAPÍTULO IX

ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS MÁS UTILIZADAS EN LA ALIMENTACIÓN DE RUMIANTES (Sistemas Silvopastoriles)

Palma, J.M¹

En la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales de Latino América y el Caribe, durante la época seca y lluviosa, se suelen utilizar especies arbóreas y arbustivas leñosas. Las fracciones de las especies arbóreas y arbustivas más consumidas por los rumiantes son los tallos tiernos (<10 mm), las hojas y los frutos comestibles.

Características de los árboles y arbustos usados en ganadería

Las plantas deben poseer un suficiente equilibrio y adaptabilidad ambiental de manera que se pueda prolongar su vida útil el mayor tiempo posible (Febles y Ruiz, 2008).

Entre las características generales que deben reunir, se destacan:

- Poseer crecimiento rápido en las primeras etapas de la plantación que garanticen un establecimiento seguro.
- Disponer de una adecuada habilidad competitiva contra las malezas.
- Mantener una alta productividad a las podas, cortes y pastoreos.
- Disponer de una buena adaptabilidad a diferentes condiciones edafoclimáticas y ser compatible o tener efectos complementarios con las leguminosas y gramíneas que conviven con ellos en la misma área.
- No requerir de fertilizantes o disponer de cantidades mínimas.
- Ser resistentes a las enfermedades y plagas de otras plantas con las cuales crecen, particularmente,

gramíneas y leguminosas.

- No presentar efectos alelopáticos sobre la vegetación del pasto base.
- Presentar una adecuada producción y calidad del follaje en la temporada poco lluviosa.

Cocotero y ganadería

En la costa del estado de Colima (México) es común encontrar plantaciones de palma (cocotero) o de palma/limón, en cuya asociación crecen pastos nativos o naturalizados como el *Panicum maximum*, *Cynodon plectostachyus*, *Brachiaria mutica*, *Brachiaria brizantha*, entre otros, así como leguminosas herbáceas nativas.

Caracterización nutricional de algunas especies arbóreas, arbustos y enredaderas

A continuación se citarán algunos cuadros extraídos del trabajo de Pinto et al, 2002 realizado en el Valle Central de Chiapas, localizado en el sureste de México.

En el Cuadro 23 se mencionan las especies arbóreas evaluadas en este trabajo, con su nombre científico y la familia botánica correspondiente.

En tanto en los Cuadros 24, 25 y 26 se describen la composición química y la degradabilidad ruminal a 24 h (materia seca, orgánica y proteína bruta) del follaje, de los frutos y de las enredaderas de las diferentes especies evaluadas en este trabajo.

¹) Universidad de Colima, México

Cuadro 23: Identificación de las especies vegetales integrantes de los diversos estratos.

Mes	Cielo abierto
Árboles	
Guazuma ulmifolia Lamb.	Fabaceae
Gliricidia sepium (Jacq) Steud	Esterculiaceae
Ficus glabrata	Moraceae
Enterolobium cyclocarpum (Jacq) Grises	Fabaceae
Acacia milleriana St.	Fabaceae
Leucaena leucocephala (Law) De Wit	Fabaceae
Acacia pennatula Benth	Fabaceae
Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth	Fabaceae
Acacia farnesiana (L.) Wild	Fabaceae
Bauhinia unguolata L.	Cesalpiniaceae
Genipa americana L.	Rubiaceae
Diphysa robinoide Benth	Fabaceae
Albizzia caribaca (Britton and Rose)	Fabaceae
Erythrina goldmanii St.	Fabaceae
Arvenses o arbustos y trepadoras	
Ipomea triloba L.	Convolvulaceae
Sanvitalia procumbens Lam.	Asteraceae
Stizolobium deeringianum	Fabaceae
Amaranthus hybridus L.	Amarantaceae
Sida acuta Burn.	Malvaceae
Stizolobium pruriens	Fabaceae
Mimosa hondurana Brit.	Fabaceae

Cuadro 24: Análisis químico y la degradabilidad ruminal a 24 h del follaje (árboles en estudio)

Nombre científica	MS	MO	PB	FDN	FDA	FT	Dgr MS	Dgr PB	Dgr. MO
Guazuma ulmifolia	13.80	86.2	86.2	42.5	29.5	2.8	40.87 ^f	19.03	40.88 ^{cd}
Gliricidia sepium	10.60	89.4	89.4	38.5	24.7	0.3	67.25 ^b	74.85	63.38 ^b
Acacia milleriana	8.95	91.5	91.5	42.7	28.5	3.5	46.90 ^e	28.26	44.15 ^d
Acacia pennatula	7.10	92.9	92.9	59.0	35.8	2.8	28.94 ^g	12.13	28.04 ^f
Pithecellobium dulce	10.10	89.9	89.9	45.2	29.3	0.6	59.83 ^{cd}	65.26	61.70 ^{bc}
Genipa americana	8.50	91.5	91.5	37.7	30.9	0.9	77.26 ^a	60.06	76.87 ^a
Diphysa robinoide	11.80	88.2	88.2	31.7	23.2	0.6	61.27 ^c	70.56	60.78 ^{bc}
Leucaena leucocephala	10.20	89.8	89.8	27.5	19.1	0.3	54.37 ^d	45.58	46.33 ^d
Erythrina goldmanii	12.00	88.0	88.0	43.1	28.8	0.6	57.83 ^{cd}	62.22	54.71 ^c
Acacia farnesiana	7.80	92.2	92.2	42.1	26.7	1.0	41.74 ^{ef}	45.90	39.64 ^{de}
Bauhinia unguolata	7.20	92.8	92.8	42.4	26.5	4.2	34.14 ^g	20.24	34.30 ^{ef}
Albizzia caribaca	5.70	94.3	94.3	36.7	31.0	0.9	46.51 ^{ef}	35.53	44.81 ^d
E.E							1.20	1.90	1.50

Referencias: MS: materia seca MO: materia orgánica FDA: fibra detergente ácido FT: fenoles totales

Dgr. MS: degradabilidad de la materia seca Dgr. PB: degradabilidad de la PB Dgr. MO: degradabilidad de la MO

EE: error estándar Las medias con diferentes letras en la misma columna son diferentes estadísticamente ($P < 0.05$)

Cuadro 25: Análisis químico y la degradabilidad ruminal a 24 h de los frutos (árboles en estudio)

Nombre científica	MS	MO	PB	FDN	FDA	FT	Dgr MS	Dgr PB	Dgr. MO
Leucaena leucocephala	5.80	94.2	18.6	51.9	37.0	1.3	44.81 ^c	65.53	44.39 ^b
Guazuma ulmifolia	5.30	94.7	5.8	46.1	35.4	0.6	49.82 ^b	43.42	44.71 ^b
Acacia pennatula	4.50	95.5	8.5	72.0	48.7	2.0	22.87 ^e	52.16	20.94 ^d
Enterolobium cyclocarpum	3.30	96.7	16.4	33.9	22.1	0.1	65.41 ^a	86.98	65.15 ^a
Ficus glabrata	9.80	90.2	15.8	64.4	49.8	0.02	34.22 ^d	39.05	33.78 ^c
Acacia milleriana	5.10	94.9	8.1	52.3	37.2	2.6	33.40 ^d	57.33	32.46 ^c
E.E							1.10	0.80	1.00

Cuadro 26: Análisis químico y la degradabilidad ruminal a 24 h (enredaderas y arbustos en estudio)

Nombre científica	MS	MO	PB	FDA	FT	Dgr MS	Dgr PB	Dgr. MO
Enredaderas								
Ipomea triloba	25.40	84.6	21.9	21.7	0.3	77.62 ^{ab}	85.14	79.56 ^b
Stizolobium deeringianum	10.90	89.1	34.0	16.9	0.2	82.97 ^a	94.74	87.36 ^a
Stizolobium pruriens	8.90	91.1	22.9	25.7	0.6	68.54 ^c	84.68	66.12 ^c
Sanvitalia procumbens	6.50	93.5	17.8	24.6	1.1	51.28 ^c	52.21	52.16 ^c
Arbustos								
Amaranthus hybridus	16.90	83.1	28.7	16.1	0.3	87.27 ^a	92.59	87.60 ^a
Sida acuta	20.90	79.1	27.6	14.1	0.1	80.49 ^b	78.57	82.82 ^b
Mimosa hondurana	11.70	88.3	25.2	15.6	0.3	85.90 ^{ab}	90.30	82.63 ^b

Entre las especies forestales que tuvieron más altos niveles de proteína bruta se encuentran:

1. Acacia farnesiana (24%) follaje
2. Gliricidia sepium (23.8%) follaje
3. Erythrina goldmanii (22.8%) follaje
4. Leucaena leucocephala (20.1%) follaje y (18.6%) frutos
5. Pithecellobium dulce (19.6%) follaje
6. Diphysa robinoideis (18.7%) follaje
7. Enterolobium cyclocarpum (16.4%) frutos
8. Ficus glabrata (15.8%) frutos

Las especies forestales con mayor degradabilidad de la materia orgánica, se destacaron:

1. Enterolobium cyclocarpum (65.15%) frutos
2. Gliricidia sepium (63.38%) follaje
3. Pithecellobium dulce (61.70%) follaje
4. Diphysa robinoideis (60.78%) follaje

Todas las especies forestales, tanto en el follaje como en los frutos, tuvieron de moderados a bajos niveles de fibra de detergente neutro (< 50

%) y ácido (< 35 %). Las especies que se destacaron por los muy bajos niveles de ambas fibras:

1. Leucaena leucocephala (FDN: 27.5%) y (FDA: 19.1%) follaje
2. Diphysa robinoideis (FDN: 31.7%) y (FDA: 23.2%) follaje
3. Enterolobium cyclocarpum (FDN: 33.9%) y (FDA: 22.1%) frutos
4. Albizzia caribaea (FDN: 36.7%) y (FDA: 31.0%) follaje
5. Gliricidia sepium (FDN: 38.5%) y (FDA: 24.7%) follaje

En general, se observa que en el follaje se encontró mayor calidad nutricional que en los frutos, con niveles más altos de proteína bruta y degradabilidad ruminal y menores niveles de fibra (FDN y FDA).

En tanto, las enredaderas y especies arbustos que se destacaron por:

Los altos niveles proteicos:

1. Stizolobium deeringianum (34%)
2. Sanvitalia procumbens (28.7%)

3. *Amaranthus hybridus* (27.6%)
4. *Sida acuta* (25.2%)
5. *Stizolobium pruriens* (22.9%)
6. *Ipomea triloba* (21.9%)
7. *Mimosa hondurana* (17.8%)

La alta degradabilidad de la MO:

1. *Sanvitalia procumbens* (87.60%)
2. *Stizolobium deeringianum* (87.36%)
3. *Amaranthus hybridus* (82.82%)

4. *Sida acuta* (82.63%)
5. *Ipomea triloba* (79.56%)
6. *Stizolobium pruriens* (66.12%)

De todas las especies estudiadas, los mayores niveles proteicos y de degradabilidad ruminal, tanto de la MS como de la MO, fueron encontrados en los arbustos y en las enredaderas, incluso tuvieron valores superiores a los encontrados en los pastos tropicales.

ARBUSTOS Y ESPECIES ARBÓREAS

ARBUSTOS FORRAJEROS

TITHONIA DIVERSIFOLIA

(Boton de oro)

La *Tithonia diversifolia* es conocida comúnmente como botón de oro o mirasol, entre otras denominaciones. Pertenece a la familia Asteraceae, es un arbusto originario de Centro América (México y Costa Rica) y actualmente se encuentra ampliamente distribuida en toda la zona tropical y subtropical hasta el norte de la Argentina.

Biología y características de la planta

Es una planta herbácea perenne de 1.5 a 4 metros de altura, a menudo glabra, hojas alternas de 7 a 20 cm de largo de bordes aserrados, inflorescencia en capítulos con pétalos amarillos.

Según Murgueitio et al. (2001) esta especie posee un rápido y vigoroso crecimiento y una gran adaptación a suelos con pH desde ácidos hasta alcalinos. Se desarrolla bien entre una altitud de 0 a 2700 msnm. Presenta una excelente recuperación después de la poda, incluso a nivel del suelo. Este arbusto se propaga fácilmente por semilla botánica, pero en campos de producción se recomienda la plantación a partir de material vegetativo (estacas). (Cuadro 27).

Debido a que florece todo el año y es una

excelente planta melífera, su uso principal ha sido en la apicultura y la entomo-agroforestería como fuente de néctar y de atracción de insectos polinizadores, productores de miel y controladores biológicos.

Su principal uso es como Banco de Proteína (García y Medina, 2006). Además, se la puede utilizar como abono verde y mejoradora del suelo por su rápida velocidad de descomposición y gran capacidad de movilizar el fósforo del suelo (Kass, 1999).

Técnicas de implantación

Produce una buena cantidad de semilla aunque se han presentado problemas de viabilidad, por ello su propagación se hace por estacas siendo más fácil y efectivo.

Reproducción vía asexual (estacas)

Para confeccionar las estacas se utiliza material vegetativo proveniente de plantas jóvenes, tomando tallos de 50 cm de largo y 2 a 3.5 cm de diámetro y que posean 4 a 6 yemas. La estacas se pueden colocar acostadas sobre el terreno, dejando 2 a 4 yemas libres y tapar con 10 cm de suelo, o hacer un ahoyado de 15 cm. de profundidad.

Cuadro 27: Ficha técnica de la *Tithonia diversifolia*

Ciclo vegetativo	Perenne
Fertilidad del suelo	Tolera suelo con baja a media fertilidad y pedregosos
pH del suelo	pH: 4.5 – 8.0
Drenaje	Buen drenaje
Precipitación	800 a 5000 mm
Densidad de siembra	De 0.5 – 0.75 cm entre plantas y 0.75 – 1 m entre surcos
Profundidad de siembra	Semilla 2 a 3 cm; estacas tapadas parcialmente
Tolerancia a la sequía	Alta
Tolerancia a la quema (incendio)	Moderada

En todos los casos es conveniente hacer un bisel en las estacas para aumentar la superficie de absorción de agua y con ella, acelerar el rebrote de las yemas.

Producción forrajera

Los rendimientos medios oscilan entre 30 a 82 t de biomasa fresca/ha/año con intervalo entre cortes de 7 semanas (Ríos y Salazar 1995). Cuando se hacen cortes más sucesivos (menor intervalo) se ha notado una disminución de la producción. Responde muy bien a la fertilización con fosfato di amónico, en dosis variables según características y análisis de suelo. La altura de corte se puede realizar de 10 a 50 cm cada 7 semanas.

Se han obtenido excelentes resultados en asociaciones con otras especies arbóreas y gramíneas (Canul et al., 2006; Chay et al., 2006).

El trabajo realizado por Ríos Katto y Salazar (1995), muestra los efectos de la densidad y altura de corte sobre la producción de biomasa y la proporción de tallos, hojas y flores.

Para la variable altura no se encontraron diferencias significativas entre las densidades ($P=0.425$). Hubo una ligera tendencia a presentar mayor altura en la densidad más alta posiblemente

porque se genera algo de competencia entre plantas por luz, lo que provoca una mayor elongación de tallos. El incremento diario de altura tampoco presentó diferencias significativas entre tratamientos ($P=0.514$). Se obtuvieron valores entre 1.97 cm y 2.1 cm/día (Cuadro 28).

Para la variable número de tallos por planta, sí hubo diferencias significativas entre densidades ($P=0.033$). Se encontraron promedios de 8.3 tallos/planta para la densidad de 2.66 pl/m², 7.8 para la de 1.77 pl/m² y 17.8 para la de 1.33 pl/m². Este incremento puede ser debido a la disponibilidad de más espacio por planta, lo que permitió el desarrollo de una mayor cantidad de yemas.

Al evaluar la producción total de biomasa por planta (kg MS/planta), en las tres densidades de siembra, no se encontraron diferencias significativas ($P=0.628$). Estos valores tan similares parecen indicar que las densidades utilizadas en el ensayo fueron adecuadas para esta especie y no generan una competencia tan grande que se refleje en la producción de biomasa (Cuadro 29).

Si bien se han encontrado plantas con bajos niveles de Cumarina, posiblemente colinina, hasta el momento no se ha presentado ningún problema con bovinos (carne o leche) aún con altos consumos durante varios días.

Cuadro 28: Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de biomasa (tallos, hojas y flores)

	Plantas/m ²			EEM/Probabilidad
	2.66	1.77	1.33	
Biomasa total/planta (kg MS/planta)	3.08	3.22	3.41	0.45/0.875
Tallos	1.8	1.4	2.2	0.24/0.322
Hojas	1.1	0.7	1.2	0.34/0.703
Flores	0.72	0.49	1.14	0.17/0.287
Potencial de biomasa (toneladas /ha)	82	57	46	10/0.069
Altura de planta (cm)				
21 días	6.8	6.2	5.9	0.42/0.43
35 días	25	19	21	2/0.2
49 días	48	44	45	2/0.365
110 días	190	180	176	7/0.425

EEM: error estándar de las medias

Cuadro 29: Efecto de la altura de corte

	Altura (cm)		EEM/Probabilidad
	10	50	
Biomasa (kg MS/planta)	3.37	3.11	0.36/0.628
Potencial (toneladas MS/ha)	60	63	8/0.805

Calidad nutricional

Por su calidad nutricional, especialmente por los altos niveles de proteína bruta (entre 14 al 28%) y una degradabilidad ruminal que oscila entre 50 y 90%, es un arbusto muy utilizado en los países tropicales y subtropicales como “banco proteico” (Palma 2005 y Ramirez et al. 2006 y Mahecha et al., 2007). No obstante, las variables químicas son fuertemente dependiente de la fenología de la planta y de la edad de la biomasa (Ríos, 1999).

En el Cuadro 30 se presentan los resultados del trabajo realizado por Navarro y Rodríguez

(1990) sobre el contenido de nutrientes de *Tithonia diversifolia* (hojas, peciolo, flores y tallos hasta 1.5 cm de diámetro) en cinco estados de desarrollo.

Rosales (1996) encontró, además de muy altos contenidos proteicos, excelentes niveles de azúcares (energía) y valores muy bajos de fibra detergente neutra (FDN). Los bajos niveles de FDN son característicos de la mayoría de los arbustos y árboles tropicales y subtropicales (Cuadro 31).

Las características de la fracción nitrogenada también se vieron favorecidas en la harina de *Tithonia diversifolia* (Cuadro 32). Mahecha

Cuadro 30: Contenido medio de materia seca y proteína bruta de *Tithonia diversifolia* en %

	ESTADOS VEGETATIVOS					
	Crecimiento avanzado	Prefloración	Floración media	Floración completa	Pasada la floración	Promedio
Materia seca	14.85	17.22	17.25	17.75	17.75	17.9 ¹ , 20.0 ² , 13.5 ³ , 24.2 ⁴
Proteína bruta	28.85	27.48	22.0	20.2	20.2	22.6 ¹ , 28.75 ² , 18.9 ³ , 24.2 ⁴ , 1.25 ⁵

Fuente: recopilado de: 1 Navarro y Rodríguez (1990), 2 Wanjau et al. (1998), 3 Solarte (1994), 4 Rosales (1996), 5 Vargas (1994).

Cuadro 31: Contenido de proteína y carbohidratos en el follaje de *Tithonia diversifolia* (%)

Parámetros	Porcentajes de la MS
Proteína bruta	24.2%
Proteína soluble	40.2%
Total de Carbohidratos solubles en agua	7.6%
Azúcares totales	39.8%
Azúcares reductores	35.0%
Fibra detergente neutra (FDN)	35.3%

Fuente: adaptado de Rosales (1996)

et al. (2000), encontró un contenido de nitrógeno total de 3.35% (20.94% de PB), del cual el 71.04% correspondió a nitrógeno de naturaleza aminoacídica y un 17.31% a nitrógeno asociado a la fracción insoluble de la fibra dietética. Además se obtuvo un contenido de aminoácidos totales de 36.92%. Lo anterior indica que gran porcentaje del N presente en la harina de *Tithonia diversifolia* es de fácil disponibilidad.

En términos generales el follaje de *Tithonia diversifolia* se caracteriza por un alto contenido de nitrógeno total (proteína bruta), una alta proporción de nitrógeno de naturaleza aminoacídica, una rápida degradabilidad y fermentación a nivel ruminal, una baja proporción de N ligado a la fibra dietética insoluble, un bajo contenido de fibra y compuestos del metabolismo secundario y un alto contenido de fósforo (Mahecha et al 2000).

Cuadro 32: Composición bromatológica de la harina de Tithonia diversifolia

Parámetros	Porcentajes de la MS
Nitrógeno total (Nt) %	3.35
Proteína bruta	20.93
Nitrógeno amoniacal (NH ₃) %	2.38
NH ₃ /Nt %	71.04
Aminoácidos totales (AAT) %	36.92
Nitrógeno asociado a la fibra dietética insoluble (NFDI) %	0.58
NFDI/Nt %	17.31
FDA %	19.43
FDN %	24.05
Energía bruta (Mj/kgMS o Mcal/kg MS)	16.50 (3.48)

Fuente: Mahecha et al. 2000.

Cratylia argentea (*Cratylia*)

LEGUMINOSA ARBUSTIVA PARA SUELOS ÁCIDOS DEL TRÓPICO¹⁻²

Es originaria de la amazonía de Brasil, Bolivia y norte de la Argentina. Se han reconocido cinco especies diferentes de *Cratylia*, *C. argentea*, *C. bahiensis*, *C. hypargyrea*, *C. intermedia*, *C. mollis*. De ellas, la *C. argentea* y *C. mollis* tienen crecimiento similar y con buen potencial forrajero. En cambio, *C. bahiensis*, *C. hypargyrea* y *C. intermedia* tienen poco potencial como forraje debido a que son plantas de tipo enredadera con poco follaje disponible. No obstante, pueden ser fuente valiosa de genes por su resistencia a suelos salinos (*C. hypargyrea*) o tolerancia a heladas (*C. intermedia*).

Crece en clima cálido entre 0 a 1.200 m.s.n.m. y requiere abundantes precipitaciones (1.000 a 4.000 mm). No obstante, tiene buen comportamiento, aún, durante la época seca con varios meses con bajas precipitaciones (menor de 100 mm).

Biología y características de la planta

El género *Cratylia* es una leguminosa arbustiva perenne, de 1.5 a 3.0 m de altura (en formaciones vegetales abiertas) o en forma de lianas volubles cuando está asociada con árboles de mayor porte. La variedad "Veranera" es la de mayor distribución en Latino América.

Cómo toda leguminosa tiene la capacidad de fijar nitrógeno, a través de los rhizobium tipo cowpea, mejorando la fertilidad del suelo. Ramifica desde la base del tallo y puede tener hasta 11 ramas por plantas de 1.5 a 3.0 m de altura.

Las hojas son trifoliadas y estipuladas, los folíolos son membranosos o coriáceos con

los dos laterales ligeramente asimétricos. Se distingue fácilmente porque el envés de la hoja tiene un reflejo plateado.

La inflorescencia es un pseudoracimo nodoso con 6 a 9 flores por nodosidad; las flores varían en tamaños de 1.5 a 3.0 cm con pétalos de color lila y el fruto es una legumbre dehiscente que contiene de 4 a 8 semillas en forma lenticular, circular o elíptica.

La floración es abundante pero poco sincronizada. Las plantas pueden florecer el primer año de establecidas, pero los rendimientos de semilla son bajos. La floración se prolonga por uno o dos meses. La maduración de los primeros frutos ocurre aproximadamente un mes y medio después de la polinización y se extiende por dos a tres meses más. Por esta razón la cosecha de semilla es un proceso continuo (cosechas manuales una vez a la semana), que puede prolongarse durante gran parte del período seco.

Los rendimientos de semilla dependen del genotipo, edad de la planta y el manejo del corte y de las condiciones ambientales prevalecientes durante la floración y fructificación.

Prefiere suelos arenosos y con buen drenaje ya que los arcillosos se compactan e inundan con facilidad limitando el desarrollo radicular, que puede alcanzar hasta los 3 m de profundidad. Se adapta a suelos de mediana fertilidad, con un amplio espectro de pH (3,8 a 6,0) y soporta una saturación de aluminio de 0 a 87%.

¹⁾ Pedro J. Argel y Carlos E. Lascano Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT <http://www.fao.org/livestock/agap/jrg/agrofor1/Lascan11.PDF>

²⁾ Freddy Leandro Ruiz Hernández MVZFundación Universitaria San Martín Bogotá, Colombia, 2014 http://www.academia.edu/7196502/Cratylia_Argentea_cv_Veranera

Una de las características más sobresalientes es la alta retención foliar, particularmente de hojas jóvenes, y la capacidad de rebrote durante la época seca. Esta cualidad está asociada al desarrollo de raíces vigorosas que hace la planta tolerante a la sequía, aún, en condiciones extremas de suelos pobres y ácidos.

Hasta la fecha no se han reportado plagas ni enfermedades importantes, con excepción de algunos ataques moderados de *chiza (Melolonthidae sp.)* durante la fase de establecimiento, así como también ataques de algunos grillos y hormigas.

Técnicas de siembra

Se propaga fácilmente por semilla porque la propagación vegetativa no ha sido exitosa hasta la fecha. El arbusto produce semilla de buena calidad y sin marcada latencia física (dureza) o fisiológica, pero puede perder viabilidad (energía germinativa) relativamente rápido en un año si las semillas son almacenadas en condiciones de alta temperatura y humedad.

Al no tener latencia, la semilla no necesita escarificación previa a la siembra y aun más, la escarificación con ácido sulfúrico reduce la viabilidad de la misma. La siembra con semilla se debe hacer muy superficial, a no más de 2 cm de profundidad ya que siembras más profundas causan pudrición de la semilla, retardan la emergencia de las plántulas y producen plantas con menor desarrollo radicular.

La distancia de siembra es de 1 metro entre plantas y 1 metro entre surcos, pero si se quiere producir semilla se debe ampliar el rango a 4 metros entre plantas y entre surcos.

En el Cuadro 33 se presenta la densidad de siembra en función de la calidad de las semillas.

El crecimiento es lento durante los dos primeros meses después del establecimiento, a pesar que el vigor de plántula es mayor que el de otras leguminosas arbustivas. Aquel está asociado a la fertilidad del suelo y a la inoculación o no de la semilla con la cepa apropiada de rhizobium.

Producción de forraje y manejo

Los rendimientos de forraje están influenciados por la fertilidad del suelo, la densidad de siembra, la edad a la cual se realiza el primer corte y la edad de la planta (Cuadro 34).

Se debe de hacer el primer corte o pastoreo directo cuando tiene 8 meses de nacidas. El corte puede ser cerca del suelo (20-40 cm de altura). Xavier y Carvalho (1995) no encontraron diferencias significativas en rendimientos de MS/planta en cortes realizados a 20 y 40 cm de altura. Sin embargo, Maass (1995) encontró mayores rendimientos en plantas cortadas a 1 m que a alturas inferiores.

La producción de forraje aumenta con el tiempo debido al mayor desarrollo de las plantas.

Calidad nutricional y consumo de forraje

El follaje comestible (hojas + tallos finos) a los 3 meses de rebrote tuvo un alto contenido de proteína bruta (26%) similar al de otras especies conocidas como *Calliandra calothyrsus* (23.9%), *Erythrina poeppigiana* (27.1%), *Gliricidia sepium* (25.45) y *Leucaena leucocephala* (26.5%) (Lascano et al. 2005).

Cuadro 33: Cantidades de semilla requerida de Cratylia argentea cv. Veranera para sembrar de acuerdo al % de germinación

Germinación de la semilla (%)	Semillas con potencial para germinar (Kg)	Semillas que germinan en el lote (Kg)	Cantidad de semilla para la siembra(Kg/Ha)
60	2.400	2.160	5.0
70	2.800	2.520	4.0
80	3.200	2.880	3.5
90	3.600	3.240	3.0

Cuadro 34: Producción de forraje verde anual

	Año 1	Año 2	Año 3
Producción de Forraje (kg MS/ha)	3.000 a 4.500	18.000 a 27.000	36.000 a 45.000

En el Cuadro 35 se presenta la calidad nutricional media del follaje comestible (hojas + tallos finos) promedio de varios cortes.

Debido a los altos niveles de PB y bajo contenido de taninos condensados, es una excelente fuente de nitrógeno fermentable en el rumen (Wilson y Lascano, 1997).

Cuando se suministra la **C. argentea** inmadura (forraje fresco) a animales (carne o leche) sin previo acostumbramiento se reduce el consumo

significativamente respecto al forraje oreado (24 o 48 horas) o seco al sol. Sin embargo, se alcanzan altos consumos de MS cuando se hace un pastoreo directo alternando con franjas de gramíneas megatérmicas (sistema silvopastoril) o se agrega pequeñas adiciones de melaza (Palacios Hilario 2015).

También se han logrado muy buenos ensilado de **Cratylia** mezclada con caña de azúcar a un nivel del 25% o la melaza al 10%. En muchos países Centroamericanos se usa como forraje de corte y acarreo (Palacios Hilario 2015).

Cuadro 35: Calidad nutricional del follaje comestible (hojas + tallos finos)

Parámetro químico	%
Materia seca	30-35
Proteína bruta	20-24
DIVMS	60-65
FDN	45-54
FDA	30-34
Degradabilidad ruminal a los 48 hs	50-54
Fósforo	0.25-0.3
Calcio	0.5-0.6
Potasio	1.7-1.9
Magnesio	0.25-0.3
Azufre	0.24-0.28

(Lascano et al. 2005)

Morus alba (Morera)

La morera (*Morus alba*) originaria del Himalaya se ha utilizado, históricamente, para la alimentación del gusano de seda. En la década de 90 se realizó en Costa Rica una serie de trabajos en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) que evaluaron el po-

tencial agronómico y su utilización como forrajes, con ganado caprino y bovino (Milera et al, 2007). Este recurso forrajero tiene un gran potencial para la alimentación animal no solo de rumiantes sino de monogástricos y más cuando lo se asocia a los SSP (Fotos 3 y 4).



Foto 3: Morera (*Morus alba*). Fotografía: Fernández Mayer (Cuba).



Foto 4: Morera (*Morus alba*). Fotografía: Fernández Mayer (Cuba).

Biología y características de la planta

La morera es una planta forrajera arbustiva perteneciente a la familia Moraceae con hojas verde claro y frutos comestibles verdes o morados.

Requiere temperaturas entre 18 a 38 °C; precipitación de 600 a 2.500 mm; fotoperíodo de 9 a 13 h/d, desde nivel del mar hasta los 4.000m snm y humedad relativa del 65% al 80%.

La morera exige suelos de mediana a buena fertilidad, caso contrario se debe emplear fertilizantes químicos y/u orgánicos.

Técnicas de implantación

La reproducción pueden ser por vía sexual (semillas) o vía asexual (estacas).

Se puede implantar por **vía sexual** (semi-

llas) en siembra directa o **vía asexual** (estacas) en un **vivero** donde se hacen enraizar las estacas de 2 cm de diámetro con 2 a 3 yemas de las cuales una queda bajo tierra. Con el objetivo de acelerar la germinación se recomienda pelar (raspar) la parte inferior de la estaca que se enterrará, mejorando de esta forma la germinación (90% frente al 20% sin pelar). Una vez que las estacas enraizaron (± 2 meses) y el rebrote alcanza unos 25 a 30 cm de altura, se realiza el trasplante al sitio definitivo.

Entre ambas alternativas, se recomienda hacer la segunda (vivero y trasplante) para reducir la competencia con las malezas y lograr una mejor implantación del cultivo. La distancia de plantación aconsejable es de 0,70 m en la línea y de 1.0 m entre hileras para lograr una densidad de 14.200 plantas/ha (Mora Valverde 2010).

El primer corte se realiza a los 6 meses del trasplante cuando las plantas alcanzan una altura de

1,20 a 1,5 m, dejando un remanente (tallos + hojas) de 0.15 a 0.20 m del suelo. De esta manera, se logra un rebrote abundante con hojas y tallos tiernos (100% comestibles). En cambio, si el corte se hace a mayor altura el tallo se lignifica demasiado disminuyendo la cantidad de forraje aprovechable. Además, se aconseja el empleo de tijeras podadoras para hacer cortes netos y así prevenir las enfermedades.

Producción de forraje y calidad nutricional

La producción obtenida en un ensayo realizado en suelos con buena fertilidad en Cúcuta, (Colombia), se obtuvo una producción de forraje verde de 97.9 tn MV/ha/año y de 70 tn MV/ha/año cuando el corte se realizó cada 8 y 12 semanas, respectivamente. En este trabajo el porcentaje de forraje comestible fue de 95 y 88% respectivamente (Boschini 2006).

En Cuba, Martín et al, (2000) concluyeron que con una frecuencia de poda de 90 días se podían alcanzar rendimientos de 25 tn MS/ha/año y contenidos de Proteína Bruta de 15.63 y 21.39% para la biomasa total y las hojas, respectivamente.

En Costa Rica, la morera muestra rendimientos superiores a 30 tn MS/ha/año y una calidad bromatológica excepcional, con concentraciones de proteína bruta foliar superiores al 20% y digestibilidad in vitro de la MS de 80-90% (Boschini 2006).

Las ventajas nutricionales de la morera se ven reflejadas en su contenido de proteína cruda, que varía (hojas + tallos) entre el 14% al 26% y con excelente perfil de amino ácidos (Boschini 2006).

1999). Los niveles de FDN varían entre 33 a 46%, FDA entre 28 y 35%, la lignina 5-8%, calcio 2,42-4,71%, de magnesio 0.45 a 0.65% y 0,23 a 0,97% de fósforo (Singh y Makkar 2002).

Resultados en producción de carne y leche

La morera ha sido utilizada, tanto con vacunos para carne como para leche, para sustituir exitosamente a los granos de cereales (Manterola 2014). En Costa Rica las ganancias de peso con toros de raza criolla (Romosinauno) alimentados con pasto elefante (*Penisetum sp*), se incrementaron a más de 900 gramos diarios cuando la morera se dio como suplemento a razón del 1.7% del PV (Benavides 1999).

En el Cuadro 36 se presentan los resultados de un experimento realizado en Guatemala con novillos castrados de raza Cebú-Pardo Suizo alimentados con niveles crecientes de morera como suplemento a su dieta basal de ensilado de sorgo. Aunque las ganancias con altos niveles de morera fueron bajas (195 g/día) debido a la mediocre calidad del ensilado, este ensayo demuestra su valor como suplemento (González y Mejías 1994).

Milera et al, (2007) trabajando con vacas lecheras durante el año 2006 en el Municipio de Perico, provincia de Matanzas (Cuba), obtuvieron los siguientes resultados.

El ensayo experimental estuvo conformado por las siguientes características:

- Suelos: ferralítico rojo lixiviado.
- Precipitación anual: 1670 mm (año del ensayo)

Cuadro 36: Efectos sobre el consumo de MS y ganancias de peso de niveles crecientes de morera a una dieta base con ensilado de sorgo

Parámetros	Nivel de morera (% del PV)			
	0	0.5	1.0	1.5
Total Consumo de MS (%PV)	2.26	2.39	2.64	2.88
Consumo de ensilado	2.26	1.91	1.68	1.51
Ganancia de peso (g/día)	-128	-29	164	195

Se logran altos consumos cuando el forraje es molido o partido en fracciones pequeñas por su alta palatabilidad por parte de los animales, tanto con rumiantes como no rumiantes (Sánchez

- Características de la plantación de Morera: distancia entre hileras de 1.00 metro y 0.40 mts entre plantas. El primer corte fue realizado en el año de implantación para favorecer el crecimiento radicu-

lar. La fertilización se realizó con gallinaza (equivalente a 300 kg de nitrógeno/ha).

- Animales: se utilizaron 10 vacas Siboney (5/8 Holstein x 3/8 Cebú), homogéneas en producción de leche, lactancia (promedio de 54 días) edad y peso vivo (474 kg PV). Amamantaron sus terneros durante todo el ensayo.

- Duración del ensayo: 140 días.

- Manejo del ordeño: se ordeñaron las vacas con un equipo de ordeño mecánico una dos veces al día.

- Manejo de la alimentación:

La dieta estaba compuesta por:

- La morera se suministró en comederos la fracción comestible (hojas y tallos),

- *Leucaena leucocephala* (árbol)

- Pasto estrella (*Cynodon sp.*) como gramínea nativa.

La morera se suministró en 2 etapas:

- 1° etapa (53 días): se ofreció morera “ad limitum” sin trocear

- 2° etapa (87 días): primero se entregó Morera sin trocear a razón del 1% del PV, y al finalizar esta etapa, se fraccionó el forraje y la oferta se redujo al 0.7% PV.

En el Cuadro 37 se detalla la composición bromatológica de los forrajes utilizados en este trabajo.

En el Cuadro 38 se presenta el balance entre requerimientos y oferta, los consumos de alimentos (kg de MS/vaca/día y % del peso vivo) y la producción de leche de ambas etapas.

En este trabajo se destaca la factibilidad productiva y económica en la utilización de la morera, como una fuente de adecuada proteína y energía, para obtener con vacas mestizas producciones de leche del orden de 15 a 18 litros diarios.

Cuadro 37: Análisis químico de los forrajes

Especies	Fibra (%)	Proteína bruta (%)	Calcio (%)	Fósforo (%)
Pasto Estrella (Cynodon sp.)	29.31	7.01	0.51	0.18
L. leucocephala	27.58	20.86	1.88	0.37
Morus alba entera	16.46	24.74	1.78	0.42
Morus alba troceada	20.80	20.16	2.46	0.79

Cuadro 38: Balance nutricional y producción de leche por etapas (Milera et al 2007)

Alimentos	Consumos (kg MS/vaca/día y % del peso vivo)	Energía Metabolizable (Mcal EM/vaca/día)	Proteína bruta (gramos/vaca/día)	Producción de leche (litros/vaca/día) Grasa butirosa (%)
1° ETAPA (consumo ad limitum de la morera)				
Pasto estrella	3.27 kg	6.5	206 gr	206 gr
Leucaena	1.80 kg	4.1	369 gr	369 gr
Morera	7.87kg (1.7%PV)	8.1	1.951 gr.	1.951 gr.
Total	12.97 kg	18.70	2.527 gr.	2.527 gr.
Requerimientos		16.7	1.273 gr.	1.273 gr.
Balance		+ 1.0 Mcal	+ 1.259 gr. PB	+ 1.259 gr. PB
2° ETAPA (consumo restringido de la morera)				
Pasto estrella	6.91 kg	12.4	391	391
Leucaena	1.80 kg	4.1	369	369
Morera	3.93 kg (1.0% PV)	9.0	976	976
Total	11.94 kg	25.50	1.736	1.736
Requerimientos		22.60	903	903
Balance		+ 2.90	+ 833	+ 833

Moringa oleífera (*Moringa* o *Marango*)

UTILIZACIÓN COMO FORRAJE FRESCO PARA EL GANADO

La *Moringa oleífera* es originaria del sur del Himalaya, Nordeste de la India, Bangladesh, Afganistán y Pakistán. Se encuentra diseminada en una gran parte del planeta. En América Central fue introducida en los años '20 como planta ornamental y para cercas vivas. Se adapta a diferentes alturas, desde el nivel del mar hasta los 1.800 m snm.

Biología y características de la planta

Es un árbol (arbusto) que alcanza de 7 a 12 m de altura y de 20 a 40 cm de diámetro, con una copa abierta, tipo paraguas y fuste generalmente recto. Las hojas son compuestas y están dispuestas en grupos de folíolos en 5 pares acomodados sobre el pecíolo principal y un folíolo en la parte terminal. Los folíolos tienen una superficie foliar de 200 mm². Las hojas compuestas son alternas tripinadas con una longitud total de 30 a 70 cm.

Las flores son bisexuales con pétalos blancos, estambres amarillos y perfumados. Los frutos son cápsulas trilobuladas, dehiscentes de 20 a 40 cm de longitud. Contienen de 12 a 25 semillas por

fruto. Las semillas son de forma redonda y color castaño oscuro con 3 alas blanquecinas.

La *Moringa* requiere suelos francos a francos arcillosos, no tolera suelos arcillosos pesados o vertisoles ni suelos con mal drenaje.

En el Cuadro 39 se presenta la extracción de nutrientes del suelo, promedio de varios estudios, en plantaciones de *Moringa*. La alta productividad implica una mayor extracción de nutrientes del suelo, por ello los cultivos intensivos requieren buenos niveles de fertilización (Pérez et al. 2010).

Técnicas de implantación y manejo

Esta especie puede propagarse mediante dos formas: sexual (semillas) y asexual (estacas). La más utilizada para plantaciones es la sexual, especialmente cuando el objetivo es la producción de forraje.

La siembra se debe realizar en forma escalonada para disponer en todo momento de forraje fresco.

Cuadro 39: Extracción de nutrientes con diferentes producciones (kgMS/ha/año) de M. oleífera

Extracción de nutrientes (kg/ha/año)									
Producción (kgMS/ha/año)	Ca	P	Mg	K	Na	Cu	Zn	Mn	Fe
130	1.612	338	429	1.924	24.7	0.68	3.1	4.6	45.7
100	1.240	260	330	1.480	19.0	0.53	2.4	3.5	35.2
80	992	208	264	1.184	15.2	0.42	1.9	2.8	28.1
60	744	156	198	888	11.4	0.31	1.4	2.1	21.1
40	496	104	132	592	7.6	0.31	0.9	1.4	14.0
20	248	52	66	296	3.8	0.10	0.4	0.7	7.0

Ca: calcio, P: fósforo, Mg: magnesio, K: potasio, Na: sodio, Cu: cobre, Zn: zinc, Mn: manganeso, Fe: hierro (Pérez et al. 2010)

Reproducción sexual (semillas)

La siembra se realiza manualmente, a una profundidad de 2 cm y las plantas emergen entre 6 a 10 días de la misma. Es recomendable multiplicar las plántulas en un vivero, en envases especiales para su posterior trasplante al sitio definitivo.

La cantidad de semillas por kilogramo varía entre 4.000 a 4.800 y cada árbol puede producir entre 15.000 y 25.000 semillas/año. Las semillas no requieren tratamientos pregerminativos y presentan porcentajes altos de germinación, mayores que 90%. Sin embargo, cuando se almacena por más de dos meses disminuye su poder germinativo (Pérez et al. 2010).

Reproducción asexual (estacas)

Se puede reproducir, también, por estacas de 1 a 1,40 m de largo, aunque para ser trasplantado en regiones áridas y semiáridas conviene obtener el árbol por semilla, porque produce raíces más profundas. En el caso de árboles obtenidos por estacas, los frutos aparecen a los seis meses después de plantados (Rosales Méndez et al. 1998).

Plagas y enfermedades

Las plagas predominantes en la plantación de marango son las siguientes: gusano desfoliador (*Spodoptera spp.*), picudo abultado (*Phantomorus femoratus*) y zompopo (*Atta spp.*). Este último es el de mayor importancia económica. Para el control de desfoliadores y picudos se utilizan métodos manuales de eliminación, ya que las poblaciones son bajas.

Producción de forraje, manejo y calidad nutricional

Los árboles cultivados para forraje se podan para restringir el desarrollo de la copa y, así, promover el crecimiento de nuevas ramas. Después de cortados rebrotan vigorosamente y dan de cuatro a ocho renuevos por tocón.

Los rendimientos de MS pueden variar de 2,6 hasta 34,0 t MS/ha/corte para densidades de 95 a 16 millones de plantas/ha, respectivamente (Cuadro 40). Las pérdidas después de la poda suelen ser mínimas con una densidad de hasta un millón de plantas/ha.

La densidad de 1 millón de plantas/ha se ha considerado como la óptima, por la producción de biomasa fresca, costo de siembra, manejo del corte y control de malezas con buenas condiciones agroclimáticas.

Si se usan densidades mayores (más de 1 millón plantas/ha) se crea una alta competencia entre las plantas, vía fototropismo, provocando pérdidas de plántulas entre el 20 al 30% por año. En estas condiciones los tallos y rebrotes son delgados, incidiendo negativamente en la producción por hectárea. Sin embargo, se obtiene una alta producción de biomasa fresca y de mejor la calidad (tallos y hojas).

El valor de la Moringa, como forraje fresco, se debe a sus excelentes características nutricionales y a su alta producción de biomasa fresca. La Moringa, posee un alto contenido de proteínas en sus hojas, ramas y tallos. Sus frutos y flores contienen vitaminas A, B y C y proteínas. Las semillas tienen entre 30 y 42% de aceite y su torta (expeller) luego de la extracción del aceite puede contener cerca del 60% de proteína bruta.

Cuadro 40: Biomasa fresca, materia seca y proteína bruta, promedio de ocho cortes/año de Moringa

Densidad (plantas/ha)	Biomasa fresca (t/ha/corte)	Materia seca (t/ha/corte)	Proteína bruta (gramos/vaca/día)	Pérdidas de plantas en podas (%)
95	196	2.6	0.368	0
350	297	4.1	0.582	0
900	526	5.0	9.6	0
1 millón	780	8.3	1.5	1
4 millones	974	12.6	2.4	20
16 millones	259	34.0	6.4	30

Fuente: Foidl 2001

Las hojas de la Moringa deshidratada contienen 15 veces más potasio que el banano, 17 veces más calcio que la leche, 25 veces más hierro que la espinaca y 10 veces más vitamina A que la zanahoria. Por ello se lo usa para consumo y medicina de humanos, además de ser un excelente alimento para los animales (bovinos, ovinos, cabras, etc.) (Pérez et al. 2010).

Contiene alrededor de un 10% de azúcares (base seca) y la Energía Metabolizable en las hojas varía entre 2.22 a 2.35 Mcal EM/kg MS (9,5 a 10.1 MJ/kg MS). Además presenta un 70,5% de digestibilidad aparente de materia seca y 65,5% de digestibilidad aparente de proteína (Pérez et al. 2010).

La relación entre las fracciones hojas y tallos se mantiene entre 45 a 55 % en función de la fertilización y la edad del rebrote.

En el Cuadro 41 se presenta la composición química, promedio, de hojas y tallos de Moringa oleífera (Foidl 2001).

ga oleífera (Foidl 2001).

En el Cuadro 42 se presenta la composición química, promedio, de hojas y tallos jóvenes y desarrollados (maduros) de árboles de M. oleífera de seis años de edad, sembrados por semillas en Tolima, Colombia. El contenido de PB sobrepasó el 20% en las hojas y los tallos, tanto jóvenes como desarrollados (Garavito 2008).

La composición química varía en correspondencia con la fracción de la planta (Garavito, 2008). Este autor encontró los mayores valores de proteína bruta y Energía Metabolizable en las hojas (Cuadro 43).

Los niveles de factores antinutricionales en Moringa, como taninos y saponinas, son mínimos. No obstante, en las últimas investigaciones se ha encontrado un efecto positivo de estos metabolitos (taninos y saponinas) para el metabolismo energético del rumiante (Fernández Mayer et al. 2015).

Cuadro 41: Composición nutricional (%) de hojas y tallos de Moringa oleífera

	MS (%)	PB (%)	Digestibilidad de la MS(%)	FDN (%)	FDA (%)	PB-FDA (%)	PB-FDN (%)
Hojas	21	23	79	27	30	4	7
Tallos	15	9	57	55	64	2	3

FDA: fibra detergente ácida; FDN: pared celular; PC-FDA: proteína ligada al contenido de FDA en relación con proteína cruda total; PC-FDN: proteína ligada al contenido de pared celular en relación con proteína cruda total.

Cuadro 42: Composición nutricional de hojas y tallos jóvenes y maduros de Moringa de seis años de edad

Parámetro	Hojas y tallos	
	Jóvenes	Desarrollados (maduros)
Materia seca (%)	66.86	34.9
Proteína bruta (%)	21.59	26.74
Extracto etéreo (grasa) (%)	3.73	3.8
Energía Metabolizable (Mcal EM/kg MS)	2.45	2.39

Fuente: Adaptado de Garavito (2008)

Cuadro 43: Composición nutricional de Moringa de 54 días, molida y deshidratada

Parámetro	Hojas	Tallos	Hojas y tallos
Materia seca (%)	89.6	88.87	89.66
Proteína bruta (%)	24.99	11.22	21.0
Extracto etéreo (grasa) (%)	4.62	2.05	4.05
Energía Metabolizable (Mcal EM/kg MS)	2.3	1.63	1.99

Fuente: Adaptado de Garavito (2008)

Además, no se han encontrado inhibidores de tripsina ni de lectina (Foidl 2001).

Uso de la Moringa como forrajera para bovinos

El corte de los rebrotes se realiza en intervalos entre 35 y 45 días, en función de las condiciones de manejo del cultivo pueden llegar a tener una altura de 1,20 a 1,50m. El material cortado, tallos, ramas y hojas, se pica y se suministra fresco a los animales. Se han registrado consumos de hasta 27 kg de material fresco/animal/día (Foidl 2001).

Cuando se inicia la alimentación a los animales con Moringa es posible requerir de un periodo de adaptación, mezclándolo con otros alimentos. La Moringa se puede utilizar como un complemento o sustituto completo proteínico.

Garavito (2008) le asigna gran importancia a *M. oleifera* en la alimentación animal, ya que por los contenidos de proteína y vitaminas puede ser un suplemento de importancia en la ganadería de leche y de ceba (carne), así como en la dieta de aves, peces y cerdos, siempre que haya un adecuado balance nutricional.

Este mismo autor considera que tiene un grupo de desventajas que se deben resolver previamente, cuando se utiliza el forraje fresco como alimento directo:

- Se puede producir un sabor peculiar en la leche si no se dejan transcurrir por lo menos tres horas entre la ingesta y el ordeño.
- En vacas gestantes, se ha registrado un gran crecimiento del ternero en el útero. Ello puede provocar problemas en el parto (distocias).
- El alto porcentaje de agua en el forraje fresco y bajos niveles de fibra, hace necesario deshidratar el forraje y balancear la dieta con fibra provista por otros pastos o residuos de cosecha. De esa forma se evitan las deposiciones (heces) acuosas.

A pesar de estas restricciones, en la medida que se emplee adecuadamente el forraje fresco o deshidratado de la Moringa se puede obtener resultados excelentes (productivos y económicos). En varios trabajos, se han registrado ganancias diarias de peso con ganado de engorde de 1.200 kg/día con Moringa y 0.9 kg/día sin la utilización de Moringa (Garavito 2008).

En las últimas investigaciones evaluando el uso de ***Moringa oleifera*** como forraje fresco para alimentación de ganado de leche, no se han encontrado diferencias ni cantidad (litros/vaca ordeño) ni calidad de leche, en animales que estaban en pastoreo y suplementados con concentrados energéticos-proteicos respecto aquellos que estaban a pastoreo y suplemento de Moringa.

Flemingia macrophylla

(*Flemingia congesta* Roxb)

Es una leguminosa arbustiva perenne, nativa de regiones tropicales y húmedas de Asia donde la precipitación media anual oscila entre 1.100 a 3.500 mm. Crece desde 0 hasta 2.000 m sobre el nivel del mar.

Se ha naturalizado en varios países de África, Centroamérica, América del Sur y Australia.

Biología y características de la planta

F. macrophylla alcanza de 0.6 a 2.5 m de altura. Debido a que tiene raíces profundas que le permiten obtener agua de profundidad puede soportar hasta 6 meses de sequía. Emite tallos desde la base formando un arbusto compacto. Las ramas jóvenes son de color verdosas, de secciones triangulares y sedosas. A medida que envejecen los tallos se tornan color marrón. Las hojas son trifoliadas y muy grandes, de ahí el origen de su nombre (*macrophylla* significa, en griego, hoja grandes).

Las Inflorescencias son densas y sus frutos son vainas dehiscentes que se vuelven marrones al madurar, con dos semillas globulares de 2-3 mm de diámetro de color negro brillante. Puede florecer y generar frutos durante todo el año.

Se adapta muy bien a ambientes sombreados típicos de los SSP y a suelos con diferentes niveles de fertilidad, arcillosos y lateríticos y crece con un pH entre 4 a 8 y con altos niveles de aluminio (saturación 80%). Incluso soporta suelos mal drenados con anegamiento temporario.

Técnicas de siembra

La semilla tiene una cubierta (testa) muy dura que le provoca una dormancia entre 50 a 80%, por ello, se debe "escarificar" previo a la siembra (directa o en vivero) para que pueda ingresar el agua y germinar. Se recomienda hacer siembras en surcos a una distancia entre surcos de 0.5 m a 1.5 m y 0.5 a 1 m entre plantas.

Cuando se siembra en forma directa se deben colocar dos semillas escarificadas por sitio y a 1 ó 2 cm de profundidad. La otra alternativa es a través plantitas generadas en viveros. Se recomienda hacer cultivos en viveros en caso de hacer resiembra para asegurar la implantación.

Debido a que el crecimiento inicial es lento, se debe hacer un buen control de las malezas durante los primeros 5 a 6 meses de implantada.

Producción de forraje, calidad nutricional y manejo

Se puede hacer pastoreo directo (Foto 12) o corte, en este último caso se recomienda cortar a 40 cm de altura. El intervalo entre cortes varía según las condiciones ambientales (calor y humedad) pero en término medio oscila entre 60 a 90 días, haciendo el primer corte entre los 5 a 6 meses después de la siembra.

Tiene una excelente capacidad de rebrote y de buena calidad nutricional. Se pueden lograr altas producciones de hojas + tallos tiernos por hectárea, entre 6 a 12.000 kg MS/ha/año, con cortes cada 8 a 10 semanas. En cosecha manual se puede obtener hasta 200 kg de semilla /ha/año.

Los niveles de PB y la digestibilidad in vitro de la MS varían entre 15 a 30% y 35 al 55%, respectivamente, correspondiéndoles los mayores valores a los rebrotes tiernos. Es un buen suplemento proteico para épocas de sequía, como banco de proteína (Bernal et al. 2008).

Como otros miembros de la familia Fabaceae, *Flemingia macrophylla* es rico en , que a pesar de ello tiene muy buena aceptación por los rumiantes (bovinos, ovinos y caprinos). También se pueden hacer reservas de forraje, como ensilados o heno (Cuadro 44)

Cuadro 44: Calidad de ensilados y henos de *Flemingia macrophylla*

Ensilajes	MS	PB	FDN	FDA	TC
<i>Flemingia macrophylla</i>	95.24	16.17	66.65	57.18	2.57
Henos					
<i>Flemingia macrophylla</i>	89.91	17.96	61.44	53.18	3.66

Fuente: Bernal et al. 2008

ÁRBOLES FORRAJEROS

Gliricidia sepium¹ (Mataratón)

Dentro de los árboles forrajeros, la *Gliricidia sepium* es una de las especies más utilizadas en sistemas de corte y acarreo, debido a su alta producción y calidad de forraje. Tiene una gran variedad de usos, desde los maderables, cercas vivas hasta los medicinales, pasando por ser un forraje de buena calidad para los rumiantes, a través de los Bancos de Proteína (BP). Sin embargo, para monogástricos es una especie tóxica, debido a la cumarina.

Biología y características de la planta

La *Gliricidia sepium* (Jacq. Steud), es una leguminosa arbórea perenne con raíces profundas, que puede crecer hasta los 15 metros de altura y 40 cm de

diámetro dependiendo del ecotipo. Sus hojas son compuestas, imparipinadas de 10-25 cm de largo (Foto 5).

El Mataratón tiene en el período de floración numerosas flores amariposadas de color entre rosa y púrpura claro. Las flores tienen una longitud aproximada de 2 centímetros y se agrupan en racimos. Los frutos son vainas dehiscentes aplanadas, que poseen 3 a 8 semillas lenticulares de color amarillo ocre (Gómez et al. 2002).

Es un árbol que necesita suelos de mediana a alta fertilidad y profundos para permitir su desarrollo radicular. No prospera en suelos ácidos, necesita pH de 5.5 – 7.

Foto 5: Mataratón (*Gliricidia sepium*) Fotografía: Fernández Mayer (Cuba)

¹⁾ Árboles y Arbustos Forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica MATARRATÓN (*Gliricidia septum*), NA-CEDERO (*Trichanthera gigantea*), PÍZAMO (*Erythrina fusca*) y BOTÓN DE ORO (*Tithonia diversifolia*) María Elena Gómez, Lylian Rodríguez, Enrique Murgueitio, Mauricio Rosales Méndez, Carlos Hernán Molina, Carlos Hernando Molina, Enrique Molina, Juan Pablo Molina. CIPAV. Colombia

Técnicas de siembra

La reproducción pueden ser por vía sexual (semillas) o vía asexual (estacas).

Reproducción vía sexual (por semillas)

Antes de la siembra se deben inocular las semillas porque requiere una cepa específica de *Rhizobium* (*Rhizobium* cepa C-7) que, normalmente, no se halla presente en el suelo.

La germinación por semilla sexual es más rápida y uniforme que con estaca. La profundidad de siembra no debe ser mayor de 2 cm. Existen 2 formas de realizarlo, haciendo los plantines en vivero (almácigos) o sembrando directamente en el campo.

- **Siembra directa en el campo:** Se depositan 2 semillas por sitio a una profundidad de 2 cm, previa inoculación. Una limitante de la siembra directa es la competencia con las malezas. Por ello, es recomendable realizar la fase de vivero.

- **Fase de vivero:** Es una alternativa para llevar al campo plántulas vigorosas que puedan competir con la vegetación existente. Se pueden hacer tabloncillos de almácigos y luego repicar 2 o 3 plantas por maceta de polietileno.

El trasplante al sitio definitivo se realiza entre los 2 o 3 meses dependiendo del desarrollo de las plántulas. La altura óptima de transplante es 20 a 25 cm. En este caso, el tamaño del hoyo donde se colocará el o los plantines debe ser similar al de la maceta.

La distancia de plantación (plantines del vivero) o siembra en el sitio definitivo es de 1.0 x 1.0 m para obtener densidades de 10.000 plantas por ha. Es necesario que los lotes destinados a esta forestación no se encharquen, el matarratón no tolera la humedad en exceso.

Al comparar estaca vs semilla sexual, sin tener en cuenta densidad de siembra, se encontraron diferencias altamente significativas ($P=0.01$) a favor de la siembra directa con semillas, logrando promedios de 13.377 y 16.098 Kg de forraje verde por corte en estaca y semilla sexual, respectivamente (Gómez et al. 2002).

Reproducción vía asexual (estacas)

La práctica más difundida ha sido la propagación por estaca, debido a la fácil consecución, especialmente para forestaciones o cercas vivas. Sin embargo, en sistemas intensivos de producción de forraje se recomienda la siembra con semilla (sexual), para lograr una mayor persistencia en el cultivo, debido a que las plantas desarrollan un sistema radicular más profundo. Además, ese mejor anclaje permite soportar los cortes que se realizan periódicamente y tolerar mejor los períodos de sequía sin morir o defoliarse.

Las características de las **estacas** dependen del fin del cultivo. Por ejemplo, para establecer un **cercos vivo** se utilizan estacas de 1.0 a 2.5 m con diámetros de 5 a 10 cm y enterradas 20 cm. En cambio para establecer un **banco de proteína** (BP) para corte se utilizan estacas de 50 cm, las cuales deben proceder de ramas maduras (6 meses).

En todos los casos es conveniente hacer un bisel en las estacas para aumentar la superficie de absorción de agua y con ella, acelerar el rebrote de las yemas.

La estacas se pueden colocar acostadas sobre el terreno, dejando 2 a 4 yemas libres y tapar con 10 cm de suelo, o hacer un ahoyado de 15 cm. de profundidad.

Implantación con estacas

Ventajas

- El costo de establecimiento es menor, por no tener el manejo de la etapa de vivero y posteriormente el trasplante.
- La planta adquiere un desarrollo normal y se obtiene la primera cosecha más pronto (7 meses).

Desventajas

- En la etapa inicial (3 meses) requiere mucho cuidado en cuanto a control de malezas y disponibilidad de agua.

Densidades de siembra, tipos de podas y producción de forraje

Densidades de siembra

Palma (2005) utilizó densidades de hasta 125.000 plantas/ha y aumentó la producción en 2.8, 3.8 y 12.6 veces más que en las densidades de 40.000, 20.000 y 10.000 plantas/ha respectivamente, con mejores niveles de sobrevivencia para la mayor densidad. Sin embargo, en un trabajo realizado por Gómez et al (2002) quienes evaluaron 3 densidad de siembra (0.5 x 0.5 m, 0.8 x 0.8 m y 1.0 x 1.0 m) y bajo 2 sistemas de propagación (estaca vs semilla sexual); que corresponden a poblaciones de 40.000, 15.625 y 10.000 plantas por hectárea, respectivamente, encontraron una diferencia significativa a favor del sistema de propagación de semilla sexual, en las 3 densidades de siembra, siendo más evidente en la densidad de 0.5 x 0.5 m.

A pesar de obtener mayores producciones de forraje con la densidad de siembra de 0.5 x 0.5 m, no se recomienda establecer este tipo plantaciones, debido a la dificultad que existe para desarrollar las actividades de manejo como cosecha, riego, fertilización, liberación de control biológico, etc. Además, representa mucho riesgo de lesiones para el operario durante la cosecha, debido al estrecho margen de acción que tiene.

Si bien con altas densidades (40.000 plantas/ha), hay una mayor producción de forraje en los primeros años esa diferencia disminuye a través del tiempo. Por ello no se justificar económica ni técnicamente la utilización de ellas. La densidad más utilizada en los bancos de proteína es de 10.000 plantas/ha (Navas et al. 2014).

El distanciamiento entre las estacas depende mucho de la finalidad de la plantación. Para demarcar límites, cerrar potreros o lotes de cultivo o hacer BP para consumo animal el distanciamiento puede variar de 0.5 a 5 m.

Cómo se dijera en párrafos anteriores, a menor distanciamiento habrán plantas más delgadas y tiernas lo que favorece el consumo por tratarse de un forraje de mejor calidad.

Tipos de podas

Poda de formación: El primer corte se debe hacer entre los 6 y 8 meses después de la siembra. Se cortan los árboles a poca distancia del suelo, para favorecer la ramificación. La altura de corte es de 1.0 a 1.20 m, siempre es conveniente dejar algunas ramas para que haya una recuperación más rápida de las plantas. Las podas sucesivas se harán siempre 30 ó 40 cm por encima de la inmediatamente anterior, hasta que el monte (cerca o BP) llegue a la altura deseada.

Se recomienda utilizar tijera podadora para hacer el corte, el machete propicia desgarrar de los tallos lo que va en contra de la persistencia del cultivo.

Poda de mantenimiento: Se hace para mantener el monte siempre en estado juvenil, produciendo continuamente brotes nuevos. La poda se hace cortando todas las ramas a la misma altura y ancho.

Poda de rejuvenecimiento: Cuando el monte empieza a envejecer se hace un corte muy cerca del suelo, para estimular el desarrollo de nuevos brotes (yemas adventicias) para rejuvenecer el monte.

Durante los dos a tres primeros años de establecimiento se debe de recolectar el forraje una o dos veces por año; después de los tres años se puede recolectar el forraje cada tres meses.

La producción de forraje varía entre 10 a 20tn/ha, de ellos se encontró que 5 a 15 tn/ha correspondían a hojas (Navas et al. 2014).

Calidad nutricional

La calidad del forraje (hojas + tallos tiernos) es muy alta y se degrada rápidamente en el rumen (Gómez, et al., 1995).

- Proteína bruta (PB): 20 a 30%
- Fibra detergente neutro (FDN): 45-55%.
- Fibra detergente ácida (FDA): 28-33%.
- Digestibilidad in vitro de la MS (DIVMS): 54 a 70%.
- Calcio: 1.5 a 1.7%
- Fósforo: 0.15 a 0.2%

Trinchantera gigantea

(Nacedero o Yátago)

El nacedero (*Trinchantera gigantea*), es un árbol mediano que alcanza de 4 a 12 m de altura, una copa de 6 m de diámetro, muy ramificado. Las ramas poseen nudos pronunciados, hojas opuestas, aserradas y vellosas, de color verde oscuro. Se encuentra cerca de ríos y fuentes de agua, en zonas pantanosas, bosques húmedos y estuarios entre los 100 y 2.150 m de altitud.

Biología y características de la planta

El tallo es ramificado con hojas de unos 30 cm de longitud, simples, opuestas, de color verde oscuro. Las inflorescencias sobresalen en la copa del árbol y las flores, en forma de campana, son de color rojo oscuro, vino tinto o amarillo, de 3 a 4 cm de longitud. Los frutos son alargados, hasta de 2 cm, duros como madera, contienen en promedio dos semillas redondas, de hasta 5 mm de diámetro.

Tolera bien la sombra. Los climas que más le favorecen son los trópicos húmedos y subhúmedos, si se siembra en climas secos debe hacerse bajo sombra, muy cerca de los nacimientos de agua, sino se corre el riesgo de que no sobreviva. Sin embargo, no soporta suelos inundados por largo tiempo.

Se adapta a suelos ácidos pero requiere que estos sean profundos, aireados y tiene buena respuesta a la fertilización orgánica.

Técnicas de implantación

La reproducción pueden ser por vía sexual (semillas) o vía asexual (estacas).

Reproducción vía sexual (semillas)

En el caso de una siembra con semillas se debe sembrar, primero, en un vivero (tablones) y luego los plantines (20-25 cm) se transplantan directamente en el campo, a una distancia de 1 m entre

plantas y 1 m entre hileras (10.000 árboles por hectárea) o a 1m x 0,80 (12.500 árboles por hectárea).

Se recomienda mantener limpios de malezas el sitio, a través, de un control mecánico o químico.

Reproducción vía asexual (estacas)

Las estacas deben tener unos $\pm$ 20 cm de largo y 2 a 3 cm. de diámetro con 2 a 3 yemas de las cuales una queda bajo tierra. Se implantan a unos 0.80 a 1.0 m entre estacas y a 4 a 6 m entre líneas, dependiendo del diseño de la plantación.

Se requiere que el suelo disponga de buena humedad para lograr un buen enraizamiento.

Producción de forraje y calidad nutricional

La producción promedio de forraje verde por árbol en el Trópico Subhúmedo oscila entre 6 y 8 kg, por año, lo cual equivale a 60 u 80 toneladas de materia verde por hectárea año.

En un Banco Proteico, lo más recomendable es cortar las plantas cuando tengan una altura mínima de 1.5 m. Es conveniente dejar algunas ramas para una rápida recuperación. Los cortes pueden ser cada 55 a 75 días depende de la zona y del comportamiento productivo del nacedero.

Recién en plantaciones con más de 2.0 m de altura se puede hacer un pastoreo directo con bovinos, y así aprovechar el nacedero con los forrajes herbáceos que haya asociados.

En el Cuadro 45 se presenta la composición química del nacedero. En este cuadro se observa niveles muy adecuados proteicos y de ambas fibras (FDN y FDA) que permiten alcanzar altas producciones de carne con bovinos.

Cuadro 45: Valor Nutricional del Nacedero (*Trichantera gigantea*) Costa Rica

Parámetro químico	%
Materia seca	19-25
Proteína bruta	16-20
FDN	45-50
FDA	30-35
Calcio	3.5-4.0
Fósforo	8.0-9.5

Fuente: Zúñiga 2002

Otros usos

Además, del empleo del nacedero en SSP asociado a especies herbáceas (gramíneas y/o leguminosas forrajeras). También se puede utilizar como barrera rompevientos, arbolado lindero (cerca viva) y para recuperar áreas erosionadas.

Se le atribuyen propiedades medicinales, como protector hepático y antimalárico. Los tallos verdes se utilizan para tratar la nefritis y las raíces como un "tónico para la sangre". Sus brotes se utilizan mezclados con la harina de maíz, para el consumo humano.

Leucaena leucocephala (*Leucaena*)

Biología y características de la planta

La leucaena es una leguminosa arbórea, originaria de México, que se desarrolla desde 0 hasta los 1.000 m sobre el nivel del mar (snm), pudiéndose cultivar hasta los 1.500 m snm. Puede medir de 4 hasta los 20 m de altura. Resiste ampliamente la sequía, desarrollándose en zona donde apenas caen 250 mm de lluvia anual. Prefiere suelos con buen drenaje. Resiste una amplia

gama de pH (5.6 hasta 8.0), aunque resiste mejor los suelos alcalinos que los muy ácidos.

Existen tres tipos diferentes de leucaena que desarrollan diferentes alturas: a) porte bajo 4-6 metros (tipo hawaiano o variedad-ecotipo 17489), b) porte mediano 14-16 metros (tipo salvadoreño o variedad-ecotipo 9904) y c) porte alto de 20 metros (tipo peruano o variedad-ecotipo 1774) (Ruíz et al. 2008) (Foto 6).

Foto 6: *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) Fotografía: Fernández Mayer (Cuba)

Además, de ser excelente complemento proteico en la dieta para el ganado vacuno, también mejora los suelos (efecto de la nitrificación) y evita la erosión.

Técnicas de implantación y manejo

La reproducción pueden ser por vía sexual (semillas) o vía asexual (estacas). Sin embargo, la presencia de vegetación espontánea puede limitar el rápido establecimiento cuando se usan estacas por lo que se recomienda hacer una fase de vivero.

Reproducción vía sexual (semillas)

Para ello, se siembra en tabloncitos o tubo plásticos (en vivero) semillas que, previamente, estuvieron en remojo por 24 horas y fueron escarificadas para facilitar la germinación. Además, se deben inocular con el rizobium específico (*Rhizobium loti*).

La duración de esta fase (vivero) es de 45 a 60 días hasta que las plantas alcancen una altura de 30 a 40 cm, a partir de este momento están listas para ser trasplantadas. Las plantas se transplantan cada 18 m² (6 m entre hileras y 3 m entre plantas). El primer corte se realiza después de los 8 meses, a una altura de 1.5 a 2.0 m.

En la época poco lluviosa se practica la poda escalonada de las plantas de *Leucaena*, en función de la disponibilidad de los pastos acompañantes. Se cortan con machete o motosierra cuando la *Leucaena* sobrepasa los 2,5 m de altura dejando tocones o tallos de ± 0.50 -0.70 m. Este tipo de poda escalonada se planifica según el número de árboles por parcela y el número de rotaciones que se prevé para la seca, teniendo en cuenta, además, que los árboles que se cortan en un año, no se cortan en el otro, por lo que la poda individual de cada árbol se realiza cada dos años.

Para cada día de permanencia de los animales en la parcela se corta un número determinado de árboles. De esta forma, los animales siempre tendrán acceso a follaje de ramoneo y poda, además de la sombra. En la época lluviosa los árboles no se podan, los animales solo pastorean el pasto implantado y ramonean la leucaena que puedan acceder.

El crecimiento lento de la leucaena tras-

plantada permite la siembra de cultivos de cosecha intercalados (maíz, sorgo, etc.), por un período de 2 años (Agrosilvopastoril), y luego se siembran los pastos (gramíneas y/o leguminosas forrajeras perennes) que mejor se adaptan al SSP.

Igual a lo que ocurre con el samán (*Pithecellobium saman*) las plantas forrajeras que se desarrollan intercaladas con la leucaena se benefician de esta leguminosa, obteniendo abundante nitrógeno en el suelo, generado por la bacteria (simbiosis).

Producción de forraje y calidad nutricional

La leucaena, se caracteriza por los altos niveles de proteína (24-29%, base seca), con una degradabilidad en el rumen 53.6 %, (46.4 % by pass al duodeno), transformándolo en uno de los mejores bancos proteicos que habría disponible para los SSP de clima tropicales y subtropicales (Chongo et al. 1998).

Los estudios de degradabilidad "in situ" de la MS y la FDN de diferentes variedades de *Leucaena leucocephala* mostraron niveles de degradabilidad de estos indicadores entre los 65-80 % y 52-70 %, respectivamente, a las 72 horas de fermentación ruminal (Ruíz et al. 2008).

La leucaena puede tener, especialmente en sus hojas, un alcaloide llamado "mimosina". Sin embargo en el estómago de los vacunos existe una bacteria (*Synergistes jonesii*), que descompone a este alcaloide eliminando todo peligro de intoxicación. Esto ocurre con los vacunos y, específicamente, aquellos que viven en zona tropical porque es donde se desarrolla esa bacteria. Además, la leucaena favorece el incremento de las bacterias celulolíticas y la actividad de sus enzimas. Al mismo tiempo reduce la población de protozoarios, por acción de las saponinas, produciendo efectos defaunantes (Ruiz et al. 2008).

El Cuadro 46 presenta la información bromatológica de dos gramíneas: el pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus* K. Schum.) y el pasto Tanzania (*Megathyrsus o Panicum maximum* Jacq.) var. Tanzania, ambas consociadas a *Leucaena leucocephala* var. Cunningham, en los SSP en dos regiones de bosque seco tropical. La primera corresponde al valle interandino del Cauca medio, con régimen bimodal de estaciones secas menores

a cuatro meses, y la segunda en el Caribe seco en el valle del río Cesar, con estaciones secas mayores de cinco meses (Barahona et al. 2014).

El forraje de *L. leucocephala* casi triplica en proteína a las gramíneas tropicales, además tuvieron muy bajos los niveles de fibra, con valores máximos que no superan el 41% de FDN y de 30% de FDA (Barahona et al. 2014).

ca seca, en tanto que esta oferta en monocultivo de pasto estrella africana (*C. plectostachyus*) sin arbustos ni árboles, solo llegó a 948 kg MS/ha/pastoreo. En la temporada de lluvias, las producciones oscilaron entre 4.797 y 5.407 kg MS/ha/pastoreo. Mientras que el pastoreo tradicional con sólo pasto estrella fue de 1.200 kg MS/ha/pastoreo (Solorio-Sánchez et al. 2011).

Cuadro 46. Composición bromatológica de forrajes componentes de SSP en dos localidades de bosque seco tropical en Colombia.

Componente (%)	Estrella africana (<i>C. plectostachyus</i>)		Tanzania (<i>M. maximus</i> cv Tanzania)		Leucaena (<i>L. leucocephala</i>)	
	Valle interandino	Caribe seco	Valle interandino	Caribe seco	Valle interandino	Caribe seco
Proteína bruta	11.6	7.56	13.0	6.77	23.7	24.3
FDN	71.9	70.5	70.3	69.5	40.3	29.4
FDA	43.1	44.2	44.7	48.1	30.0	23.7
Cenizas	10.8	8.3	13.0	9.66	9.39	7.61

Fuente: Adaptado de Barahona et al. (2014). Referencias: FDN: fibra en detergente FDA: fibra en detergente ácido.

Otra ventaja de los SSP basados en *L. leucocephala* es su alta oferta de nutrientes. Barahona et al. (2014) midieron en ambas regiones una producción de biomasa de 19,2 y 15,6 t MS/ha/año y de 3123 y 2856 kg de PB/ha/año para el valle medio del río Cauca (región andina) y el valle del río Cesar (Caribe seco), respectivamente.

En la consociación de gramíneas con *leucaena* establecidas a distancias no superiores a dos metros (lo más frecuente 1,30 a 1,60 m), se genera una oferta de biomasa que en promedio contiene 16,26% de PB, con 63,23% de FDN en el valle del río Cauca zona andina y 11,27% de proteína cruda con 59,64% de FDN para el Caribe seco en el valle del río Cesar (Gaviria et al. 2012).

En el trópico seco del Pacífico, en el estado de Michoacán (México) se realizaron evaluaciones del follaje de *L. leucocephala* y *M. maximus* establecidos en el Valle de Tepalcatepec. Se encontró que existe mayor producción de biomasa en aquellos campos que tenían SSP a lo largo del año (periodos de sequía, de lluvias y en los meses fríos).

La oferta de MS en cada pastoreo varió entre 3.602 a 4.791 kg MS/ha/pastoreo en la épo-

La energía solar transformada en biomasa forrajera en los SSP al ser pastoreada por el ganado durante cortos periodos con el empleo de la cerca eléctrica, permite sostener altas cargas de animales que oscilan según la región y el clima, entre 2,0 y 4,5 cabeza/ha muy superiores al pastoreo continuo en sabanas (cinco veces) o en pastos seleccionados sin fertilización (dos a tres veces) y cercanas o iguales a las que se logran con riego y fertilización de gramíneas tropicales.

En la estación seca, la producción forrajera del SSP y, por ende la carga, se reduce aunque no lo hace en forma significativa como con los pastos sin árboles (Broom et al. 2013).

Resultados en producción de carne y leche

Los altos niveles proteicos, como se mencionara arriba, en las hojas, en las ramas y en las semillas representan una excelente alternativa para asociarla con pastos (megatérmicos) para balancear la dieta de bovinos para carne o leche.

El bajo contenido de fibra (FDN y FDA) de la leucaena mejora los consumos de MS por los rumian-

tes. Esto sucede porque la fibra es el principal factor físico de pared celular que afecta el consumo de forrajes (Barahona Rosales y Sánchez Pinzón 2005).

Cuando se midió el consumo de MS de novillos cebuinos de ± 250 kg PV pastoreado en un SSP con *L. leucocephala* y pastos tropicales como estrella africana (*C. plectostachyus*) y Tanzania, (*M. maximus*), asociados a árboles maderables nativos jóvenes como roble morado (*Tabebuia rosea Bertol.*) y móncoro o solera (*Cordia gerascanthus L.*), los animales tuvieron consumos equivalentes al 2,65% contra sólo 2,35% del PV de los animales pastoreando en el sistema tradicional (Barahona et al. 2014).

Varios trabajos realizados con leucaena en SSP encontraron buenos rendimientos en la canal (res) y en producción de carne magra, color deseable de la grasa subcutánea para el mercado y una composición de ácidos grasos, como la que desean los mercados modernos, con mayor tenor de ácidos grasos poli-insaturados, mayor proporción de ácidos oleico y linoléico conjugado (CLA) y antioxidantes como la vitamina E (Mahecha et al. 2011).

Producción animal y de metano en los sistemas silvopastoriles. Asociación de Leucaena leucocephala, gramíneas y leguminosas forrajeras¹

Hernández et al. (2007) desarrollaron estudios con diferentes intensidades de pastoreo en SSP a partir de una multi-asociación de gramíneas, leguminosas herbáceas y *L. leucocephala* con alta densidad

(15,000 plantas/ha) y alta intensidad de pastoreo.

La inclusión de la leguminosa arbórea *L. leucocephala* en toda el área de pastoreo cubierta por pastos naturales permitió ganancias individuales de 715 g/animal/día y un incremento del 51% en la producción de carne/ha, con relación a la obtenida con base de pasto nativo solamente. Frente a una sequía muy fuerte, este sistema silvopastoril logró mantener una ganancia individual, promedio, superior a los 400 g/día.

Estudios realizados con machos provenientes de rebaños lecheros, en un sistema compuesto por Panicum maximum cv. Guinea likoni, Brachiaria decumbens cv. Basilisk y pastos naturales (*Dichanthium sp.* y *Paspalum notatum*) asociados con leucaena a razón de 555 árboles/ha, tuvieron un menor peso al sacrificio que los del tipo Cebú. Esto se debió que éstos últimos son más rústicos y adaptados a las condiciones de pastoreo sin insumos.

En los sistemas estudiados, se supone que la leucaena ha influido en un mejor comportamiento de los animales, debido a su alta calidad y composición aminoacídica, así como a la presencia de fitoestrógenos e isoflavonas que mejoran la permeabilidad de la mucosa ruminal y permiten una mayor absorción de los metabolitos. También pudiera estar relacionado con una mayor cantidad de bacterias totales y hongos celulolíticos en el rumen de los animales que pastaron en áreas con la arbórea, al favorecer una mayor degradación de la fibra, con un mayor consumo total de la ración (Corral-Flores et al. 2012).

¹ Adaptado de Milera.M 2013. Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio ambiente. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba. <http://www.ucol.mx/revaia/portal/pdf/2013/sept/1.pdf>

Acacia decurrens will (Acacia negra)

La acacia negra *Acacia decurrens* es nativa del sureste Australiano (de Victoria a New South Wales y del sureste de Queensland) y de Tasmani.

Biología y características de la planta

La Acacia negra es una leguminosa arbórea de 6 a 20 metros de altura. Sus hojas son bipinnadas, sobre pecíolos de 1,5 a 2,5 cm de longitud. Mientras que sus flores tienen cabezas globosas de 5 a 8 mm de diámetro, con inflorescencias que pueden ser en panícula o racimo y semillas negras de 3 a 5 mm de longitud, 2 a 3,5 mm de ancho.

La acacia negra tolera sequía (66 a 228 mm), suelos pobres y lateríticos con pH 5.0 a 7.2. Es relativamente tolerante al frío, aunque su temperatura óptima oscila entre 14,7 a 27,8 °C. Crece hasta desde el nivel del mar hasta 3.200 m s.n.m.

Técnicas de implantación y manejo

La reproducción pueden ser por vía sexual (semillas) o vía asexual (estacas). Sin embargo, la presencia de vegetación espontánea puede limitar el rápido establecimiento cuando se usan estacas por lo que se recomienda hacer una fase de vivero.

La propagación por semilla es fácil. Las semillas se extraen después de secar los frutos, se hidratan durante 48 horas o se escarifican sumergiendo la semilla en agua hirviendo durante un a

tres minutos y posteriormente se siembran.

Usualmente son sembradas en semilleros (vivero) previa inoculación con las cepas específicas, y trasplantadas después de 3 a 6 meses. Pueden trasplantarse cuando alcanzan 15 a 25 cm de altura.

Producción de forraje y calidad nutricional

La acacia negra es una especie fijadora de nitrógeno, aporta hasta 250kg/ha/año. Tiene un acelerado crecimiento, 3.2 m de altura promedio a los 14 meses de edad además de su alta producción de biomasa comestible de alta calidad.

Se asocia muy bien con muchos pastos megatérmicos, entre ellos, el kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). En un trabajo donde se evaluaron 3 densidades de Acacia asociado con Kikuyo; en alta densidad (1110 árboles/ha), en baja densidad (407 árboles/ha) y testigo (sin árboles).

La producción del pasto fue inferior estadísticamente ($P < 0.05$) en alta densidad, 1397 comparada con 2084 y 2130 kg MS/ha/año para baja densidad y testigo respectivamente. La producción de forraje comestible proveniente de la acacia fue de 1.4 y 1.0 t MS/ha para baja y alta densidad respectivamente (Gualdron Calderón y Padilla Charry 2007).

En el Cuadro 47 se presenta el análisis bromatológico del follaje de *Acacia decurrens*.

Cuadro 47: Contenidos nutricionales del follaje de *Acacia decurrens* (%)

	MS	PB	FDN	FDA	Lignina
Follaje de <i>Acacia decurrens</i>	7.0-9.0	12.5-14	55-60	28.30	5.08

Producción de carne

Fernandez et al., (1999) evaluaron la sustitución de follaje de la Arbórea Acacia decurrens por un concentrado comercial (20% PB), como suplemento en la recría de terneras de reemplazo para lechería Holstein bajo pastoreo de Kikuyo (Pennisetum. clandestinum).

Se evaluaron dos niveles (T1: 0 y T2: 100%) de sustitución de concentrado comercial por hojas frescas de Acacia decurrens. La calidad nutricional de las hojas de Acacia fue adecuada con 50.04% de degradabilidad ruminal in situ a 48 horas, 14.8% de PB.

Los consumos del T1, (Kikuyo + concentrado) fueron 2 kg concentrado/ternera/día y el T2 (Kikuyo + hojas de A. decurrens) consumieron 4 kg.MS de hojas/ternera/día. Se encontraron diferencias significativas en los niveles de FDN entre el

Kikuyo y la Acacia, 42 vs 55%, respectivamente.

La ganancia de peso fue mayor en el T2 (Pasto Kikuyo + Acacia) respecto T1 (testigo) (pasto Kikuyo + concentrado), 0.638 y 0.595 kg/ternera/día respectivamente. La mayor ganancia del T2 pudo estar influenciada por los fitoestrógenos y las isoflavinas contenidas en las leguminosas que mejoran la permeabilidad de la mucosa intestinal facilitando una mayor absorción de los metabolitos. Además, de un efecto de los taninos de la acacia que pudo incrementar la proteína by pass al rumen.

Usos

Es muy utilizado para el consumo de los bovinos en los SSP, es una excelente fuente de taninos el curtido del cuero, en la medula del tallo puede contener hasta el 49% de taninos). Además, la madera tiene múltiples usos (construcción, mueblería y combustible).

Guazuma ulmifolia (Guácimo)

Es originario de México y crece de este país hasta noreste de Argentina, Ecuador, Perú, Paraguay, Bolivia, Brasil y en el Caribe.

Biología y características de la planta

El guácimo, es un árbol mediano o arbusto de la familia Sterculiaceae, de porte pequeño a mediano, que puede alcanzar de 2 a 15 m (hasta 25m) de altura, con un DAP (diámetro a la altura del pecho) de 30 a 40 cm (hasta 80). De copa redonda y extendida.

Su tronco es torcido y ramificado, con hojas simples, alternas, ovaladas a lanceoladas de color verde oscuro en el haz y verde grisáceo amarillento en el envés.

Sus flores pequeñas y amarillas, se agrupan en panículas en la base de las hojas. Sus frutos son cápsulas verrugosas y elípticas, negras cuando están maduras con olor y sabor dulce, con numerosas semillas pequeñas y duras (Delgado y Ramirez 2014).

Crece bien desde el nivel del mar a los 1200 m snm, en zonas cálidas con temperaturas promedios de 24°C, de 700 a 1500 mm de precipitación/año, incluso se encuentra frecuentemente por debajo de los 500 m, en regiones con estación seca. Se da en suelos de texturas livianas y pesadas, con buen drenaje, no pedregosos y pH superior a 5.5.

Técnicas de implantación y manejo

Se puede reproducir por vía asexual (estacas) o sexual (semillas).

Reproducción asexual (estacas)

Se requiere de 5 a 8 meses para que las ramas alcancen un diámetro de 1.5 a 2.5 cm, luego se cortan estacas de un largo variable, según diseño de la plantación, entre 60 a 80 cm. Se busca que cada estaca tenga varias yemas (4 a 6). Al plantarlas se dejan 2 a 4 yemas en la superficie. El guácimo tiene buena capacidad de rebrote y este atributo la convierte en una especie ideal para ser manejada en

los potreros de zonas secas (Giraldo 2014).

Reproducción sexual (semillas)

La producción de plántulas en vivero es fácil, se siembran 2 a 4 semillas por bolsa plástica o muchas en un tablón (bajo media sombra).

En 14 a 16 semanas alcanzan 25 a 30 cm de altura, ideal para trasplantarlas al inicio de las lluvias o con riego artificial. La distancia adoptada comúnmente es de 2 x 2 m, obteniendo mayor crecimiento en diámetro y altura. Se recomienda eliminar las malezas 2 ó 3 veces durante el primer año (Giraldo 2014).

Producción de forraje y calidad nutricional

Sus hojas y frutos son palatables y muy apetecidos por el ganado. Las hojas poseen entre 14 al 17% de proteína bruta, con una digestibi-

lidad in vitro de 40-60% y los frutos entre 8-10% PB (Delgado y Ramírez 2014).

En los Cuadros 48 y 49 se presentan la producción de biomasa por árbol y por hectárea en un trabajo realizado en Colombia (Giraud 2014).

Algunos árboles y arbustos tienen valores de proteína bruta relativamente altos, dependiendo de la especie y tipo de árbol.

En el Cuadro 50 se informan algunos parámetros nutricionales (PB, FDN y FDA) de 3 especies arbóreas consideradas como promisorias para incluirlas en sistemas silvopastoriles.

El potencial de aporte energético en los árboles pequeños (con fuste menor de 1.2 m) es inferior que los árboles de mayor tamaño (longitud de fuste entre 1.2 y 2.35 m), dado por la baja tasa de degradación de la MS (Cuadro 51).

Cuadro 48: Producción de biomasa de árboles de Guácimo, de distintos tamaños Pinto Magdalena (Colombia).

Tamaño árbol	Kg MV/árbol	MS (%)	Kg MS/árbol
Grande (Fuste mayor 2.35 m.)	169	44	74
Mediano (Fuste entre 1.2-2.35 m.)	106	46	49
Pequeño (Fuste menor 1.2 m.)	4.5	38	1.7

Fuente: Giraldo (2014)

Cuadro 49: Densidad de árboles y producción de forraje de guácimo, en varias fincas de Pinto Magdalena (Colombia).

Parametro	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4
N° de Árboles/ha	20	12	10	10
Producción de forraje (kg MS/ha)**	1224	734	612	536

Fuente: Giraldo (2014)

Cuadro 50: Composición química, fraccionamiento de la fibra y consumo de forrajes de tres árboles en sistemas silvopastoriles, Costa Rica.

Variable	Leucaena	Matarratón	Guácimo
Proteína Bruta (%)	25.0	25.8	14.7
FDN (%)	47.8	43.5	49.5
FDA (%)	28.5	26.2	31.4
Consumo MS (% peso vivo)	0.512 ^b	0.868 ^a	0.709 ^a

Fuente: Giraldo (2014)

Cuadro 51: Parámetros de la dinámica digestiva ruminal, en tres tamaños de árboles de guácimo, en Pinto (Magdalena).

Parametro ruminal	Tamaño del árbol		
	Grande1	Mediano2	Pequeño3
Proteína bruta (%)	15	14	23
Degradabilidad Ruminal (%)	69.3	94.3	85
Degradabilidad inicial (%)	15.3	16.4	13.6
Tasa de degradación (%/hora)	0.182	0.125	0.066
Tiempo medio degradación (horas)	3.8	5.5	10.5

1 Fuste mayor 2.35 m. 2 Fuste entre 1.2-2.35 m. 3 Fuste menor 1.2 m. Fuente: Giraldo (2014)

Usos

Además, se ser utilizado en la alimentación de rumiantes con muy buenos resultados, se usa también para elaborar postes para cercas y varas para construcciones rurales. Sus rebrotes, se pueden usar para la producción de

varas tutoras o de sostén de cultivos agrícolas. También se puede utilizar su madera en carpintería, ebanistería y en la fabricación de cajas de embalaje. Se lo emplea, también, para la fabricación de carbón (buena producción de brasas, calor y poco humo).

Erithrina poeppigiana (Poró)

Es originario del norte de Sudamérica y se extiende hasta norte de Argentina, Brasil y el Caribe.

Biología y características de la planta

Es una leguminosa arbórea, caducifolia en la época de floración, que puede alcanzar hasta 35 m de altura y 1 m de diámetro en el tronco. Crece bien de 600 a 1700 msnm en zonas húmedas, incluso hasta 2.100 m snm.

Las hojas son compuestas y alternas, de 20 cm a 30 cm de largo que suelen aparecer en las ramas tiernas y se desprenden en el periodo de sequía tropical, de enero a mayo, cuando se cubren de flores. Luego de la floración brotan nuevas hojas.

Las flores de color rojas o escarlatas, se agrupan en inflorescencias de 10 a 20 cm de largo. Las flores están en posición vertical sobre las ramificaciones horizontales de las inflorescencias; tienen forma amariposada. El fruto es una vaina o legumbre, de color marrón oscuro, de 12 cm a 25 cm de largo por 1 cm de ancho y contiene semillas de color marrón en forma de riñón, de 1 a 2 cm de largo. Sin embargo, el

fruto es tóxico para el ganado, lo que restringe su uso.

Desarrolla desde los 50 a 2.400m de altitud con temperaturas medias cálidas ($\pm 24-26^{\circ}\text{C}$) en un amplio rango pluviométrico (1000-4000 mm/año). Tolera diferentes tipo de suelos (franco arcillosos a francos) con pH neutro a ácido, desde aluviales, ferrasoles, volcánicos hasta ultisoles. Es capaz de tolerar suelos infértiles, sequía moderada y sombra.

Tolera encharcamientos estacionales, aunque desarrolla mejor con buen drenaje. Resiste sequía hasta 6 meses.

Técnicas de implantación y manejo

Se propaga por semillas y por estaca. Presenta crecimiento rápido pero necesita de lugares frescos, húmedos y de tierra fértil. Su vida es de mediana a larga.

Reproducción sexual (semillas)

Antes de la siembra, las semillas se deben remojar en agua templada (40°C) por 12 horas.

Reproducción asexual (estacas)

Los mejores resultados se obtienen colocando ramas en capas. Después de 6 semanas, las raíces se forman en el espacio entre las capas, las hojas pueden eliminarse y se corta la parte superior en ángulo de 45° antes de sellar con parafina. Las estacas pueden ser de al menos 1.5 m largo y se plantan a unos 30 cm de profundidad.

Densidad de plantación y manejo de las podas

Los espaciamientos normales son de 6x6 m en árboles que se vayan a podar y 8x8 m para árboles que no se vayan a podar. En el primer año se requiere un control de las malezas.

Hasta el momento de realizar podas de formación (9-12 meses) se pueden sembrar cultivos bajos de escaso crecimiento y anuales para cosecha (Agroforestal).

Las podas causan la muerte de los nódulos que fijan nitrógeno, liberando así el nitrógeno en el suelo. Sin embargo, los nódulos no se reemplazan hasta pasadas 10 semanas, y por ello la especie es tolerante a podas fuertes, pero no más de dos veces al año (Delgado y Ramirez 2014).

Calidad nutricional

La biomasa del poró puede tener entre 12 a 18% MS, 22.0 a 24.0% PB y niveles de fibra que oscilan entre 43 al 48% FDN.

Usos

Además de emplearse para alimentación bovinas, su madera blancuzca, blanda y muy fibrosa se emplea como madera de cajonería para envases de productos industriales.

Albitzia saman (Samán)

Originario de América Central (México) y se extiende hasta Perú, Brasil y norte de la Argentina. También se ha introducido en otros continentes como el asiático (India tropical).

Biología y características de la planta

Es una leguminosa arbórea con forma de sombrilla que puede abarcar una superficie de 50 m² de diámetro, generando una excelente sombra para el ganado). Puede alcanzar una altura de hasta 20 m. Tiene un crecimiento lento y sus raíces son superficiales. Sus hojas son compuestas bipinnadas de 3-9 pares y las flores, de color rosado, se reúnen en inflorescencias vistosas situadas al final de las ramitas.

Los frutos son legumbres o vainas oscuras de 8 a 20 cm de largo. Se utiliza como forrajera por sus legumbres verdes y por sus semillas que son comestibles. También se cultiva como ornamental.

Técnicas de implantación y manejo

Se propaga por semillas y por estaca. Si

bien se reproduce por semilla en forma natural muy fácilmente, debido a que sus frutos y hojas son muy consumidos por los animales (vacunos, cabras, etc.), por ende, difícilmente puedan multiplicarse naturalmente por esta vía, excepto cuando caen las semillas al suelo con las heces de los animales.

Calidad nutricional

La biomasa (hojas + tallos tiernos) tiene un nivel de MS entre 24 al 28%, 18-22% PB, digestibilidad in vitro de la MS 60-35% y 2.2-2.4 Mcal EM/kg MS. Mientras que sus frutos pueden alcanzar niveles muy altos de calidad, 29 a 30% de PB, 40-42% de carbohidratos solubles y alta digestibilidad in vitro de la MS (73-75%) (Milera 2013).

La fructificación ocurre, en los países Centroamericanos, durante la estación seca y coincide con el período de mínima producción y máxima lignificación de los pastos tropicales. De ahí, que las legumbres de alta calidad que caen al suelo en grandes cantidades son muy consumidas por el ganado.

Prosopis juliflora (Algarrobo)

Es originario de América Central y tiene un amplio desarrollo desde el sur de Estados Unidos hasta norte de la Argentina, incluso en el Caribe. Su distribución, en diferentes países y desde hace muchísimo tiempo, fue a través de algunos pueblos indígenas al ser parte de su dieta.

Biología y características de la planta

Es una leguminosa arbórea que crece desde el nivel del mar hasta 1500 m de altitud, normalmente a menos de 700 m, en climas secos muy cálidos, con precipitaciones de 150 a 1600 mm, estaciones secas de 6-8 meses y temperaturas de 20-32°C, aunque puede encontrarse en áreas con temperaturas de hasta 48°C, con precipitaciones de 70mm por año y hasta 10 meses de estación seca. Sus raíces penetran hasta grandes profundidades en busca de humedad. Por ello, se ha plantado en muchas zonas áridas de todo el mundo, ampliamente en África y en Asia, especialmente en India.

Crece bien en una gran variedad de suelos, calcareos, arcillosos a arenosos, con pH de neutro a fuertemente alcalino, de baja fertilidad, salinos, e incluso rocosos, siempre que la pedregosidad no sea excesiva y obstaculice el crecimiento radicular. No crece bien en suelos muy superficiales.

Técnicas de implantación y manejo

Las semillas almacenadas con contenidos de humedad de 6-8%, en recipientes sellados a 4°C, pueden mantener su viabilidad por muchos años. Semilla secada al aire y almacenada a temperatura ambiente mantuvo un 60% de germinación después de 50 años. Un kilogramo contiene de 20000 a 35000 semillas. Es difícil separar las semillas del mesocarpo, por lo cual, se pueden sembrar las semillas con los pedazos de vaina todavía adheridos.

Reproducción sexual (semillas)

Las semillas deben recibir un tratamiento previo para mejorar su germinación; se ha utilizado el

lijado, inmersión en ácido sulfúrico concentrado durante 20 minutos, ácido sulfúrico al 20% durante una hora o bien agua hirviendo por 1-2 minutos seguido de remojo durante 2-3 días. Sin embargo, con estos métodos a veces la germinación es irregular. El corte con cuchillo en el lado romo de la semilla, aunque es algo lento, ha producido porcentajes de germinación de 100% en cuatro días y puede ser útil para cantidades pequeñas de semillas y/o muestras para investigación.

La siembra puede hacerse en camas de arena para repique posterior cuando las plántulas alcancen 3-8 cm de altura, o directamente en bolsas plásticas. Se sugiere mantener un 60% de sombra los primeros 15 días después del repique, y eliminarla luego progresivamente.

Debido a las largas raíces de esta especie, se deben usar bolsas largas o contenedores abiertos en el fondo para promover la autopoda de las raíces, y/o evitar que las plantas permanezcan demasiado tiempo en el vivero.

Las plantas alcanzan alturas de 25- 30 cm en 4-6 meses. Un mes antes de salir del vivero se recomienda disminuir el riego y la fertilización y dejar las plantas a plena exposición solar, para lograr su rustificación.

Reproducción asexual (estacas)

Se puede propagar mediante estacas enraizadas de 1.5-2.5 cm diámetro y 40-60 cm de largo, aunque se requiere mayor investigación porque los resultados no son confiables ni comercialmente viables.

Una vez que se dispone del plantín (25-30 cm) o estaca enraizada se realiza la siembra directa plantando en dos líneas, a 50 cm entre líneas y 10cm dentro de la línea. Si se usan plantas en bolsas plásticas, se pueden plantar igualmente en dos líneas separadas 50cm pero a 30cm de distancia entre plantas dentro de la línea. Para plantaciones para producción de leña o control de erosión, se ha utilizado de 1x1m a 4x4m. Una densidad muy

usadas es de ± 2500 árboles/ha.

Usos

Calidad nutricional

Las vainas contienen 30-40% de azúcares y 13% de proteína, las semillas contienen 65% de proteína, y son altamente apreciadas en algunos países para consumo humano y animal, en preparaciones diversas. Se emplea como tal o en harinas concentradas como complemento alimenticio.

Las hojas también se emplean como forraje, con un contenido en proteína aun mayor que el fruto, llegando al 19%. Sin embargo, no son muy palatables, excepto los ápices (Cuadros 52, 53 y 54).

Las vainas deben recolectarse cuando presentan una coloración café verdosa, directamente del árbol o del suelo. Estas deben ser trasladadas al sitio de procesamiento en sacos de yute, donde se colocan en zarandas y se exponen al sol por periodos de 3-4 horas durante dos días. Posteriormente se golpean para que abran y se procede a extraer las semillas manualmente o con morteros.

Además, se lo suele usar para confeccionar setos y cercas vivas. El tronco exuda una resina amarilla semejante a la goma arábiga que se emplea para obtener mucílago (espesante).

*Cuadro 52: Composición en porcentaje de frutos de *P.juliflora* y harina sobre peso seco:*

Componente	Frutos	Harina
Humedad	12.2	9.7
Proteínas	12.4	21.8
Lípidos	1.3	5.2
Fibras	22.0	19.2
Cenizas	3.2	3.3
Carbohidratos	48.9	40.8

Fuente: Negreiros 1992.

*Cuadro 53: Composición de aminoácidos esenciales de harina y frutos de *P.juliflora*.*

Aminoácidos	Harina de frutos	Total en frutos
Isoleucina	3.07	3.56
Leucina	6.67	7.86
Lisina	3.75	5.04
Meteonina + Cisteína	2.64	4.73
Fenilalanina + Tirosina	6.72	7.21
Treonina	2.95	3.03
Triptofano	ND	2.23
Valina	3.75	5.85
Histidina	2.92	2.00
Arginina	10.85	---

Fuente: Negreiros 1992.

Cuadro 54: Composición Química de diferentes partes de la planta

Parte	Proteína(g)	Grasa (g)	Carboh.(g)	Fibra (g)	Cenizas (g)	Ca(mg)	P (mg)
Flor	21.0	21.0	65.8	15.5	10.0	1,310	400
Hojas	19.0	19.0	69.6	21.6	8.5	2,080	220
Frutos	13.9	13.9	78.3	27.7	4.8	--	--
Semillas	65.2	65.2	21.8	2.8	5.2		

Fuente: Negreiros 1992.

Se utiliza en la industria farmacéutica, textil, de dulces y pastas alimenticias, mucílagos y betunes. Esta resina también se usa en cocimientos para curar la disentería o algunas afecciones de los ojos.

La madera se usa por su durabilidad para postes de cercas y construcciones rurales.

Por su dureza se utiliza para durmientes, pisos de parquet, marcos de puertas y ventanas, mangos de herramientas, muebles y carpintería ligera, arados, carretas. En México se usa además para fabricar hormas de zapato y fustes para sillas de montar, y en Argentina se usa en la fabricación de toneles para alcoholes y vinos. En India se lo usa para la producción de pulpa para papel.

Pithecelobium dulce (Guamúchil)

Es una leguminosa arbórea originaria de Centroamérica. El área de distribución natural del guamúchil se extiende desde 3° a la 28° latitud norte, a través de toda la América Central hasta el norte de Colombia y Venezuela. En la actualidad crece en toda la región tropical, incluso al norte de Argentina, Brasil, islas del Caribe, Filipinas, la India y el este de África

Biología y características de la planta

Es un árbol o arbusto, espinoso, perennifolio, de 15 a 20 m de altura y con un diámetro a la altura del pecho de 80 cm (hasta 1 m), con ramas provistas de espinas. Copa piramidal o alargada, ancha y extendida (diámetro de 30 m), muy frondosa.

Sus hojas están en espiral, aglomeradas, bipinnadas, de 2 a 7 cm de largo. Y su inflorescencias son axilares de 5 a 30 cm de largo, con flores pequeñas ligeramente perfumadas, actinomorfas, blanco-cremosas o verdes.

Los frutos son vainas delgadas de hasta 20 cm largo por 10 a 15 mm de ancho, rojizas o rosadas y dehiscentes. Se abren por ambos lados para liberar numerosas semillas, de 7 a 12 mm de largo, aplanadas, morenas.

En el área de distribución natural del guamúchil, el clima es subtropical y tropical, de seco a semi-árido, con una precipitación anual promedio que fluctúa entre 500 y 1650 mm. Ha sido plantada con éxito en áreas con una precipitación anual promedio inferior a 400 mm y con una estación seca de un máximo de 4 a 5 meses. Crece aún en suelo somero,

pobre, pedregosos (basalto), arenoso. La especie se considera por lo general como resistente al calor (40 a 42°C), incluso temperaturas entre 7 y 8 °C y la sequía.

Técnicas de implantación y manejo

Se colectan las semillas cuando están maduras, o sea cuando las vainas cambian de color verde a rojizo y se expone el endocarpio del fruto. Las semillas se extraen de las vainas golpeándolas con un mazo para abrirlas. Las semillas secas se colocan en frascos oscuros y herméticos y pueden almacenarse hasta 6 meses a una temperatura de 18 a 20 °C. La semilla tiene de 6 meses a un año de viabilidad.

Reproducción sexual (semillas)

La germinación tarda sólo 1 ó 2 días. Necesita de 0 a 4 semanas de incubación antes de iniciar la germinación. El porcentaje de germinación varía entre 63 a 96 %. El número de semillas por kilogramo varía entre 5,500 a 9,000.

Se recomienda hacer un tratamiento pregerminativo, a través de una hidratación de las semillas por 24 horas o una escarificación mecánica (lima, lija).

El trasplanta se realiza alrededor de los 4 meses de emergidas las plantas.

Reproducción asexual (estacas)

También se puede propagar a través de estacas (40-60 cm de largo) tratando de que hayan de 4 a 6 yemas por estaca y se dejan fuera de la tierra 3 como mínimo.

Producción y Calidad nutricional

La producción de biomasa comestible del *Pithecellobium dulce* promedio oscila entre 3.20 a 4.0 Kg MS. La relación hoja – tallo (promedio) varía entre 1.4 a 1.6. Aportando una biomasa comestible del 69.5% (Lombo Ortiz 2012).

Las vainas, ramillas y hojas se usan como forraje en época de secas, en especial, para el

ganado bovino. El residuo de la semilla (una vez extraído el aceite) es rico en proteínas (30 %) y lo consume el ganado.

Usos

Además de ser un buen alimento para el ganado bovino, tiene una amplia gama de usos. Como madera para muebles y construcción, para cosmética y farmacopea, etc.

Populus spp. y Salix spp. (Álamo y Sauce)

Biología y características de las plantas

La familia Salicaceae comprende dos géneros, *Salix* y *Populus*. La parte vegetativa tiene hojas alternas y provistas de estípulas. Las flores son unisexuales, dioicas y se reúnen en amentos o espigas simples. Las flores masculinas poseen un número variable de estambres (en *Salix* de 2 a 8, en *Populus* de 5 a 60); las flores femeninas están formadas por 2 carpelos soldados en un ovario unilocular más o menos pedunculado, provisto de un estilo breve con varios estigmas.

El fruto es una cápsula y las semillas, sin albumen, están cubiertas de finos pelos algodinosos que facilitan la dispersión anemócora. La polinización es anemógama, pero en algunos casos puede ser entomógama.

La familia tiene una notable importancia económica que deriva de la explotación de la madera, fundamentalmente del género *Populus*, por su rápido crecimiento. Entre otros usos se destaca la extracción de la materia prima (pasta de celulosa) para la industria papelería; una variedad es el *Populus nigra*, apreciado por su forma erecta y rápido crecimiento.

Como autóctonas, en la región mediterránea, están presentes diversas especies de Salicaceae localizadas principalmente en las riberas de los ríos y demás cursos de agua, donde crean densas formaciones y verdaderos bosques en galería a lo largo de muchos kilómetros de río pero ocupando

sólo unos pocos metros de ancho.

Entre las especies más características de estas peculiares formaciones podemos nombrar, el sauce blanco (*Salix alba*), y los distintos álamos: el chopo negro (*Populus nigra*) y el chopo blanco (*Populus alba*). En el Etna (Italia) vive una especie aislada de chopo temblón (*Populus tremula*) allí donde recibe abiertamente el agua de lluvia, en las altas cotas del volcán. En Argentina, las ramas de algunas especies de sauce (*Salix viminalis*) son utilizadas para la fabricación de cestos, canastos, etc., es lo que se llama comúnmente mimbre. Otras especies del género *Salix* se cultivan como ornamentales, por ejemplo el sauce llorón (*Salix babylonica*), originario de China, y muy apreciado por el porte de sus ramas.

Además, de todos estos usos (madera, pasta de papel u ornamental) se utiliza a diferentes especies de los géneros *Salix* y *Populus* (Sauces y Álamos), especialmente en la Mesopotamia y ribera del Delta del Paraná, como componente arbóreo en los Sistemas Silvopastoriles.

Evaluación de las hojas de Álamo y Sauce como forraje en un Sistema Silvopastoril del Delta del Paraná¹

En los últimos años, muchos productores han comenzado a incorporar ganadería en la región del Delta del Paraná a sus clásicas plantaciones de Salicáceas (Álamos y Sauces), transformándolas en sistemas silvopastoriles (S.A.G.P y A. 1999). La fal-

ta de tradición ganadera en esta Región, presenta algunos inconvenientes sobre la falta de estudios básicos de los recursos forrajeros identificación de especies, valor nutritivo y manejo de los mismos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar en una primera etapa el contenido de proteína bruta (PB) y la presencia de taninos, como metabolito potencialmente antinutricional, en las hojas de Álamo y Sauce.

Materiales y Métodos

Se recolectaron muestras de “hojas verdes” en una plantación de la EEA INTA Delta. Las hojas fueron obtenidas de cinco plantas de álamo (*Populus spp.*) y cinco de sauce (*Salix spp.*). El material obtenido fue inmediatamente colocado en estufa de aire forzado a 60 ° C.

La materia seca obtenida de cada muestra fue molida en un molino de eléctrico de cuchillas y tamizada en malla de 2 mm. Por el clásico procedimiento de Kjeldahl, se calculó el porcentaje de la PB (A.O.A.C. 1995).

Para determinar taninos se siguió el Método Standart en base al reactivo de Folin-Ciocalteu y lectura en espectrofotómetro (Labesca 2000).

Los valores de PB y Taninos fueron sometidos al procedimiento estadístico Test-T en software SAS.

Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos se pueden observar en el Cuadro 55.

Los niveles de PB, promedios, de ambas especies no mostraron diferencias significativas entre sí y fueron excelentes desde el punto de vista nutricional, 18,68 y 17,44% para las hojas de Sauce y Álamo, respectivamente. Estos valores son comparables con los de muchas forrajeras de alta calidad, como el Raigras criollo (*Lolium multiflorum*) que varía entre 16-18 % (Fernández Mayer 2006).

Los promedios de taninos mostraron diferencias significativas entre las dos especies, 1,35 y 2,73% para Sauce y Álamo, respectivamente. Aunque los valores resultantes fueron inferiores al 3%. Algunos trabajos indican que cuando los forrajes poseen taninos por debajo del 3% no solo no se observan efectos negativos en los rumiantes, sino que se pueden generar algunos efectos beneficiosos sobre la producción animal, como por efecto de la optimización en el tránsito de proteína by-pass hacia el duodeno, reducción de la postura de huevos de parásitos, etc. (Rossi 2003 y Minn y Hart 2004).

Conclusiones

De acuerdo a los primeros resultados obtenidos, las hojas de Álamo y Sauce deben ser consideradas como un interesante recurso forrajero complementario del pastizal natural en los sistemas silvopastoriles del Delta del Paraná, por su alto aporte proteico y porque pueden mejorar el comportamiento de rumiantes.

Cuadro 55: Niveles medios de PB, FDA, digestibilidad estimada (por fórmula) y taninos (% en la MS) de hojas de Sauce y Álamo

	Sauce	Álamo
Proteína bruta	18.68 a	17.44 a
Taninos	1.35 a	2.83 b
FDA	40.4	36.6
Digestibilidad estimada ¹	57.42	60.38

1) La digestibilidad fue estimada por la fórmula en base al FDA : $88,9 - (0,779 \times \% \text{FDA})$

(*) Se aplicó a los promedios el procedimiento estadístico Test-T. Letras iguales no difieren significativamente ($P < 0,05$)

1) Publicado en: Revista Científica Biotam Nueva serie, Edición Especial 2005, Tomo II, pgs. 517-521. Rossi, Carlos A.1; Torrá, Enrique2; González, Gabriela L.1 ; Lacarra, Héctor1 y Pereyra, Ana María1. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Pcia. de Buenos Aires.- Argentina. 2. Estación Experimental INTA Delta; Pcia. de Buenos Aires.- Argentina. Dirección Institucional: Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Camino de Cintura Km. 2 – Llavallol (CP 1836) Pcia. de Buenos Aires.- Argentina.

Valor nutritivo del silaje de hojas de Álamo y Sauce en un Sistema Silvopastoril¹.

En la región del Delta del Río Paraná se ha incrementado la utilización del Sistema Silvopastoril para la producción de madera y carne.

La estructura del Sistema Silvopastoril en esta región está basada en la producción forestal de salicáceas (*Populus* spp. y *Salix* spp.). En estos SSP, la ganadería es complementaria de la actividad silvícola y está orientada a la cría vacuna aprovechando el pastizal natural que se desarrolla en las plantaciones.

La composición florística del pastizal muestra una gran riqueza, con altos porcentajes de poáceas megatérmicas (C4) y en menor proporción de mesotérmicas (C3). Desde el punto de vista forrajero, la ganadería presenta una limitación de la oferta de calidad durante el período invernal. Esta contingencia afecta directamente los índices de carga efectiva del sistema ganadero. Frente a este problema se están desarrollando ensayos sobre la transferencia estacional de forraje y conservación.

Existen antecedentes que indican que las hojas de sauce y álamo poseen cualidades nutritivas interesantes para usarlas como recurso forrajero en la alimentación de rumiantes.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el valor nutritivo del ensilaje de las hojas de salicáceas mediante el contenido de PB y FDA del mismo. El trabajo se realizó a fines de verano del 2006, colectando al azar 10 muestras de hojas de álamos (*Populus* sp.) de plantas de 9 años de antigüedad y

10 muestras de sauces (*Salix* sp.) de 6 años en plantaciones de la EEA INTA Delta.

Las muestras de hojas de cada especie se obtuvieron del estrato inferior y medio del árbol. Las hojas se colocaron enteras (sin picado) en microsilos y se comprimieron manualmente para extraer el aire. Los microsilos utilizados fueron cilindros confeccionados con caños de PVC de 110 mm de diámetro (caños de desagüe) y 400 mm de altura, con tapas del mismo material en ambos extremos. Posteriormente se cerraron los recipientes y se dejó en proceso de ensilado. A 60 días se abrieron y se comprobaron las cualidades organolépticas de los microsilos.

Se extrajeron muestras de cada uno de ellos, las que fueron secadas en estufa a 60° C hasta alcanzar peso constante. La materia seca (MS) obtenida de cada muestra fue molida en un molino electromecánico de cuchillas y pasadas por un tamiz de 0.1 mm. Finalmente, se procedió al análisis de Fibra Detergente Acido (FDA) en un equipo Ankom y los de PB por Kjeldal.

Con los valores obtenidos de FDA se procedió a estimar la digestibilidad en base a la siguiente fórmula: $88,9 - (0,779 \times \%FDA) = \text{Digestibilidad Estimada}$. Los valores resultantes fueron sometidos al procedimiento de T de Student. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 56.

Los promedios de PB muestran diferencias significativas entre Álamo y Sauce ($p > 0,05$). Las pérdidas de nitrógeno como gases (amoníaco, entre otros), durante las fermentaciones en el ensilado, son la causa de los menores niveles de PB hallado en este trabajo (Fernández Mayer 2006).

Cuadro 56: Niveles de PB, FDA y Digestibilidad estimada de silajes de hojas de Álamo y Sauce

Silajes	PB (%)	Desvío estándar	FDA (%)	Desvío estándar	Digestibilidad Estimada (Mcal EM/kg.	Desvío estándar
Hojas de Álamo	7.60 ^a	0.2461	37.57 ^a	1.5012	59.62 ^a	1.1688
Hojas de Sauce	10.03 ^b	0.0926	38.48 ^a	1.3818	58.91 ^a	1.0234
	P= 0.038 (P<0.05)		P= 0.4045 (P<0.05)			

Letras diferentes en la misma columna, los promedios difieren significativamente para $p < 0,05$ (Prueba de T de Student).

¹) Publicado en: Revista AAPA. 30° Congreso de la Asociación Argentina de Prod. Animal 3 al 5 de Octubre de 2007. Santiago del Estero, Argentina. Rossi, Carlos A.; Torrecillas M.I.; Torr , Enrique; González, Gabriela L.I.; Lacarra, Héctor I. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Pcia. de Buenos Aires.- Argentina. 2. Estación Experimental INTA Delta; Pcia. de Buenos Aires.- Argentina.

respecto al ensayo anterior donde se evaluó la calidad proteica de las hojas frescas, (17.44 y 18.68% en Alamo y Sauce, respectivamente).

Por su parte los promedios de FDA y de Digestibilidad estimada, no mostraron diferencias significativas entre ambas especies ($p>0,05$).

De los resultados obtenidos se puede concluir que las hojas de Alamo y Sauce tienen un buen potencial para ser ensiladas y utilizadas como reservas forrajeras para la alimentación de rumiantes en estos sistemas de cría bajo plantaciones de salicáceas. La utilización invernal de las hojas ensiladas complementando el pastoreo, permitiría elevar la carga animal durante ese período y así mejorar la productividad promedio del sistema silvopastoril.

Eucaliptus sp

El eucaliptus sp., originario de Australia, es una especie adaptada a las prácticas silvopastoriles, porque tiene copas estrechas que permiten la penetración de una cantidad razonable de luz directa o difusa hasta el nivel del suelo permitiendo el crecimiento de plantas forrajeras, siempre que el espaciamiento sea correcto y el manejo apropiado, y además proporciona sombra a los animales.

Uno de los mejores trabajos con Eucaliptus dentro de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles fue el realizado en el Estado de San Paulo, Brasil, donde se evaluó el efecto de la cam-

pactación del suelo (con suelos de arena cuarzosa) con vacunos de raza Brangus. El bosque implantado fue de Eucalyptus grandis que tuvo un espaciamiento de 3 x 2 m y a los 13 meses de plantado se inició el experimento. Se utilizó a la Braquiaria (Brachiaria decumbens) como gramínea forrajera. El ganado permaneció pastoreando la Braquiaria durante un año. Se encontró que el pisoteo no alteró las características y propiedades físicas del suelo (Couto y Couto 2015) (Foto 7).

Sin embargo, hay situaciones en las cuáles las respuestas fueron diferentes. Para un suelo también de estructura arenosa, aunque bajo régimen climático con menores precipitaciones (Ontario, EEUU) y haciendo pastoreos por periodos cortos (10-15 días por parcela) con bovinos de razas británicas, se encontró un aumento de la compactación al final de la estación de crecimiento (septiembre y octubre).

La compactación registrada en este segundo trabajo disminuyó la infiltración de agua, produciendo una anaerobiosis temporal y la desnitrificación subsecuente de nitratos disponibles en el suelo (Couto y Couto 2015). Estos trabajos demuestran que los efectos de los animales sobre la compactación de los suelos bajo bosques de eucalipto, dependen del tipo de suelo, de los animales y del manejo (intensidad de pastoreo y carga animal).

Otra dificultad que ocurre en los SSP es la eliminación de las plantas invasoras. Su control es considerado crítico hasta el tiempo del cierre de las copas



Foto 7: *Eucaliptus viminalis* Buenos Aires, Argentina.
Fotografía: Fernández Mayer

de los árboles, que ocurre al segundo año de plantado.

También, se ha encontrado competencia del pasto Guinea (*Panicum maximum*) en la fase de implantación de los rodales, considerado en ese momento como una maleza. Por ello, la implantación de forrajeras perennes (gramíneas o leguminosas) se debe hacer una vez que las plantas de *Eucalyptus* hayan alcanzado + de 3 m de altura, alrededor de 2 a 3 años de implantado, según las condiciones agroecológicas del lugar.

En la zona semiárida del nordeste brasileño, se pastoreó una mezcla gramíneas integrada por *Urochloa mosambicensis*, *Bufel* (*Cenchrus ciliaris*) y Guinea (*P. maximum*) con novillos Bahaman bajo *E. camaldulensis* con 8 años de plantado. Los animales pastorearon 2 veces durante 3 meses en un año. Como resultado de este ensayo se encontró un incremento volumétrico de 21% en el Eucalipto bajo el SSP en relación al sistema convencional. Además de los problemas con erosión provocados por el compactación, las raíces finas que se encuentran en las capas superficiales del suelo pueden ser dañadas por el pisoteo constante (Couto y Couto 2015).

García et al (1994), evaluando la asociación entre *E. grandis*, *B. decumbens* y *Melinis minutiflora*, en varios marcos de siembra de los árboles hasta dos a tres años de edad, en la Zona de la Mata del Estado de Minas Gerais, concluyeron que: el marco más adaptado para la asociación fue de 6 x 2m, aunque los marcos de 4 x 2m ó de 5 x 2m con *B. decumbens* se mostraron poco exigente en luz en comparación con *M. minutiflora*. En el período en que transcurrió el experimento, el crecimiento del eucalipto no fue afectado por la asociación.

En toda asociación árbol-pasto se debe establecer cuál es la época adecuada para sem-

brar los forrajes. Varios autores estudiaron la asociación entre *E. grandis* y la *B. decumbens* y concluyeron que el eucalipto no tolera la coexistencia con esa forrajera desde su plantación, necesitando control por lo menos hasta aproximadamente los 120 días de plantado. La coexistencia no afectó el crecimiento en altura, pero sí la materia seca de hojas y ramas, además del diámetro y la materia seca del tallo. Se ha observado ese efecto negativo de la asociación de forrajes en el crecimiento del eucalipto tanto con gramíneas como con leguminosas, en la fase inicial del sistema.

Cuando el forraje es una leguminosa existe información contradictoria. Mientras que algunos trabajos dicen que la afectación es similar a la de las gramíneas, en especial en la fase inicial del crecimiento del eucalipto, otros concluyen que estos efectos, que a veces se observa, se ven compensados largamente por los efectos benéficos de la fijación de nitrógeno y mejora en el reciclaje de nutrientes por la presencia de una leguminosa (Couto y Couto 2015).

Para lograr una adecuada interacción entre los integrantes de un SSP se deben considerar los niveles de penetración en el suelo del sistema radicular de la especie asociada. En uno de los trabajos donde se evaluaron asociaciones entre seis especies de árboles y *B. decumbens*, se encontró que la producción total de masa del sotobosque era diez veces superior bajo *Prosopis cineraria* que con *E. camaldulensis*. Al excavar el suelo para estudiar el sistema de raíces, se notó que las raíces del eucalipto llegaron hasta 1.8 m de profundidad, con 80% de ellas concentradas en los primeros 0.70 m, donde también se encontraron el raíces de la vegetación nativa. Mientras para la *P. cineraria*, la profundidad era de 3.0 m, sin la concentración superficial (Couto y Couto 2015).

CAPITULO X

FRUTOS DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS. UNA ALTERNATIVA NUTRICIONAL PARA GANADERÍAS EN EL TRÓPICO

El uso de los frutos maduros de estas leguminosas arbóreas para la suplementación de rumiantes, tanto en épocas de escasez como de abundancia de forrajes, ha sido tradicional en muchas zonas de Latino América.

La suplementación con frutos de leguminosas arbóreas mejora la respuesta productiva de los bovinos. La suplementación de terneros en pastoreo con vainas de Samán (*Albizia saman*) en niveles del 15% del consumo de MS, mejoró la tasa de crecimiento en 142 g/d ($P < 0,01$; Roncallo et al. 1999).

Navas et al. 1999 sugieren que la respuesta productiva encontrada en los bovinos suplementados con frutos de leguminosas arbórea está asociada principalmente con aumento en el consumo voluntario de MS y energía digestible, mayor flujo de proteína microbial al duodeno y un mejor balance entre nutrientes gluco y cetogénicos.

Valor nutritivo

Los frutos de leguminosas arbóreas comúnmente utilizadas en Colombia presentan las siguientes características composicionales (Roncallo et al., 1996): contenido de MS entre 90 y 95 por ciento, niveles de PB entre 14 y 20 por ciento, concentración de azúcares solubles entre 30 y 45 por ciento, FDN entre 16 y 40 por ciento, FDA entre 10 y 30 por ciento y cenizas entre 3 y 4,5 por ciento. Una característica importante de estos frutos es la gran cantidad de proteína existente en la semilla (entre 35 y 45 por ciento MS). Debido a que en Colombia la forma tradicional de ofrecimiento del fruto es sin moler, la dureza de la semilla impide que el animal haga uso de la proteína y otros nutrientes presentes en esta fracción del fruto.

En otros países se han obtenido resultados similares en la composición química de frutos de leguminosas, entre ellos, *Acacia nilotica*, *Prosopis chilensis*, *Prosopis cineraria*, *Acacia pennatula*, *Ziziphus mexicana*, *Caesalpinia moraria*. Además, se encontró 16,8% de almidón en frutos de *Prosopis juliflora* (Palma y Román, 1999).

Por otra parte, análisis realizados a estos frutos indican la presencia de algunos metabolitos secundarios. La concentración de taninos condensados hallada en muchos trabajos varió entre 0,9 y 7% MS, incluso, en los frutos del Divi-Divi (*Libidibia coriaria*) se encontraron valores cercanos al 15% (Roncallo et al, 1996). En los frutos de Samán se encontraron niveles de taninos entre 2 y 4% (Navas et al., 1999). Igualmente se encontró una concentración de saponinas alrededor del 10% MS (Navas et al., 1999).

Frutos para aumentar el consumo voluntario

Bajo condiciones de adecuada oferta de forraje (en sistemas de pastoreo directo o de corte y acarreo), el bajo consumo voluntario es la principal limitante para mejorar la productividad de los rodeos en las zonas tropicales.

El incremento en el consumo de MS y materia digestible es particularmente importante desde el punto de vista del balance proteína - energía en los nutrientes absorbidos (Ludden y Kerley, 1997). Con base en las ecuaciones de flujo de proteína microbial en consumo de MS reportados por Robinson et al., (1995), se estimó que por cada kg de aumento en el consumo de MS, el flujo de N-microbial al duodeno se incrementa en 17g/d (i.e. aproximadamente 106,3 g proteína/d).

Efecto de suplementar con frutos sobre degradabilidad del forraje

Navas et al., (1999) encontraron que la suplementación con frutos de Samán en niveles del 30% del consumo de MS causó reducciones tanto en la digestibilidad efectiva como en la digestibilidad potencial de la MS del forraje (heno de gramíneas) de 35,8 a 31,9% y de 59,7 a 54,3% con respecto a los animales que no consumieron fruto ($P < 0,05$).

Esta reducción estuvo asociada principalmente con el grado y momento de reducción de pH, el cual estuvo por debajo de 6,2 entre las 2 y 6 h post-alimentación con frutos.

Estas reducciones, típicas en suplementación con almidones y azúcares, podrían ser corregidas al ofrecer fuentes altas en fibra junto con los frutos con el propósito de estimular la salivación (Sánchez y Preston, 1980).

Los hongos ruminales son los primeros microorganismos que atacan la fibra por medio de su sistema rizoidal, para que luego suceda la digestión enzimática de las bacterias celulolíticas (Varga y Kolver, 1997). Se ha encontrado que los hongos degradan hasta el 50 por ciento de la fibra, por lo cual variaciones en el tamaño de su población pueden afectar la digestión de la fibra. Al suplementar animales con frutos de Samán se encontró que la concentración de zoosporas tendió a aumentar con niveles bajos de suplementación (10% de fruto molido; Navas et al., 1999), lo cual sugiere la existencia de un efecto positivo de los azúcares sobre la zooesporogénesis, similar al reportado para los almidones (Orpin, 1977).

De esta forma, el efecto positivo de la inclusión de niveles medios de azúcar sobre la digestibilidad y el consumo voluntario de forrajes podría estar parcialmente asociado con una mayor actividad de la población de hongos.

Proteína microbial en rumiantes recibiendo frutos

Las respuestas positivas en producción de leche encontradas al suplementar las vacas con fuentes de azúcares o almidones se explican, básicamente, por la mayor concentración de EM en la ración. Sin embargo, los incrementos en pro-

ducción de leche y en proteína en leche, encontrados cuando los animales fueron suplementados con carbohidratos solubles, se explican en parte por el incremento en el flujo de proteína bacterial al duodeno (Petitclerc et al., 2000).

Igualmente, los resultados obtenidos por mayor consumo voluntario se asocian, también, con un mayor consumo de Energía digestible y, quizás, a un mayor flujo de proteína microbial. Debido a que el consumo voluntario y tamaño de población bacterial ruminal están asociados con un mayor flujo de proteína microbial al duodeno (Ludden y Kerley, 1997), se sugiere que la suplementación con frutos incrementa el flujo de proteína microbial al intestino delgado (Fernández Mayer 2001). Es posible que también exista un mayor flujo de proteína dietética, debido a que las semillas de los frutos poseen una mayor proporción de proteína by pass (degradabilidad efectiva ruminal del 70,5 y 60,4% al 5 y 4% de tasa de pasaje respectivamente; Navas et al., 1999).

La suplementación con frutos molidos incrementa el consumo voluntario de materia seca y el tamaño de la población de las bacterias celulolíticas ruminales (Navas et al., 1999). En animales suplementados con frutos molidos de Samán, la concentración de bacterias celulolíticas fue casi dos veces superior (4,4 vs 8,25 unidades formadoras de colonia/ml; $P = 0,06$) con respecto a los animales sin frutos. La población de protozoarios ciliados fue modificada por la inclusión de frutos molidos de Samán, mostrando una tendencia cuadrática, en la cual disminuyeron los protozoarios en los niveles superiores de suplementación de frutos ($>20\%$ consumo de MS; Navas et al., 1999).

Varios trabajos reportan que consumo de saponinas disminuye la cantidad de ciliados en rumen (Navas et al., 1997). Es posible que la presencia de saponinas en los frutos de Samán (10% MS) explique la reducción de protozoarios en los niveles altos de suplementación y con ello, una mayor eficiencia energética (Galindo 2004).

Las ventajas sobre la economía del N por efecto de la defaunación o reducción drástica de la población de ciliados (Navas et al., 1997) demuestran las ventajas del control de la población de protozoarios ciliados, particularmente en dietas con base en forrajes.

El efecto positivo de la inclusión de azúcares sobre el patrón de fermentación ruminal y el comportamiento animal sería, aún, superior si la población de ciliados es controlada (Navas, 1991).

Mejora del balance nutritivo por suplementación con frutos

El balance entre ácidos grasos volátiles (AGV) glucogénicos (propiónico y valérico) y cetogénicos (acético y butírico) resulta de particular importancia en el trópico ya que, en animales en pastoreo, entre el 90 y 100% de la tasa de entrada de glucosa está explicada por procesos de gluconeogénesis a partir, principalmente, de ácido propiónico y amino ácidos glucogénicos.

Los AGV representan el 70% de la EM que se genera en el metabolismo animal. De ese total, los aportes de los ácidos acético y butírico constituyen el 85% de los AGV producidos en el rumen (Navas et al., 1999). De esta forma, el 60% de la EM está representado por la posibilidad de la neosíntesis de ácidos grasos de cadena larga a partir de Acetil-CoA y de la oxidación de este metabolito. Estos dos procesos requieren de glucosa como precursor de NADPH u oxalacético, respectivamente.

Además, la glucosa es precursor de lactosa, razón por la cual la tasa de entrada de glucosa en vacas en lactancia se incrementa hasta casi 2,5 veces mientras que su utilización para producción de ATP se reduce sustancialmente (Navas et al., 1997).

La suplementación con frutos de Samán incrementa la producción y la proporción de ácido propiónico en el total de AGV, mejorando el balance entre ácidos grasos gluco y cetogénicos (Navas

et al., 1999). Estos autores encontraron que la concentración de propiónico en el rumen se incrementó en relación cuadrática ($P < 0,05$) con el nivel de suplementación con frutos molidos de Samán. La proporción de propionato en los animales que recibieron 0, 10, 20 y 30% de frutos fue de 16,6, 18,3, 21,0 y 19,5%, respectivamente. Igualmente, la concentración total de AGV pasó de 101 mmol/litro de líquido ruminal a 131,5, 122,1 y 116,6 mmol/litro en animales con suplementación con frutos de 10, 20 y 30% de la MS (tendencia cuadrática, $P = 0,12$).

La fuente de azúcar más común y más utilizada en países tropicales es la melaza, la cual tiene alrededor de 65% MS de azúcar. En relación con la melaza, la suplementación con frutos de leguminosas como fuente de azúcar presenta la ventaja de no incrementar la proporción de butírico en el total de AGV como ocurre cuando los animales son suplementados con melaza.

Los azúcares de los frutos, promueven una mayor síntesis de ácido propiónico que es el responsable principal de una mayor síntesis de glucosa en hígado, en lugar del ácido butírico que la mayor proporción de este ácido genera calor (ATP). De esta forma, en los animales suplementados con frutos la relación entre nutrientes gluco y cetogénicos sería superior que en aquellos suplementados con melaza (Navas et al., 1999).

Por otra parte, la mayor disponibilidad de propiónico en los animales suplementados con frutos u otras fuentes de azúcar, permite igualmente mejorar la relación proteína:energía en los nutrientes absorbidos, debido a que se reduce la presión sobre los amino ácidos glucogénicos (alanina, fenilalanina, etc.) para la producción de glucosa (Preston, 1972).

CAPÍTULO XI

ESPECIES FORRAJERAS ADAPTADAS AL SISTEMA SILVOPASTORIL

CARACTERÍSTICAS DESEABLES DE UNA ESPECIE FORRAJERA PARA UN SSP

Entre los principales atributos que debe tener una forrajera para integrar exitosamente un Sistema Silvopastoril es, además de la productividad y calidad nutricional, la de tener buena a muy buena adaptación al “sombreado”, a la fertilidad del suelo y la competencia con otras especies (arbóreas, arbustivas y en asociación con otras forrajeras, sean gramíneas o leguminosas).

A continuación se mencionará una serie de especies forrajeras con tolerancias a diferentes tipos de ambientes (Carneiro Pedreira et al. 2013):

1.- Tolerancia al sombreado

Alta tolerancia

- Paspalum dilatatum, Panicum maximum, Centrosema macrocarpum y Desmodium ovalifolium.

Tolerancia media

- Brachiaria brizantha, B. decumbens, B. humidicola, Paspalum notatum, Centrosema pubescens, Pueraria phaseoloides, Neonotonia wightii, etc.

Baja tolerancia

- Digitaria decumbens, Cynodon plectostachyus, Stylosanthes guianensis y Macroptilium atropurpureum.

chyus, Stylosanthes guianensis y Macroptilium atropurpureum.

2.- Tolerancia a la baja fertilidad del suelo

- B. decumbens, B. humidicola, Andropogon gayanus, Stylosantes spp. y Calopogonium spp.etc.

3.- Tolerancia al encharcamiento o baja infiltración del agua

- B. mutica, B. humidicola, Pennisetum purpureum, Digitaria decumbens, etc.

GRAMÍNEAS PERENNES

En el Cuadro 57 se presenta un listado de gramíneas y leguminosas perennes, adaptadas al clima tropical y subtropical, con diferentes niveles de tolerancia a la sombra.

En los Cuadros 58 y 59 se presentan las producciones de forraje de los diferentes géneros y a lo largo del año en Santiago del Estero y norte de Córdoba.

Mientras que en los Cuadros 60 y 61 se hace lo propio en cuanto a la digestibilidad de la MS y proteína bruta en las diferentes estaciones climáticas.

Cuadro 57:- Tolerancia a la sombra de algunas gramíneas y leguminosas forrajeras y arbustivas

Tolerancia a la sombra	Gramíneas	Leguminosas
Alta	Axonopus compressus	Calopogonium caeruleum
	Brachiaria miliiformis	Desmodium herephyllum
	Ischaemum aristatum	Desmodium intortum
	Ischaemum timorense	Desmodium ovalifolium
	Ottochloa nodosum	Flemingia congesta
	Paspalum conjugatum	Mimosa pudica
	Stenotaphrum secundatum	
Media	Brachiaria brizantha	Centrosema pubescens
	Brachiaria decumbens	Desmodium canum
	Brachiaria humidicola	Leucaena leucocephala
	Imperata cylindrica	Macroptilium axillare
	Panicum maximum	Neonotonia wightiis
		Pueraria phaseoloides
		Vigna luleola
Baja	Brachiaria mutica	Calopogonium mucunoides
	Digitaria decumbens	Macroptilium atropurpureum
		Stylosanthes guianensis

Fuente: Shelton et al (1987).

Cuadro 58: Producción forrajera y distribución estacional de las Pasturas en Santiago del Estero

Especie	Cultivares	Producción (Tn MS/ha)	Primavera (%)	Verano (%)	Otoño (%)
Cenchrus ciliaris	Texas 4464	1.5- 4.5	10	70	20
	Biloela Molopo	4 – 6.5	10	70	20
Panicum (Megathyrsus) ¹ maximum	Gatton panic	4 – 7.5	10	70	20
	Green panic	4.1 – 7	10	70	20
Chloris gayana	Común	2.5 – 4.5	25	55	20
	Pioner	2.5 – 4.5	25	55	20
	Katambora	2.5 – 4.5	25	55	20
	Callide	4 – 6.5	15	60	25
Panicum (Megathyrsus) ¹ coloratum	Bambatsi	2.5 – 4.5	20	60	20
	Klein	2.5 – 4.5	20	60	20
Brachiaria brizantha	Marandú	4 – 7.5	10	70	20

Fuente: De León, M, 2004 (1) Nueva clasificación del género Panicum

Cuadro 59: Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción de forraje en el norte de Córdoba

Especie	CORTE	
	Mensual (kg MS/ha)	Bimestral (kg MS/ha)
Cenchrus ciliaris	5406	6556
Choris gayana	2633	3179
Panicum (M) maximum	<u>2700</u>	<u>4550</u>
Panicum (M) coloratum	<u>4335</u>	<u>6233</u>
Promedio otras especies	3896	6019

Fuente: De León, M; 2004

Cuadro 60: Digestibilidad del forraje de diferentes especies, según su frecuencia de desfoliación para diferentes estaciones climáticas (en %)

	Primavera	Verano			Otoño		
Especies	Rebrote	Corte 28 d	Corte 56 d	Media	Corte 28 d	Corte 56 d	Media
P. (M) coloratum cv. Bambatsi	73.8	67.7	56.8	62.3	67.5	60.1	63.8
P. (M) Coloratum cv. Klein	75.7	64.0	61.2	62.6	62.2	61.9	62.1
P. (M) maximum Cv Green	73.0	71.5	61.7	66.6	68.9	68.2	68.5
P. (M) maximum cv. Gatton	75.8	71.3	61.7	66.5	68.7	66.6	67.6

Fuente: De León, M. 2004

Cuadro 61: Contenido de Proteína Bruta del forraje de diferentes especies, según su frecuencia de desfoliación para diferentes estaciones climáticas (en %)

	Primavera	Verano			Otoño		
Especies	Rebrote	Corte 28 d	Corte 56 d	Media	Corte 28 d	Corte 56 d	Media
P. (M) coloratum cv. Bambatsi	10.0	11.1	6.9	9	9.8	9.1	9.45
P. (M) Coloratum cv. Klein	13.0	13.2	7.4	10.3	9.8	9.4	9.6
P. (M) maximum Cv Green	10.4	11.4	5.3	8.4	8.0	7.8	7.9
P. (M) maximum cv. Gatton	11.4	11.1	6.0	8.6	7.9	7.0	7.5

Fuente: De León, M. 2004

En todos estos Cuadros, la calidad nutricional de los diferentes forrajes tropicales está evaluada durante el período que el pasto se mantiene “verde” (primavera-verano-otoño), reduciéndose significativamente en los meses de invierno cuando el forraje está seco (diferido).

Panicum (Megathyrsus) spp.

Panicum (Megathyrsus) maximum

Este *Panicum* es originario de la región de Zimbabwe y está naturalizado en toda África tropical y subtropical.

Biología y características de la planta

Es una gramínea perenne que desarrolla muy bien entre los 500 a 1000 mm/año y con sue-

los bien drenados, debido a que no tolera ningún tipo de encharcamiento. Además, requiere una fertilidad mediana a alta. El *Panicum* puede resistir largos períodos de sequía con reducción significativa de su productividad, pero tiene muy baja resistencia a heladas y salinidad.

Tiene varios cultivares en Argentina (Gatton panic, G, verde, etc.) y en el exterior (Tanzanía, Guinea likoni, etc.). El *Panicum maximum* es una planta de día corto, es decir, las plantas empiezan a florecer cuando la duración del día es inferior a las 11.8 h (fotoperiodo crítico) (Araujo 2011 y Fernández Mayer 2015).

Cuando el cultivo está bien implantado (+1 año) y con buenas condiciones agroecológicas las plantas pueden alcanzar alturas entre 1.5 a 2.0 m, con hojas de 15 a 50 cm de longitud y de 1,5 a



Foto 8: *Panicum maximum* cv *Guinea likoni* Fotografía: Fernández Mayer (Cuba)

2,0 cm de ancho (Foto 8).

Su inflorescencia es una panoja piramidal de 15 a 30 cm de largo, muy laxa, con gran capacidad de dispersión de semillas por resiembra natural (Foto 9). Es una especie apomíctica, o sea que produce semillas sin fecundación anterior; es por

ello que el cultivar Gatton no se cruza con otros cultivares de *Panicum* y mantiene su pureza.

Presenta semilla muy pequeña, violácea a la madurez y con 1,2 a 1,8 millones de unidades por kilogramo. La producción de semilla en cada temporada es muy alta y a la madurez se despren-



Foto 9: Panoja (inflorescencia) del *P. maximum*. Fotografía: Fernández Mayer (Cuba)

de con mucha facilidad lo que garantiza una buena resiembra natural. Debido a este comportamiento se dificulta su cosecha.

Técnicas de implantación

El *Panicum* se puede sembrar solo o junto con una leguminosa forrajera perenne, como *Vicia sativa*, *Pueraria phaeoloides*, *Neonotonia wightii*, *Arachis pintoi*, *Stylosanthes quianensis*, etc.

La siembra se aconseja, preferentemente, en otoño y primavera entre 6 a 8 Kg/ha (como mínimo) al voleo o en línea. Existen experiencias exitosas donde se ha duplicado la densidad de siembra (12-15 kg/ha), con le objetivo de lograr una mayor cobertura en el primer año, debido al bajo porcentaje de germinación que tiene esta megatérmica (40-45%). Cuando se utilizan las densidades normales (6-8 kg/ha), recién al tercer año de nacido el

cultivo alcanza la cobertura definitiva en el potrero (Fernández Mayer et al. 2015).

Debido al bajo poder germinativo (por dormancia o inmadurez fisiológica), se deben usar semillas con + de 6 meses de cosechadas. Las semillas recién cosechadas (1 mes) tienen muy bajo poder germinativo, entre 1 y 2%; al cuarto mes puede superar el 9% y a partir de allí se incrementa hasta superar el 30-35%. Para ser considerada una semilla de buena calidad debe tener una pureza varietal no debe ser inferior al 65% y poder germinativo mínimo entre 40-45%.

La calidad de las semillas se puede determinar de forma similar a la de Grama Rhodes, pesando 0,1 gr de las mismas y poniéndolas a germinar sobre papel de filtro embebido en una solución de ácido giberélico. Se debe realizar alternancia de temperaturas (entre 20 y 30 °C) y con luz. Al cabo de 21 días se cuentan las plántulas normales nacidas y se expresa el resultado en plántulas o gérmenes/kg (Petruzzi et al. 2003).

La siembra debe ser en forma superficial. Debido al pequeño tamaño de su semilla es muy importante no taparlas demasiado porque ello reduciría la emergencia de las plántulas. Lo ideal es cubrirlas ligeramente con una capa de suelo suelto (1 a 2 cm de profundidad). El nacimiento en general es muy despereado, observándose plantas nuevas aún después de 1 año de la implantación.

Cuando se siembra al voleo o vuelo es fundamental el uso de rolo compactador o apisonador después de diseminada la semilla, para permitir un adecuado contacto de ésta con la humedad del suelo. La siembra a 0,70 m entre hileras, tiene la ventaja de permitir un eventual tratamiento con cincel para romper capas compactadas o la interseembra de alguna leguminosa.

En general, los Panicum germinan cuando las condiciones de temperatura y humedad son adecuadas. La siembra de Gatton Panic en campos rolados, desmontados o fachinales abiertos es una alternativa muy utilizada; en estos casos se suele reducir la densidad a 3 a 4 kgs/semilla/ha, dejando resembrar el lote el primer año.

Una de sus características sobresalientes

del Panicum es la tolerancia a la sombra. En estos ambientes (debajo de árboles) logra una excelente producción y calidad de forraje. Este comportamiento lo transforma en una de las mejores gramíneas perennes para sembrar en los Sistemas Silvopastoriles (SSP). Bajo estas condiciones de protección prolonga su período verde aún entrado el invierno.

Producción de forraje, manejo y calidad nutricional

El primer corte se realiza entre 90-120 días después de la emergencia de las plantas. Bajo los sistemas Silvopastoril, se adapta muy bien en pastoreo directo, corte mecánico y/o reserva (henos o ensilado), debido a que presenta muy buena palatabilidad.

Es conveniente no pastorearlo intensamente el primer año, para permitir un correcto desarrollo del sistema radicular y la semillazón durante el fin del verano (tiene gran poder de resiembra natural sin labor cultural alguna). No obstante, se debe evaluar el estado de los árboles/arbustos con quien está implantado (SSP) para decidir el ingreso de los animales.

Se caracteriza por su alta producción de forraje (8 a 15t MS/ha/año), variando en función a las condiciones del medio (suelo y clima). Su crecimiento es explosivo cuando la humedad del suelo (+800 mm) y las temperaturas (25 y 30 °C) son las óptimas.

En la medida que se instale un nuevo concepto en el manejo y aprovechamiento de las gramíneas tropicales, denominado manejo mejorado, se pueden lograr incrementos muy significativos en la calidad del forraje y con ella, en la producción de carne o leche.

Fernández Mayer et al. (2015) definieron nuevas pautas de manejo que se adaptan al P. maximum y al resto de las gramíneas megatermicas.

1. El **manejo mejorado** (nueva estrategia) consiste en cortar del forraje viejo de la campaña anterior (otoño-invierno) hasta 20-25 cm de altura 45-60 días previos al inicio de la nueva campaña (primavera-verano), con una desmalezadora o bien directamente con los dientes de los animales para facilitar un rebrote sano y de alta calidad.

2. Realizar **pastoreos intensos** (remanente 20-25

cm de altura) desde los 0.4 hasta 1.0 m de altura (medido estirando verticalmente la planta), **cortos** (3 a 5 días) y con **alta carga animal** (ajustada a la categoría, producción y calidad del forraje) y así favorecer un rápido rebrote y de alta calidad.

3. Para eliminar el pasto remanente luego de un pastoreo, cuando haya quedado muy despaseado, se puede desmalezar o utilizar vacas de cría sin ternero (menores requerimientos) para favorecer un rebrote abundante y de calidad. Si quedan sectores del potrero que no se puedan comer (+1.0 m de altura), habría que aumentar el número de animales o hacer algún tipo de reservas (henos o ensilado).

4. Si se buscan ganancias de peso mayores a 800 g diarios se debería agregar un concentrado proteico en bajas proporciones (<1% PV) o alternar con alguna leguminosa arbórea (ej. *Leucaena leucocephala*, etc.), arbustiva (ej. *Tithonia diversifolia*, etc.) o forrajera (ej. *Vicia sativa*, *Pueraria phaeoloides*, *Neonotonia wightii*, *Arachis pintoi*, *Stylosanthes quianensis*, etc.).

Como toda gramínea subtropical se puede obtener, entre noviembre y agosto, de 4 a 5 pastoreos o cortes (3 o 4 como forraje verde o fresco y 1 como diferido o seco).

Una de las claves de esta nueva estrategia es el aprovechamiento del forraje con menor intervalo entre pastoreos o cortes, alrededor de 25-30 días según las condiciones del ambiente (clima y suelo), buscando comer a la pastura en estadios vegetativos, es decir, en "estado de pasto" (no en fases reproductivas como se lo pastorea habitualmente).

Esta nueva estrategia de manejo permitió mejorar significativamente la calidad de los *Panicum maximum* (Gattton panic y Guinea likoni) y *P. coloratum* (Mijo perenne); resultados que se presentan a continuación (Fernández Mayer et al. 2015).

Rebrote primaveral:

- Proteína Bruta: del 12 al 18%
- Digestibilidad: del 70 al 76%.
- Fibra Detergente Neutro: 50 al 58%

Rebrote estival (con cortes cada 30 días):

- Proteína Bruta: entre 11 al 15%
- Digestibilidad: entre 64 al 70%.
- Fibra Detergente Neutro: 60 al 65%

Forraje diferido al otoño-invierno:

- Proteína Bruta: de 4 a 5%
- Digestibilidad alrededor del 40%.
- Fibra Detergente Neutro: 65 al 74%

Diferencias entre el Gattton panic y Green panic

El Gattton panic se diferencia de Green panic por tener entrenudos más cortos y hojas de color verde más oscuro con textura sedosa y sin pilosidad. Además, el Gattton tiene tallos aplanados en la base y de coloración violácea.

El Gattton se adapta mejor a ambientes semiáridos; con climas más templados como los del centro y sur de Córdoba, la siembra primaveral no tiene inconvenientes, siempre que se haga después de las primeras lluvias. Sin embargo, en el noroeste de Argentina que predomina el clima subtropical, la siembra de primavera corre el riesgo de mortandad de plántulas recién nacidas por efectos del sol (quemado), por lo que se aconseja la siembra otoñal (Petrucci et al. 2003).

Además del Gattton panic y Green panic, existen otras variedades que se cultivan en América latina como Tanzania, Mombasa y Guinea likoni. Todos estos materiales requieren más precipitaciones (+ de 900 mm), un poco más exigente en tipo de suelo y algo menos productivo que el Gattton panic. Si se compara con otras gramíneas subtropicales utilizadas en el noroeste de Argentina, como Grama Rhodes (*Chloris gayana*) y Buffel Grass (*Cenchrus ciliaris*), el Gattton Panic es el de mayor productividad y tasa de ganancia de peso bajo sistemas de pastoreo con alta carga animal.

Es muy apto por su productividad y calidad forrajera, tanto para pastoreo directo como para henificación (rollos). En otoño-invierno (cultivo diferido), por su falta de proteína, requiere el agregado de algún suplemento proteico (Pellet – harinas- o Expeller –tortas expusados- de soja o girasol o cebada, etc.) o consociarse con alguna leguminosa tropical perenne (tipo Soja perenne, *Desmodium*, *Siratro*, etc.). En todos los casos se adaptan muy bien a los SSP.

Panicum (Megathyrsus) coloratum (Mijo perenne)

El *Panicum* (M) *coloratum* (Mijo perenne) es una gramínea perenne de crecimiento primavera-estival que crece a partir de los 500 mm anuales. Perteneció a la tribu de las Paniceas, nativa del continente africano y adaptada desde regiones templadas hasta cálidas (tropicales).

En zonas templadas-frías de la Argentina y bajo condiciones de semiaridez (San Luis, La Pampa y sudoeste de Buenos Aires), el *Panicum coloratum* se adapta mejor que el *P. maximum*, por tener resistencia a sequía y frío. Sus cultivares más difundidos son Klein Grass (Klein Verde) y Bambatsii. *P. coloratum* también se cultiva en las provincias de Formosa, Chaco y Santa Fe, aunque su producción es inferior al *P. maximum*.

Biología y características de la planta

La planta puede alcanzar una altura de 0,80 a 0,90 m o en algunos casos hasta más de 1 m (extendiendo sus hojas en forma vertical), presenta hojas densas de color verde a verde azulado y un ancho hasta 1,5 cm (*P. coloratum*) a 2.5 cm (*P. maximum*) con un largo de aproximadamente de 30 a 35 cm. Presenta panojas muy abiertas con una longitud de 6 a 25 cm, con espiguillas de color verde y púrpura con una longitud de 2.5 a 3 mm.

Además, sus glumas son pequeñas y redondeadas. Las semillas son de color marrón cuando maduran, de aproximadamente unos 2 mm. La forma de diseminación más común es por semillas pero también puede ser por rizomas cortos. Presenta la capacidad de emitir raíces cuando los nudos entran en contacto con el suelo (Padilla, 1974 y Petruzzi et al., 2003).

El *P. coloratum* o Mijo perenne en Argentina, durante los meses de otoño (marzo-junio) la producción de forraje es muy baja, deteniéndose su crecimiento cuando se inician las heladas (abril a mayo), permaneciendo en latencia (cultivo seco) hasta mediados de la primavera (octubre) que comienza a rebrotar. Soporta heladas de hasta -18°C, en estado de reposo. En pasturas ya establecidas, la semillazón ocurre hacia fines de diciembre.

Durante el otoño la producción de forraje es menor pero sólo se detiene con el comienzo de las heladas. La fase de diseminación en su primer ciclo de crecimiento es iniciada en la primera semana de marzo, manteniendo simultáneamente macollos reproductivos y otros en plena elongación. En pasturas ya establecidas, la semillazón ocurre hacia fines de diciembre (Petruzzi et al. 2008).

El Mijo perenne posee también una larga perennidad, se han encontrado individuos con más de 10 años. No se conocen hasta el momento plagas o enfermedades que lo afecten.



Foto 10: Panicum coloratum de la Estación Experimental de INTA Bordenave (Puán, Bs As. Argentina). Fotografía: Fernández Mayer



Foto 11: *Panicum coloratum* del Instituto de Ciencia Animal (ICA) de Cuba. Fotografía: Fernández Mayer

Producción de forraje, manejo y calidad nutricional

Su producción se concentra en la primavera, el verano y otoño. Se adapta bien a los sistemas Silvopastoril, aunque su producción es inferior al *P. maximum*. Dentro de estos sistemas se lo utiliza para pastoreo directo o para henificación (rollos) (Fotos 10 y 11).

Bajo un **manejo mejorado**, similar al *P. maximum*, se transforma en un forraje muy bueno para los sistemas ganaderos de ciclo completo. Como la mayoría de las gramíneas tropicales se consocia muy bien con las leguminosas perennes.

Esta nueva estrategia de manejo permitió mejorar significativamente la calidad de los *Panicum maximum* (Gatton panic y Guinea likoni) y *P. coloratum* (Mijo perenne); resultados que se presentan a continuación (Fernández Mayer et al. 2015).

Rebrote primaveral:

- Proteína Bruta: del 12 al 14%
- Digestibilidad: del 65 al 70%.
- Fibra Detergente Neutro: 60 al 65%

Rebrote estival (con cortes cada 30 días):

- Proteína Bruta: entre 10 al 13%

- Digestibilidad: entre 60 al 65%.
- Fibra Detergente Neutro: 65 al 70%

Forraje diferido al otoño-invierno:

- Proteína Bruta: de 4 a 5%
- Digestibilidad alrededor del 35 al 40%.
- Fibra Detergente Neutro: 75 al 80%

Comportamiento del *Panicum maximum* y *coloratum* a condiciones de monocultivo y bajo sombra (*Leucaena leucocephala*)¹

El crecimiento del *P. maximum* está asociado a los meses lluviosos, dependiendo del país varía la época, permaneciendo durante la época seca con un forraje semi-seco (amarillo). Como las hojas crecen por la base, si se cortan a la mitad pueden seguir creciendo sin interrupción a razón de 2 cm/día (invierno) a 4 cm/día (verano) (Padilla 1974).

El *P. maximum* es una especie muy tolerante a la sombra. Esta especie tiene una relación hoja:tallo de 80:20% MS (promedio), lo cual les permite una mejor calidad y acceso por parte de los animales (Ruiz y Febles, 2005).

En la tesis realizada por Fernández Mayer et al. (2015) dentro de un SSP con *Leucaena leucocephala* en Cuba, obtuvieron una producción de

¹⁾ Extraído de la Tesis Post-Doctoral de Aníbal Fernández Mayer (2015). Evaluación de parámetros energéticos-proteicos y productivos del *Panicum maximum* y *P. coloratum*, en diferentes etapas de madurez y por efectos de defoliaciones periódicas. Su impacto sobre los sistemas de producción de carne bovina. Estrategias de mejora. Instituto de Ciencia Animal (ICA). Universidad Nacional Agraria de La Habana, Cuba. Pp. 171.

MS del primer corte y del total de los muestreos significativamente mayor ($P < 0.001$) en el ensayo a pleno sol (Instituto de Ciencia Animal –ICA–) que bajo Leucaena (Indio Hatuey –IH–), 14.282 y 27.489 vs 5.812 y 17.969 kg MS/ha, respectivamente. Obispo et al. 2012, utilizando *P. maximum* observaron que las mayores producciones de MS se obtuvieron, también, con niveles “bajos de sombra o a pleno sol”, alrededor de ± 14.000 kg/ha. Mientras que, con niveles medianos y altos de sombra la producción fue inferior a 10.000 kg/ha ($P < 0,05$).

Estos autores atribuyeron ese comportamiento a la menor cantidad de radiación incidente sobre la gramínea (en esta tesis las intensidades lumínicas fueron 20.000 vs 55.500 lux, para el *P. maximum* cv Guinea bajo sombra y a sol pleno, respectivamente), lo que repercute en una menor actividad fotosintética.

tensidad de radiación por el efecto de la sombra cambia la composición química de los forrajes y, en especial, sus componentes celulares, aunque las respuestas son variables según la especie.

Cuando se comparan los resultados obtenidos en el ICA con los de IH, se observa una mejora significativa en los diferentes parámetros nutricionales evaluados en favor del Guinea bajo Leucaena (IH). Producto de mejores condiciones del ambiente generado por estos árboles se observó un crecimiento más rápido y con mayor desarrollo de los rebrotes (107.1 a 68 cm de altura, respectivamente), se llegó a la madurez fisiológica (grano lechoso-pastoso) 40 días antes y tuvo mayores niveles de MS que a pleno sol (42.6 vs 30.48% MS, para el primer corte y 24.69 vs 22.48% MS para el total de cortes respectivamente) (Fernández Mayer et al, 2015).



Foto 12: Guinea likoni (P. maximum) dentro de un SSP. Estación de Pastos y Forrajes de Indio Hatuey. Cuba
Fotografía: Fernández Mayer

Además, en este trabajo el Guinea bajo sombra, tuvo una menor densidad ya que compararía el terreno con la Leucaena, que estaba implantada cada 18 m² (6 m entre hileras y 3 m entre plantas) (Foto 12).

Los forrajes tropicales, como el pasto Guinea que tienen un ciclo fotosintético tipo C₄, alcanzan su máxima producción de MS con altos niveles de intensidad lumínica (Obispo et al 2008).

Buxton y Fales (1994) encontraron que en las regiones tropicales la reducción de la in-

Este comportamiento pudo deberse a factores inherentes al ambiente (suelo, temperaturas y precipitaciones), ya que en Indio Hatuey (bajo Leucaena) se registraron mayores temperaturas y precipitaciones (+5% y +13%, respectivamente) que en el ICA (pleno sol) y a la mayor fertilidad nitrogenada generada por la Leucaena (Hernández et al, 2001). Además, las plantas bajo sombra, al recibir menor intensidad lumínica, elevan su altura buscando captar mayores radiaciones solares para cumplir con sus requerimientos fisiológicos de la fotosíntesis (Hernández Gil 2014).

Además, ese mayor crecimiento del *P. maximum* cv Guinea bajo sombra favoreció un menor depósito de pared celular y de lignina, mejorando significativamente los niveles promedio de Proteína bruta (12,65 vs 8,79%, respectivamente) (Van Soest, 2014).

En los primeros tratamientos, por efecto de la mayor fertilidad nitrogenada generada por la *Leucaena* (Hernández et al, 2007), todos los parámetros nutricionales fueron significativamente mejores respecto al monocultivo, entre ellos se destacan los niveles proteicos 16,36 vs 10.14%, los de FDN 58.58 vs 63% y la Lignina 6.92 vs 7.31%, respectivamente.

En diferentes trabajos realizados con Guinea se observó que el contenido de Nitrógeno (N) en *P. maximum* disminuyó a medida que aumentó la intensidad de luz natural y que la acumulación de N en esta especie mejoró significativamente bajo la sombra (60 y 40 % de luz solar total). La sombra incrementa la absorción de N en la planta al mejorar la mineralización de este en el suelo (Pentón, G, 2000).

Ello puede explicarse por el hecho de que en condiciones de baja intensidad de luz, el nitrógeno soluble total se incrementa, debido inicialmente a la acumulación de nitratos en las hojas, aun sin fertilización nitrogenada (Pentón y Blanco 1997).

Paciullo et al. (2007), encontraron incrementos en la digestibilidad de las plantas con los mayores niveles de sombra, por menores niveles de pared celular (FDN y FDA) y una mejora significativa en los contenidos de PB, con manifiesto incremento de la degradabilidad de los mismos. Similares resultados fueron encontrados por Alonso et al. (2007), quienes evaluaron el impacto de la sombra de *Leucaena leucocephala* sobre el Guinea likoni.

En correspondencia con lo enunciado en el párrafo anterior, Obispo et al (2008) encontraron un incremento en los niveles de FDN y FDA al aumentar la intensidad lumínica particularmente los compuestos polifenólicos. Estos valores oscilaron entre 69,9 a 76,6 y 33,9 a 42,6 para FDN y FDA, respectivamente.

Sin embargo, largos periodos de oscuridad "cerrada" reducen la calidad del forraje porque parte de los nutrientes son movilizados, pero ninguno de ellos es producido. Las plantas bajo sombra prolongada poseen menos cloroplastos, menos componentes de la cadena transportadora de electrones, menos Rubisco (Ribulosa 1,5-bifosfato carboxilasa/oxigenasa) y menos nitrógeno por unidad de área. Esto, en conjunto con otros factores morfológicos y fisiológicos, reduce la capacidad de carboxilación y de transporte de electrones, lo que limita la capacidad fotosintética de estas plantas (Lambers et al., 1998).

El *P. maximum* cv Guinea likoni es una especie forrajera tiene una excelente capacidad de adaptación a la sombra (Pentón 2000) y puede producir adecuados niveles de producción de MS con bajos insumos –sin fertilización ni riego complementario- (Machado y Yuseika 2004).

Diferentes estudios del efecto de la luz solar sobre las características morfo-estructurales del *P. maximum* han demostrado que la bajas intensidad de luz sobre este pasto, ocasiona cambios en el esclerénquima y el contenido celular con mejoras en la calidad y producción de biomasa (Seguí et al. 1998).

En el Cuadro 62 se presenta la calidad nutricional del Guinea bajo diferentes asociaciones.

Cuadro 62: Valor nutritivo de pastos en sistemas a cielo abierto o asociados con árboles en sistemas ganaderos silvopastoriles.

Tratamiento	PB	FDN	FDA	Lignina	DIVMS
Guinea a cielo abierto	8.11	68.6	42.5	11.7	53.1
Guinea asociada con Algarrobillo	9.83	64.9	39.2	10.5	63.1
Guinea a cielo abierto	5.03	-----	41.6	-----	42.2
Guinea asociado con Eucalipto	6.48	-----	40.7	-----	39.4
Guinea asociado con Roble	6.04	-----	39.3	-----	43.7

(Barahona-Rosales y Sánchez Pinzón, 2005)

Bracharia spp

Brachiaria brizantha

La *Brachiaria brizantha* es una gramínea perenne originaria de África tropical.

Biología y características de la planta

De crecimiento erecto y suberecto, produce buena cantidad de raíces profundas de color blanco amarillento y de consistencia blanda. Los nudos de los tallos son prominentes, glabros y poco radicantes cuando están en contacto con el suelo. Las hojas son glabras o pilosas, linear lanceoladas de 15 a 40 cm de longitud y de 6 a 15 mm de ancho. Su altura varía entre 1 a 1,5 m presenta rizomas cortos de 30 a 40 mm de largo, cubiertos de escamas de color amarillo brillante. La inflorescencia está formada de 3 a 4 racimos de 5 a 10 cm de largo.

Se adapta bien a regiones tropicales desde los 250 a 2000 m sobre nivel del mar (snm), temperaturas de 18 a 25°C y precipitaciones de 800 a 4000 mm al año. Se desarrolla bien en diferentes tipos de suelos, particularmente en suelos ácidos, de baja fertilidad y con buen drenaje; además, tolera sequías no prolongadas.

Tiene una tolerancia media a la sequía. Al momento se la considera como una de las mejores gramíneas de pastoreo sola o asociada, en condiciones de buena humedad (González et al 2012). Uno de los cultivares más utilizados es *B. brizantha* cv. Marandú.

Plagas y enfermedades

Una de las plagas que mayormente ataca a *B. brizantha* es el salivazo (*Aneolamia* sp.). Especialmente en la época de máxima precipitación, encontrándose poblaciones promedios de 15 ninfas/m²; en cambio, en la época de menor precipitación, se han encontrado 2 ninfas/m². Cuando se realiza un pastoreo intenso la población de esta plaga disminuye casi en su totalidad.

Además, se ha encontrado la presencia del hongo *Rhizoctonia* sp., en rangos del 5 al 10 %

durante la época de mayor precipitación, en praderas establecidas y de avanzado estado de madurez. También con el pastoreo adecuado se logra controlar el problema.

Producción de forraje, manejo y calidad nutricional

La producción de materia seca, dentro de una SSP, está determinado, entre otros factores, por la edad del rebrote y el intervalo entre cortes (o pastoreos). Con un intervalo de corte de 3 semanas la producción puede alcanzar un promedio de 12.000 kg MS/ha/año. En cambio con un intervalo de 12 semanas puede ascender, en promedio, a 18.000 kg MS/ha/año, siempre con buenas condiciones de humedad (época de lluvias) (González et al. 2012).

La máxima producción de forraje no coincide con el mayor calidad del mismo, de ahí la importancia de buscar mayor calidad por sobre cantidad, en especial si se utilizan animales en crecimiento o terminación (engorde) (Fernández Mayer et al. 2015).

La densidad de siembra, común para todas las *Brachiarias*, varía entre 8 a 10 kg/ha. El primer pastoreo se realiza entre 90 a 120 días del nacimiento del cultivo.

Para hacer un adecuado aprovechamiento y manejo del forraje es recomendable hacer varias parcelas fijas o con alambrado eléctrico, para ir rotándolas cada 25-30 días como máximo. Además, de hacer pastoreo directo o mecánico, se pueden hacer henos (rollos) o ensilado, aunque éste último no es ideal debido a la falta de azúcares solubles para lograr una adecuada fermentación durante el ensilado (Fernández Mayer 1999).

El valor nutritivo del *Brachiaria brizantha* se considera bueno, siendo apetecido por el ganado bovino y ovino. Entre las *Brachiarias*, se la considera la de mejor calidad (Cuadro 63).

Cuadro 63: Calidad nutricional de la *B. brizantha*

Parámetro	Valor nutricional (%)
Digestibilidad	65-72
Proteína bruta	9-11
Palatabilidad	Excelente
Fibra Detergente Neutro (FDN)	55-65
Composición del FDN	
Hemicelulosa	Hemicelulosa
Celulosa	Celulosa
Lignina	Lignina

Fuente: De León, M, et al.1995

Brachiaria decumbens

La *Brachiaria decumbens* es también una gramínea perenne originaria del Este del África Tropical y muy difundida en la selva baja y alta de la Amazonía ecuatoriana y otros países Centroamericanos.

Biología y características de la planta

De crecimiento rastrero, con estolones largos cuyos nudos al estar en contacto con el suelo emiten raicillas dando origen a una nueva planta. Sus tallos son postrados y semi-erectos frondosos que forman una buena cobertura; la altura varía entre 50 y 70 cm con hojas lanceoladas de color verde brillante y de 15 a 20 cm de largo y 8 a 10 mm de ancho. La inflorescencia es una panícula con tres a cinco racimos ramificados.

Una pradera se puede considerar establecida cuando tenga sobre un 90% de cobertura, cosa que ocurre a los 150-180 días después de la siembra.

Se comporta bien desde el nivel del mar hasta los 1000 m con temperaturas de 20 a 25°C y precipitación de 1000 a 4000 mm, persiste en suelos rojos, ácidos y de baja fertilidad, resiste la sequía no muy prolongada y la quema. Uno de los cultivos más utilizados es *B. decumbens* cv. Basilisk.

Resistencia a plagas y enfermedades

Su crecimiento estolonífero rastrero, crea un ambiente favorable para ser atacado durante casi todo el año por el *Aneolamia* sp. (Salivazo). En especial produce un marchitamiento completo de las hojas, cuando la incidencia de la plaga es alta, pudiendo-

se confundir con una deficiencia mineral. Una buena práctica de control consiste en usar alta carga animal con la finalidad de que se consuma en el menor tiempo todo el forraje disponible y permitir la penetración de los rayos solares, con el propósito de destruir el hábitat y romper el ciclo biológico del insecto.

Producción de forraje, manejo y calidad nutricional

El primer corte se puede realizar entre 90 a 120 días después del nacimiento. La producción de materia seca, dentro de una SSP, varía, en promedio, entre 10.000 a 18.000 kg de MS/ha/año, en el período de máxima precipitación y con una frecuencia de corte de 6 y 8 semanas, respectivamente. En cambio, para la época de menor lluvia se registraron producciones de 6.000 y 9.000 kg de materia seca/ha/año, respectivamente. Las producciones de MS en monocultivo son superiores que bajo un SSP. La tolerancia a la sequía es media.

Este forraje, también, se puede usar para pastoreo directo o mecánico y/o henoificación.

La calidad es similar a la *B. brizantha*. Los niveles de digestibilidad de la MS varían entre 55-65%, la proteína bruta entre 7 al 11% y en general son muy aceptados por los bovinos (carne y leche) debido a su buena palatabilidad.

Como ocurre con el resto de los forrajes, su calidad disminuye a medida que avanza la madurez del cultivo. El contenido de PB varía del 12 al 14% a los 21 días del corte (rebrote) al 9% a las 12 semanas del mismo, dependiendo de la edad de la planta y el nivel de fertilidad del suelo.

Asociación con leguminosas forrajeras perennes

Tanto la *Brachiaria brizantha* como la *B. decumbens* se asocian bien con leguminosas que no sean de crecimiento muy agresivo como el *Arachis pintoi* con el cual forma un pastizal de buena calidad y producción, sembrando a éste último a razón de 2-4 kg/ha en los espacios vacíos que deja la *Brachiaria* sp.

En cambio, no se logran buenas asociaciones con *Centrosema macrocarpum*, *Centrosema pubescens*, *Pueraria phaseoloides* y *Stylosanthes quianensis*.

Es ideal mantener dentro de un SSP una pradera integrada por un 75% de gramíneas y 25% de leguminosas forrajeras a fin de asegurar un buen balance nutritivo.

Brachiaria dictyoneura

La *B. dictyoneura* es otra gramínea perenne originaria de África Tropical, de menor expansión de todas las *Brachiarias*, que se adapta a los SSP.

Biología y características de la planta

De crecimiento erecto con tallo de color rojizo, puede alcanzar una altura de 50 a 100 cm de tallo fino y rizomas subterráneos.

Las hojas de los estolones son cortas y lanceoladas de 40 a 60 mm de largo y 8 mm de ancho; mientras que las hojas de los tallos florales son más largas de 15 a 30 cm y de 8 a 10 mm de ancho. Además, son glabras de color verde pálido y fuertemente denticuladas en los márgenes.

Esta especie se adapta a los suelos ácidos de baja fertilidad pero con buen drenaje, resiste a sequías no prolongadas y crece bien hasta los 900 m s.n.m. con precipitaciones durante todo el año. Tiene buena persistencia al pastoreo.

Resistencia a plagas y enfermedades

Durante todo el año, es muy atacado por el "Salivazo" (*Aneolamia* sp.) habiéndose encontrado de 9 a 12 ninfas/m². Sin embargo, no sufre

ningún efecto de marchitamiento por lo que se la puede considerar como tolerante. Además, esta plaga se puede controlar con pastoreo bajo; cuando el pasto está invadido por el insecto, con el fin de destruir el hábitat o la saliva donde se aloja la ninfa mediante la acción del pisoteo de los animales, consumo de forraje y la penetración de los rayos solares.

Producción de forraje, manejo y calidad nutricional

La producción de materia seca, dentro de un SSP, varía de acuerdo al tiempo de rebrote, entre 10.000 a 16.000 kg MS/ha/año de 3 a 12 semanas después del corte, respectivamente, durante la época de lluvias.

Los valores de proteína bruta varían del 12 % a las tres semanas a 7-8% a las 12 semanas del corte (rebrote). Mientras que los valores de la digestibilidad in vitro de la materia seca, varían entre 47 al 53% con una media del 50% (González et al. 2012).

Asociación con leguminosas

Por su altura y tipo de crecimiento, *B. dictyoneura* se asocia bien con leguminosas forrajeras perennes como *Centrosema pubescens*, *Centrosema macrocarpum*, *Desmodium heterophyllum* y *Arachis pintoi* con las cuales forma una pradera de buena calidad y abundante producción de forraje. Para lograr una buena asociación debe sembrar primeramente la leguminosa seleccionada (2-4 kg/ha) en la época de mayor precipitación y después de 1 a 2 meses, dependiendo del porte que tenga la leguminosa se procede a sembrar la gramínea, entre 6 a 8 kg/ha de semilla pura.

Si se tiene una pradera de *Brachiaria* spp. establecida y se va a sembrar una leguminosa, la forma de siembra puede ser en franjas de 1 m de ancho, y separadas entre sí cada 4 ó 5 m. Si se siembra con *Arachis pintoi*, se recomienda sembrar a esta leguminosa en líneas cada 50 a 70 cm. Todo esto dentro de un SSP.

Brachiaria humidicola

Biología y características de la planta

Es otra gramínea perenne nativa del Este

de Africa Tropical con muy buen comportamiento forrajero. Tiene un crecimiento rastrero o estolonífero con buena cobertura y así evita la erosión del suelo. Las hojas son acanaladas, erectas, lanceoladas y finas de coloración verde intenso, mide 25cm de largo y 5 mm de ancho. La inflorescencia (panoja laxa) tiene 3 a 5 cm de largo.

Entre las características agronómicas más destacadas se pueden citar su tolerancia a niveles altos de aluminio (80% saturación de aluminio) y suelos ácidos (pH 4,9 - 4,5) y de baja fertilidad. Requiere buenas condiciones de humedad para crecer y, a su vez, es capaz de tolerar períodos relativamente largos de sequías con buena producción de forraje. Resiste la quema y no a la sombra permanente dentro del pastizal. Por lo que no se recomienda en SSP muy cerrados.

Resistencia a insectos y enfermedades

Diferentes estudios realizados con esta gramínea, demuestran que *Brachiaria humidicola* es resistente a daños del "salivazo" durante todo el año. En tanto, en zonas ubicadas sobre los 800 m snm puede sufrir ataque de "roya" *Uromyces* sp. que puede acabar con la pastura en poco tiempo.

Producción de forraje, manejo, calidad nutricional y producción de carne

La producción de MS, dentro de una SSP,

quede alcanzar producciones muy altas entre 10.000 a 20.000 kg MS/ha/año, dependiendo del intervalo entre corte (4 o 12 semanas, respectivamente).

En la Estación Experimental Napo- Payamino (Ecuador) se realizó durante 3 años (2010 al 2012) una experiencia, donde se midió la producción de forraje (kg MS/ha) y la producción de carne (ganancia diaria de peso y producción de carne por hectárea) con novillos (Holstein x Brahman) bajo pastoreo, comparando *B. humidicola* solo y en mezcla con *Desmodium heterophyllum* y *D. ovalifolium*, durante cuatro períodos consecutivos (264 días c/u) (González et al.2012).

Entre los resultados que se obtuvieron se destacan, la producción de forraje promedio 22.187 kg MS/ha/año y una ganancia de peso vivo media de 351 kg/ha/año, con una carga animal de 2,7 animales/ha (Cuadro 64).

En este trabajo se plantearon 4 tratamientos:

- 1) *Desmodium ovalifolium*, *Brachiaria humidicola* mas fertilización.
- 2) *Brachiaria humidicola* +*Desmodium heterophyllum*
- 3) *Brachiaria humidicola* sola
- 4) *B. humidicola* con *Desmodium ovalifolium*.

Todas estas mezclas se consideran buenas alternativas para las condiciones de la cuenca baja de la región Amazónica.

Cuadro 64: Efecto de la Carga Animal sobre la Producción de Forraje y ganancia de Peso de Bovino Holstein por Brahman en cuatro períodos de pastoreo en Brachiaria humidicola

Tratamiento	Promoción Forraje (Kg MS/ha)	Carga Animal (cabezas/ha)	Ganancia de peso (kg/ha)	Producción de carne (kg/ha)
Tratamiento 1 (testigo) <i>Brachiaria humidicola</i> sola	22.763	2,8	0,564	429
Tratamiento 2 <i>Brachiaria humidicola</i> + <i>Desmodium ovalifolium</i> +Fertilización	22.145	2,8	0,499	364
Tratamiento 3 <i>Brachiaria humidicola</i> + <i>Desmodium heterophyllum</i>	21.910	2,7	0,499	338
Tratamiento 4 <i>Brachiaria humidicola</i> + <i>Desmodium ovalifolium</i>	21.931	2,8	0,518	402

Fuente: De León, M, et al.1995

Es importante aclarar que la B. humidicola sola (tratamiento 1 –testigo–) tuvo la más alta producción de forraje y de carne del trabajo debido a que aprovechó toda la disponibilidad de nutrientes del suelo virgen. Como el ensayo se extendió por poco tiempo (3 años), no hubo una reducción significativa de los nutrientes del suelo y, por ende, no se vieron afectadas ni la producción de forraje ni de carne.

En tanto el segundo lugar en producción de carne se obtuvo con la mezcla B. humidicola asociada con Desmodium ovalifolium (tratamiento 4). El tercer lugar en producción de carne y segundo de forraje fue para el tratamiento 2, B. humidicola asociada con Desmodium ovalifolium y fertilizados ambos, quedando para el último lugar en cuanto a la producción de carne para el tratamiento 3, B. humidicola asociada con Desmodium heterophyllum.

A modo preliminar se aconseja no fertilizar pastos tropicales asociados con leguminosas, por que éstas proporcionan suficiente Nitrógeno a la gramínea y se elevan los costos innecesariamente.

Valor nutritivo

Los análisis de laboratorio realizados en muestras provenientes de diferentes localidades del Ecuador con suelos de baja fertilidad, la B. humidicola mostró valores nutricionales inferiores al de otras especies de Brachiaria.

Los niveles promedios de proteína bruta variaron entre 8 al 12% y de digestibilidad in vitro de la materia seca entre 41 al 49%. Todos los valores descienden drásticamente a medida que progresa la edad del cultivo.

Asociación con leguminosas

El valor nutritivo de esta especie se puede mejorar considerablemente si se asocia con leguminosas forrajeras no muy agresivas. Debido a su altura, se recomienda asociada con las siguientes leguminosas: Arachis pintoi, Centrosema pubescens y Desmodium heterophyllum, con las cuales forma una pradera de buena calidad.

La cantidad de semilla de leguminosa que se requiere sembrar es de 2-3 kg/ha. Una buena asociación se obtiene sembrando en franjas de 1 m de

ancho y separadas cada 4-5 m entre sí. En la franja se puede realizar 3 surcos y sembrar la semilla a chorro continuo. Todo esto bajo un SSP.

Brachiaria híbrido

(Mulato)

Cultivares y accesiones avanzadas: Pasto Mulato (CIAT 36061, América Tropical) y Pasto Mulato II (CIAT 36087, América Tropical) (Peters et al. 2015).

Consideraciones especiales

Es una variedad mejorada genéticamente. Tiene alta tolerancia al mión y la venta comercial de semilla se hace a través de empresas definidas.

Descripción

Es una gramínea perenne que se desarrolla en regiones húmedas y subhúmedas. De crecimiento decumbente, estolonífero y cespitoso.

Los tallos son de color verde intenso, con abundante pubescencia; las hojas son lanceoladas de color verde intenso de 15 a 20 cm de largo y con alta pubescencia. Las plantas son vigorosas y con buen macollamiento.

Adaptación

Se adapta a suelos bien drenados de mediana fertilidad con pH>4.5; precipitaciones superiores a 700 mm/año, altura hasta los 1800 m.s.n.m. y topografía plana a ondulada. Es resistente a sequías prolongadas, con buena producción de forraje en época crítica.

Técnicas de implantación

Aunque puede implantarse por semilla (vía sexual) o material vegetativo (vía asexual), se recomienda sembrarlo por semilla. Se necesita escarificar las semillas mecánicamente o químicamente antes de sembrar.

Siembra al voleo

La semilla se distribuye manualmente de manera uniforme en la superficie del terreno, tapando la semilla con alguna herramienta liviana o con ramas.

Siembra en líneas o surcos

Luego de preparar adecuadamente el terreno, con las labranzas que correspondan según tipo de suelo, se siembra en líneas el terreno a una distancia de 70 a 80 cm, procurando sembrar a medio lomo del surco, para evitar que la lluvia arrastre o tape la semilla.

Espéque o punta de machete

La semilla se deposita en el fondo del suelo, a una distancia entre golpe (espéque) de 0.5 a 1.0 m y 1.0 m entre líneas.

En todos los métodos de siembra, es importante que la semilla no quede a más de 2 cm de profundidad, para evitar problemas de emergencia (Guiot García y Meléndez 2015).

Densidad de siembra

La densidad de siembra recomendada varía entre 4 a 6 kg /ha, dependiendo de la calidad de la semilla (poder y energía germinativa y pureza).

El Mulato presenta un vigor de plántula superior al de las Brachiarias comerciales, además de tener la capacidad su semilla de permanecer en el suelo por periodos de tiempo hasta de 22 días sin lluvias después de la siembra y germinar normalmente al reiniciarse estas.

Producción de forraje, manejo, calidad nutricional y producción de carne

El Mulato, es un pasto con buenas características nutricionales para los rumiantes, su

contenido de proteína bruta varía entre 14 a 16% y con un nivel medio de digestibilidad de hasta 62 %.

En el Cuadro 65, se presentan los resultados de varios años (Julio/2000 a mayo de 2002) de muestreos de calidad y digestibilidad de diferentes especies del género Brachiaria (Guiot García y Meléndez 2015).

El Multato se diferencia de la B. brizantha (Pasto Insurgente) por ser menos estacional y tener mayores niveles de carbohidratos no estructurales solubles (CNES) en hojas (15.2%) y tallos (16.1%) (Guiot García y Meléndez 2015).

El Mulato tiene muy rápido establecimiento, con un primer pastoreo ligero entre 90 – 120 días se dan los mejores resultados.

La producción de forraje varía entre 20-25 t/ha/año de MS (122 t/ha/año de MV) permitiendo sostener una alta carga animal, con los descansos adecuados (17 a 28 días).

Producción de carne y leche en pastoreo

En el Cuadro 66 se presentan los resultados de un trabajo realizado con Brangus en Huimanguillo, Tabasco (México) con suelos vertisoles y una precipitación promedio de 2250 mm, utilizando una carga animal de 4 cabezas/ha (Guiot García y Meléndez 2015).

Si bien las ganancias individuales fueron medias a bajas, si se considera que la carga animal fue muy alta de 4 cabezas por hectárea, la producción de carne por hectárea fue muy elevada.

Cuadro 65: Valor nutritivo en diferentes especies del género Brachiaria

Cultivar	Digestibilidad de la MS (%)		Proteína Bruta (%)	
	Tallos	Hojas	Tallos	Hojas
B. híbrido (Mulato CIAT 36061)	64.9	66.1	5.1	10.2
Brachiaria H 46024	64.5	66.8	5.2	9.3
B. brizantha (Insurgente CIAT 8670)	65.4	61.3	4.5	7.9
B. decumbens (Señal CIAT 606)	65.3	66.6	5.3	7.8
B. brizantha (Toledo CIAT 26110)	63.7	63.8	4.6	6.9

Fuente: De León, M, et al.1995

Cuadro 66: Producción animal en el cultivar Mulato - CIAT 36061

Parámetros productivos	Ganancia diaria de peso
Ganancia diaria por animal (kg/cabeza/día)	0.435
Ganancia anual por animal (kg/cabeza)	159
Ganancia por hectárea por año (kg/ha/año)	636

En el Cuadro 67 se muestran los resultados de un trabajo con una carga animal similar (4 cab/ha) con novillos en engorde utilizando 2 *Brachiarias*, *B. híbrido* (Mulato) y *B. decumbens* (Señal) realizado en la Isla de Veracruz (Guiot García y Meléndez 2015).

El trabajo original tuvo alguna modificaciones en la época de lluvias debido a un severo daño causado por mosca pinta que sufrió el pasto Señal, lo que obligo a disminuir la carga animal a 2 animales/ha, los dos animales restantes se incorporaron al lote de cultivar Mulato quedando durante esta época con una carga de 6 novillos/ha. La producción de carne por hectárea del pasto mulato fue 153% superior al pasto Señal, 555 y 219 kg/ha/año, respectivamente.

El nitrógeno ureico en la leche (MUN) o en la sangre (BUN), puede ser una herramienta útil para el monitoreo del estado de la proteína y la energía en la dieta y de los cambios de peso y condición corporal del ganado vacuno. El mayor nivel de MUN en leche observado en vacas que pastorearon en pasto Mulato, es un indicador de la buena calidad y alta degradabilidad de la proteína consumida por el animal (CIAT, 2000) (Cuadro 68).

La producción de leche con pasto Mulato fue 25% mayor que con Toledo y 7% más que Señal. El MUN fue mayor en las vacas que pastorearon en cultivar Mulato, lo cual estuvo asociado con un mayor contenido de proteína cruda (8.5%) comparado con el pasto Señal (7.9%) y el Toledo (7.3%). La oferta de forraje, también, fue superior del pasto

Cuadro 67: Producción animal en dos cultivares del género *Brachiaria*

Parámetros productivos	Mulato	Señal
Ganancia diaria por animal (kg/cabeza/día)	0.301	0.219
Ganancia anual por animal (kg/cabeza)	110	80
Ganancia por hectárea por año (kg/ha/año)	555	219

Fuente: CIAT 2000

Cuadro 68: Producción de leche de vacas mestizas con *Brachiarias* en Quilichao (Colombia)

Tipo de pasto	Leche (kg/vaca/día)	MUN (mg/dl)
<i>B. decumbens</i> cv. Señal	7.6	4.1
<i>B. brizantha</i> cv. Toledo	6.5	4.3
<i>B. híbrido</i> cv. Mulato	8.1	9.7

Fuente: CIAT 2000

Mulato (3.200 kg MS/ha) que el Señal (3.000 kg MS/ha) y Toledo (2.300 kg MS/ha) (CIAT, 2000).

te el año y tiene buena tolerancia a distintas plagas. Es hasta el momento, la Brachiaria de mejor calidad.

Principales atributos del pasto Mulato

En el Cuadro 69 se presentan las principales características agronómicas de diferentes especies del género *Brachiaria*. Se observa que el cultivar Mulato sobresale sobre las otras variedades en aspectos como: Tolerancia a sequía, recuperación bajo pastoreo, calidad nutritiva y vigor de plántula. Además, el Mulato posee un rápido establecimiento, con un vigoroso crecimiento después del corte o pastoreo.

Debido a su hábito de crecimiento a través de estolones mantiene una excelente cobertura del suelo, conserva una gran proporción de hojas duran-

Manejo

La producción de forraje, con adecuada humedad y temperatura, presenta pocos cambios estacionales durante el año. Requiere pastoreos intensivos, soporta alta carga animal y se recupera rápidamente después del corte o pastoreo. Para mantener su alta productividad se debe hacer fertilización nitrogenada de mantenimiento.

Limitantes

Tiene una alta variación de viabilidad de semilla, la producción de semilla es baja y no produce semilla viable en todas las latitudes.

Cuadro 69. Principales características de cuatro cultivares de Brachiaria

Características	Mulato CIAT 36061	Insurgente CIAT 6780	Señal CIAT 606	Toledo CIAT 26110
Tolerancia a sequía	Muy Buena	Buena	Buena	Muy Buena
Tolerancia a humedad	Mala	Mala	Mala	Buena
Tolerancia al frío	Regular	Pobre	Pobre	Pobre
Tolerancia a heladas	Regular	Muy pobre	Muy pobre	Pobre
Tolerancia a inundaciones	Mala	Mala	Mala	Mala
Tolerancia a hongos foliares y de raíz	Regular	Mala	Regular	Buena
Tolerancia al salivazo	Tolerante	Resistente	Susceptible	Susceptible
Recuperación bajo pastoreo	Excelente	Regular	Buena	Excelente
Calidad forrajera	Excelente	Buena	Buena	Buena
Sincronización de la floración	Buena	Pobre	Buena	Buena
Calidad de la semilla	Buena	Buena	Buena	Buena
Establecimiento por semilla	Muy Fácil	Fácil	Fácil	Muy Fácil
Vigor de la plántula	Muy Alto	Bueno	Bueno	Alto
Compatibilidad con leguminosas forrajeras	Buena	Buena	Buena	Buena
Requerimientos del suelo	Media-Alta	Media-Alta	Baja	Media-Alta
Tolerancia a la acidez	Buena	Buena	Excelente	Buena

Fuente: CIAT 2000

Paspalum spp.

Paspalum dilatatum

(Pasto miel)

El *Paspalum dilatatum* es una planta subtropical (C4) de ciclo primavera-estivo-otoñal, originaria de América meridional, muy común en Uruguay, Argentina y Sur de Brasil.

Biología y características de la planta

Es una gramínea perenne cespitosa con rizomas cortos no invasores en la base de la corona y gran capacidad de rebrote. Gracias a su alta eficiencia en el uso de la luz y el agua tiene muy buen comportamiento en los SSP. Se adapta muy bien, aún, a suelos arcillosos bajos y húmedos, mostrando alto crecimiento en veranos lluviosos.

Existen al menos dos biotipos o subespecies, uno pentaploide, de anteras púrpuras, apomítico¹, *Paspalum dilatatum* cv. *dilatatum*, y otro tetraploide de anteras amarillas y reproducción sexuada, *Paspalum dilatatum* cv. *flavescens*.

El *Paspalum dilatatum* posee un sistema radicular fuerte y profundo, lo que le confiere resistencia al pastoreo, a la sequía, tolera también los excesos de agua y a los fríos del invierno. Además, crece durante un largo período, desde la primavera hasta que entra en reposo en otoño.

Debido a que tiene reproducción apomítica¹ es esperable encontrar poblaciones multiclonales con el predominio de individuos idénticos, y por lo tanto una menor diversidad en relación a especies sexuales. En *Paspalum dilatatum* el citotipo pentaploide está constituido por un clon dominante, sus mutaciones y por varios 3 clones recombinantes.

Tiene baja producción de semillas, causa-

da entre otras cosas, por el hongo *Claviceps paspali* que destruye los cariopses y lo reemplaza por esclerotos, produciendo la “miel” que le da nombre a la especie (Pasto miel). Esta miel dificulta la cosecha de semilla, pegoteando las cosechadoras.

La semilla es de tamaño medio, con un peso de 1.000 semillas que va de 1,5 a 1,8 gramos, lo que da unas 500 a 750.000 semillas por kilo.

Técnicas de implantación

Se puede sembrar temprano en otoño y también temprano en primavera, a una densidad de 10 a 15 Kg/ha (siembra pura) o 4 a 10 kg/ha (siembras asociadas), siempre que haya buena humedad en el suelo.

Aunque puede usarse puro dentro de un SSP, al no ser una especie muy agresiva, permite sembrar otras especies asociadas, tanto gramíneas como leguminosas.

Producción de forraje, manejo, calidad nutricional y producción de carne

Es una especie muy productiva, particularmente en campos profundos, fértiles y húmedos. En suelos pobres su productividad depende del agregado de nitrógeno, ya sea como fertilizante o por leguminosas que lo vayan a acompañar. La producción de forraje varía de acuerdo a muchos factores ambientales (clima y suelo) y de manejo, oscilando entre 10.000 a 16.000 kg MS/ha/año (Quintans Rezk 2013).

Su período de mayor producción de forraje es de Octubre a Mayo. Su tasa de crecimiento

1) Las plantas “apomíticas” producen sus semillas sin que ocurra meiosis ni fecundación, por lo que sus descendientes son genéticamente idénticos a la planta madre. Desde el punto de vista genético, es semejante a la multiplicación vegetativa. No obstante, en el caso de las plantas apomíticas los descendientes no permanecen en las inmediaciones de la planta madre, sino que gracias a la dispersión de las semillas los nuevos individuos pueden explorar y conquistar nuevos ambientes.

aumenta con la intensidad de luz (alto punto de saturación de luz) y la temperatura.

En tanto la calidad del forraje es adecuada y muy palatable, particularmente, en plantas o rebrotes jóvenes. En el Cuadro 70 se presentan los resultados de varios ensayos realizados en Uruguay con *P. dilatatum* (Quintans Rezk 2013).

acumulen excesivos niveles de fibra y pierda calidad (digestibilidad). Debido a que sus reservas se hallan en la base de sus macollos, de color violáceo característico, se debe evitar los pastoreos muy intensos que puedan amenazar con el futuro rebrote.

Es un pasto tierno, muy apetecido por los bovinos sobre todo cuando joven, y su presencia en

Cuadro 70: Promedio de varios corte del P. dilatatum.

Parámetro	Rango (%)
Materia seca	35-30
Proteína bruta	9-12
Digestibilidad de la MS	60-70
Fibra detergente neutra	68-74
Fibra detergente ácida	38-42

Paspalum urvillei Steud (*Pasto macho*)

El *Paspalum urvillei* es una gramínea perenne estival, formadora de matas, muy usada en los SSP, originaria de Sudamérica. Su cultivo de extiende desde México hasta la Argentina.

Biología y características de la planta

Forma plantas tipo mata, con cañas erectas de 60 a 150 cm de altura, muy semejante al pasto miel pero del cual se diferencia por tener espiguillas menores y mayor número de racimos. Tiene rizomas cortos y rígidos (tallos subterráneos) y vainas, con matices violáceos y una notable presencia de pelos en su base. Las hojas miden entre 10 a 45 cm de largo y hasta 2,4 cm de ancho, con nervadura media muy engrosada y margen de las hojas frecuentemente ondulado. La pestaña (lígula) que parece en la base de la lámina tiene color castaño con una altura de 2 a 11 mm, frecuentemente rodeada de pelos.

Posee panojas de 10 a 40 cm de largo formada por 10 a 20 racimos o espigas, espiguillas ovadas u oval lanceoladas y verdosas.

Produce abundante forraje en suelos húmedos y se adapta tanto a suelos fértiles como arenosos. Posterior a un pastoreo requiere descansos no inferiores a los 30-45 días aunque se debe regular la extensión de esos descansos para evitar que se

campos naturales bajos aporta un forraje de buena calidad. Si se cuenta con grandes superficies con este pasto, se recomienda hacer un manejo diferencial del resto del SSP, haciendo verdaderos “pulmones verdes” con cercas eléctricas para ser utilizadas para el engorde de ganado, especialmente, en primavera y verano para mejorar la productividad del sistema.

Pennisetum clandestinum (*hoech*) (*Kikuyo*)

Es una gramínea perenne de África central y Oriental: Etiopía, Kenya, Tanzania, Uganda y Zaire. Su nombre se lo da la tribu kikuyo de Kenya que habita al este de los montes Aberdare.

Biología y características de la planta

El kikuyo pertenece a la familia de las gramíneas (Gramineae), orden glumiflorae, subfamilia panicoideae, género *Pennisetum*, especie *clandestinum*.

Las plantas se extienden superficialmente (crecimiento postrado). Tienen rizomas gruesos y succulentos y estolones que alcanzan, a veces, varios metros. En los nudos de los rizomas y estolones se forman las raíces profundamente ramificadas y profundas. Las hojas se forman tanto en los tallos rastreros como en los erectos. Las hojas provenientes de los estolones inicialmente son

abundantes y cortas y alcanzan entre 45 y 115 mm de longitud y 6 mm de ancho.

Crece formando un césped denso con un espesor de 15 a 30 cm, asemejando un colchón. Los tallos crecen erectos o semierectos y alcanzan de 60 a 80 cm de altura, con una suave pilosidad en su superficie (Foto 13).

Las inflorescencias son pequeñas y nacen en la axila foliar de tallos laterales cortos y erectos y c/u tiene dos a cuatro espiguillas sésiles. Los estambres y el estigma son blanquecinos y brillantes. Las semillas se forman en las axilas de las hojas y de allí su nombre de clandestinum.

Aunque se desarrolla en suelos muy pobres, su máxima producción de forraje se alcanza con suelos fértiles y húmedos. Crece entre los

pre dentro de los SSP. En algunos casos, se distribuyen (implantan) trozos de estolones de 0.15 a 0.20 m en el suelo, ya que la multiplicación mediante semilla resulta difícil, debido al largo tiempo que requiere para formarse después de la floración. La siembra o implantación con semillas o estolones se debe realizar al inicio de las lluvias a distancias de 0.5 x 0.5 m, cubriéndose rápidamente el terreno.

Debido al crecimiento rastrero y al colchón que tiende a formar el kikuyo, las malezas no constituyen problema, siempre y cuando se maneje el cultivo adecuadamente. Cuando se usa una elevada carga animal se corre el riesgo de "sobre pastoreo" y, además de la pérdida de producción de forraje, muchas veces es invadido por malezas, como la lengua de vaca.

Si bien el kikuyo resiste el pastoreo conti-



Foto 13: *Pennisetum clandestinum* (Kikuyo) Loja, Ecuador. Fotografía: Fernández Mayer

1700 a los 2800 m snm

Si bien resistente la sequía su mejor comportamiento productivo se logra con una precipitación anual entre 760 a 1600 mm.

Tolera heladas livianas (-1 a -2°C) manteniendo el color verde de sus hojas y tallos. El crecimiento activo se produce a temperaturas entre los 15,5 y 32°C y puede vivir bien a temperaturas medias inferiores a los 15,5°C.

Técnicas de implantación y manejo

La densidad de siembra varía entre 6 a 10 kg/ha, dependiendo si se siembra solo o en mezcla con otras gramíneas o leguminosas perennes, siem-

pre por su hábito de crecimiento, al tener las reservas en los estolones y rizomas, el forraje de mejor calidad se obtiene cuando se corta o pastorea cada 6 a 8 semanas dentro de un sistema de pastoreo rotativo. Con frecuencias mayores de 12 semanas se obtiene mayor producción de forraje pero su calidad disminuye notablemente. Si, en cambio, se corta o pastorea cada 2 o 3 semanas, la producción baja y se puede afectar su persistencia (Ramírez y García 2004).

Lo ideal es ajustar el pastoreo o corte al estado de las plantas (volumen y calidad) y no establecer, a priori, una frecuencia fija. La altura de corte o pastoreo que se recomienda varía entre 5 y 10 cm sobre el nivel del suelo.

Cuando crece sin leguminosas, el kikuyo responde favorablemente a la aplicación de nitrógeno en dosis de 50 kg de N/ha después de cada corte. Igualmente, es conveniente la aplicación anual de fósforo, potasio y cal (carbonato de calcio), de acuerdo con los resultados del análisis de suelo respectivo.

Producción de forraje, manejo, calidad nutricional y producción de carne

Como se dijera más arriba, el kikuyo aumenta su producción de MS a medida que los intervalos de corte o pastoreo son más largos, encontrando valores de 14.600, 18.000 y 21.600 kg MS/ha/año a las 3, 6 y 9 semanas de intervalo entre corte o pastoreo, respectivamente (Ramírez y García 2004).

La proteína bruta varía entre 13 al 22% (base seca), la digestibilidad de la MS entre 70 al 78 % y los niveles de fibra (FDN y FDA) entre 66 y 60% para el FDN y 33% y 28% para FDA, para la época de sequía y de lluvia, respectivamente (Ramírez y García 2004).

Entre otros trabajos de engorde, se puede citar el realizado en condiciones del trópico de altura en Santa Rosa de Osos, Antioquia, (Colombia) a 2.557 m snm con una temperatura promedio de 13°C, donde se evaluó la producción de carne bovina con pastoreo de kikuyo junto a concentrados energéticos, utilizando 18 novillos castrados cruza Angus, Holstein, Limousin y Brahman. El peso medio al inicio del trabajo fue 322.8 ± 27.8 kg/novillo y se extendió hasta que salieron gordos (terminados) con 420 kg/novillo. El ensayo tuvo una duración de 122 días.

El *Pennisetum clandestinum* tuvo un nivel de proteína, promedio, muy alto (20.6%), de FDN adecuado (57.15%) y baja concentración de energía metabolizable (2.31 Mcal EM/ kg MS).

Se plantearon 2 tratamientos: a) kikuyo con suplemento energético corrector (CS) y b) kikuyo sin suplemento (SS). El suplemento energético se suministró a razón de 0.55 kg/novillo/día y estuvo compuesto por grano de maíz, melaza y sebo (51%, 12% y 37%, respectivamente). Los ani-

males suplementados (CS) pastoreaban en 2.5 ha y los no suplementados (SS) en 3.2 ha de kikuyo.

Las ganancias diarias de peso fueron a favor del tratamiento con suplemento energético 0.646 y 0.601 kg/novillos/día, respectivamente. El suplemento energético permitió incrementar la carga animal, por efecto de sustitución, a 3.6 vs 2.8 cabezas/ha, respectivamente. La carga alcanzada junto con la mayor ganancia diaria del tratamiento CS permitió aumentar la producción de carne por hectárea, 283.7 vs 205.3 kg de carne/ha durante el ensayo, respectivamente.

Se concluye que la inclusión de una fuente energética adecuada, permitió mejorar significativamente la producción de carne, al mejorar la relación energía:proteína en la dieta de animales pastoreando *P. clandestinum*.

Melinis minutiflora¹ (Pasto gordura, Chopin)

Es una gramínea perenne originaria de África. Se ha naturalizado en Colombia y Venezuela. Fue introducida en países tropicales de América como forraje para los vacunos y muy pronto se naturalizó.

No obstante, en muchos sitios del mundo es considerada una maleza para la agricultura. A pesar de ello en muchos lugares ha sido utilizada como especie pionera en suelos pobres. No obstante, los mejores rendimientos en producción de forraje se obtienen con suelos fértiles y bien drenados. No tolera encharcamiento ni inundación ni salinidad.

Biología y características de la planta

El pasto gordura o chopin (*Melinis minutiflora*) presenta tallos erectos, muy ramificados y decumbentes² con una altura de hasta 1.5 metros. Las hojas están cubiertas por una sustancia resinosa muy olorosa y pegajosa. Se cree que el olor repele insectos y serpientes. Tiene una inflorescencia en forma de panícula terminal, en forma piramidal, 9–22 cm de largo y 2–7 cm de ancho de color rojizo. Florece por período corto.

1) Tropical Forages. *Melinis minutiflora* P. Beauv. http://www.tropicalforages.info/key/Forages/Media/Html/Melinis_minutiflora.htm

2) Dicho de una planta, postrada, que tiene los tallos rastreros y tendidos sobre el suelo, pero sin que arraiguen en él. Se aplica también al tallo que presenta dicho hábito de crecimiento.

Tolera muy bien la sombra parcial, de ahí que se adapta a los SSP abiertos, donde penetran niveles medios de rayos solares (700-800 μ moles/m²/seg ó 40.000 a 45.000 lux).

Se la encuentra vegetando desde 0 – 2.200 m snm de altitud. Además, desarrolla desde 15 a 27°C de temperatura y entre 900 a 3.200 mm/año de precipitación. Es susceptible al ataque de *Rhizoctonia solani* (enfermedad) y al salvazo (plaga).

Se comporta adecuadamente en los pastoreos directos dentro de los SSP. Además, se puede utilizar como cultivo de corte, y entre las reservas más comúnmente utilizadas son los henos y ensilados.

Técnicas de implantación y manejo

Se debe sembrar en línea o al voleo, a razón de 25 kg/ha, durante el periodo de lluvia o con riego artificial. La tasa de germinación es muy baja, alrededor del 5%. Por ser liviana, la semilla no necesita ser enterrada sino ser mezclada con arena o aserrín. También se emplea otras semillas o algún material vegetal inerte como acompañante.

El primer pastoreo se realiza a los 4 a 5 meses después de la siembra, posteriormente cada 30 a 60 días de intervalos, más cortos en épocas de lluvia y más extensos durante épocas secas.

Se recomienda que la duración de los pastoreos sea de 6 a 7 días/parcela con cerca eléctrica (rotativo), debido a que desaparece ante un pastoreo muy intenso y sin descanso. Es muy susceptible al fuego.

Producción de forraje, manejo, calidad nutricional y producción de carne

Los niveles de Proteína bruta y digestibilidad son bajo, variando del 6 - 10% y 50 - 55%, respectivamente. Puede producir de 10.000 a 13.000 kg MS/ha/año y de 4 a 5 cortes al año.

Bajo condiciones naturales se han obtenido entre 380 y 480 g/cabeza/día, con una carga animal de 1.5 a 2 cabezas/ha.

Toxicidad

Presenta niveles medianos a altos de oxalatos (1.1 a 1.7%), sin embargo, no se han registrados problemas serios de toxicidad. Para evitar cualquier riesgo se recomienda que durante los primeros días (7 a 10 días) se hagan pastoreos restringidos de unas pocas horas (2 a 4 h/día) y se monitoreen las heces que deben ser "firmes" y no chirlas. Posteriormente se pueden dejar a los animales durante las 24 h.

Capítulo XII

LEGUMINOSAS FORRAJERAS PERENNES

Adaptadas al Sistema Silvopastoril

Arachis pintoi
(*Maní forrajero*)
(Ecotipos: CIAT 17.434 y 18.744)

Biología y características de la planta

Es una leguminosa perenne originaria de América del Sur, principalmente de Brasil. Es una planta rastrera y estolonífera, que produce una densa capa de estolones enraizados, con entrenudos cortos y abundante semilla subterránea, que contribuye a su regeneración y persistencia. Sus hojas son de cuatro folíolos grandes, anchos y ovalados, de color verde oscuro (Foto 14).

tado principalmente en las primeras etapas de su establecimiento.

Se adapta a suelos pobres en nutrientes como fósforo, potasio, calcio y magnesio y a suelos ácidos (pH 5.0) y tolera hasta el 75% de saturación de aluminio, que suele ser muy tóxico al resto de las forrajeras.

Tolera muy bien la sombra (700-800 $\mu\text{moles/m}^2/\text{seg}$ ó 40.000 a 45.000 lux). Debido a ello, esta leguminosa se adapta muy bien en los SSP mezclada con otras gramíneas. Además, resiste el pastoreo intenso.



Foto 14: *Maní forrajero (Arachis pintoi)* Loja, Ecuador. Fotografía: Fernández Mayer

Esta leguminosa se adapta al clima tropical muy húmedo con temperaturas de 22 a 25 °C, desde 0 hasta 1,300 m de altitud y precipitación desde 800 a 2000 mm, bien distribuidas en el año o con sequías menores de cuatro meses.

Crece mejor en suelos franco-arenosos y franco-arcillosos; tolera condiciones de mal drenaje o encharcamiento, aunque su desarrollo se ve afec-

La floración abundante se inicia con la época lluviosa y se extiende en el tiempo, siempre que haya suficiente humedad en el suelo, es decir, tiene floración indefinida (continua) y no parece estar influenciada por la longitud de las horas luz.

Por su origen silvestre resiste los ataques de hongos, virus y nematodos. Sin embargo, se han observado enfermedades foliares causadas por *Rhizoctonia* y *Antracnosis*.

Las malezas pueden constituir un problema, principalmente, durante el establecimiento, ya sea en parcelas puras o en asociación con gramíneas.

Técnicas de implantación

Es una leguminosa, gran productora de semillas, y al igual que el resto de las especies de *Arachis*, las produce dentro del suelo, concentrándose el 90 por ciento de la producción en los primeros 10 centímetros del suelo, por lo cual su cosecha resulta difícil, costosa y anticonservacionista.

Esta especie se puede propagar por dos medios: vegetativo (asexual) o por semilla (sexual).

Reproducción asexual (estolones)

El material vegetativo para la siembra se obtiene de parcelas puras o semilleros, los cuales deben ser manejados con una adecuada fertilización y control de malezas.

Para este tipo de siembra (vegetativa) se usan estolones de 20 cm de longitud. Lo ideal es que se implante el mismo día de su cosecha, caso contrario se debe almacenar a la sombra y humedecerlo para evitar su deshidratación.

Para sembrar o implantar una hectárea en monocultivo se requiere 8 m³ de estolones y la siembra se realiza en cuadro a 50 cm, enterrándola 15 cm bajo el suelo y el resto fuera. En cambio, cuando se asocia con una gramínea se requiere de 3 m³ de estolones/ha y se siembra a un metro en cuadro.

Reproducción sexual (semillas)

En la siembra sexual (por medio de semillas) se usa una densidad de 8 a 12 kg/ha de semilla pura, sembrando a razón de 2-3 semillas/cuadro.

Cada cuadro debería tener una superficie de 0,5 m ancho x 1 m de largo. A su vez se distribuyen tantos cuadros por parcela de acuerdo a la superficie tenga la misma.

Se debe dejar una distancia de 1 a 2 m entre cuadros debido a que el Maní forrajero cubrirá en muy poco tiempo todo el terreno. El desarrollo de los estolones estará influido por las condiciones

ambientales (suelo y clima) del lugar.

Asociación con gramíneas

Esta leguminosa debe asociarse con gramíneas de porte alto y de lenta recuperación tales como: *Axonopus scoparius*, *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria dictyoneura* y *Brachiaria ruziziensis*. Sola crece muy lentamente.

En praderas mezcla bajo pastoreo, el balance gramínea/leguminosa es fuertemente dependiente del manejo de la defoliación, por lo que es deseable hacer ajustes en función de los cambios en composición botánica. Las asociaciones con *A. pintoi*, el aporte de la leguminosa en la biomasa forrajera (dieta del animal), tiende a incrementarse cuando se utilizan altas intensidades de defoliación (pastoreo); más aún si éstas se acompañan con intervalos de descanso muy cortos, que pueden afectar la capacidad de rebrote y la persistencia de las gramíneas acompañantes. El espacio dejado por las gramíneas, puede ser ocupado por la leguminosa, pero también por malezas invasoras.

En términos generales, el intervalo entre pastoreos a ser aplicado a las asociaciones que incluyen *Arachis pintoi* estará determinado, en principio, por la gramínea acompañante. Sin embargo, en las asociaciones (*Arachis* + gramíneas sin fertilizar) los pastoreos deberán ser ligeramente menos frecuentes que lo recomendado para las praderas de gramíneas puras fertilizadas con nitrógeno. Esto va a favorecer una mejor recuperación de la gramínea defoliada y una mayor producción de biomasa total.

La pérdida de calidad de la gramínea, cuando los intervalos entre cortes o pastoreos son demasiados largos, puede ser contrarrestada por la alta calidad que aporta el *A. pintoi* en la dieta (Pezo y Ibrahim 1999).

Producción de forraje, manejo, calidad nutricional y producción de carne

La producción de materia seca, dentro de un SSP, promedio, puede alcanzar 6.000 kg MS/ha/año y de excelente calidad y palatabilidad.

Se puede usar para pastoreo directo y para

henificación, silaje y abono verde. El *Arachis pintoi* tiene elevados parámetros nutricionales, destacándose, los muy altos niveles de proteína bruta (18-24%) y digestibilidad de la MS (70-75%). Además, son excelentes los niveles de azúcares solubles (CNES) (13 a 18%) y bajos los contenidos de FDN (45-55%).

Cómo se dijera más arriba, esta leguminosa se consocia muy bien con las gramíneas perennes, mejorando la calidad de éstas. En el Cuadro 71 se presenta la calidad del *Arachis* y del *Desmodium ovalifolium*, según el trabajo realizado por Pezo y Ibrahim (1999).

Los estudios efectuados en los Llanos Orientales de Colombia, en los que se midió la producción de carne en asociaciones de *Arachis pintoi* con gramíneas del género *Brachiaria*, creciendo en suelos ácidos y de baja fertilidad, con 2500 mm de precipitación anual distribuidos en 8-9 meses mostraron ganancias de peso por animal que variaron entre 160 y 189 kg/año. Mientras que la productividad fue de 246 a 432 kg/ha/año. En contraste, en el Piedemonte Llanero con 2-3 meses de sequía y una precipitación de 2900 mm/año, las ganancias de peso por animal fueron ligeramente superiores (176-203 kg/año) y la productividad fue un 70% superior

Cuadro 71: Caracterización nutricional del Arachis pintoi CIAT 17434 comparado con el Desmodium ovalifolium CIAT 350

Atributo	Arachis pintoi	Desmodium ovalifolium
Proteína bruta (%)	14.7	11.6
FDN (%)	43.6	56.4
FDA (%)	37.0	46.2
Nitrógeno ligado al FDN (%)	31.7	29.2
Nitrógeno ligado al FDA (%)	11.4	15.9
Taninos condensados ¹ (%)	3.2	26.0
Digestibilidad in vitro de MS (%)	64.0	40.3
Degradabilidad inicial en rumen	26.4	20.5
Degradabilidad potencial en rumen (%)	78.6	66.8
Tasa de degradación (%)	0.12	0.04

1) Taninos condensados determinados por método vanilina HCl y catequina como estándar.

Casi una tercera parte (31.7%) del nitrógeno contenido en *A. pintoi* se encuentra ligado a los constituyentes de pared celular (FDN) (Cuadro 70), pero esto no constituye una limitante para su aprovechamiento a nivel ruminal, pues apenas el 11.3% está asociado con la FDA. Es más, como la mayor parte de la fracción nitrogenada contenida en su follaje es soluble o se degrada rápidamente, se produce un incremento importante en la concentración de nitrógeno amoniacal en el líquido ruminal, cuando el *A. pintoi* está presente en la dieta (Pezo y Ibrahim 1999).

La incorporación del *A. pintoi* también puede ejercer un efecto aditivo sobre el consumo de las gramíneas al mejorar los niveles de nitrógeno a nivel ruminal, y con él, se incrementa la flora celulolítica degradándose más rápidamente la fibra de las gramíneas mejorando, de esta forma, el consumo de toda la dieta (Fernández Mayer 2006).

(528-609 kg/ha/año), lo cual se explica por la mayor capacidad de carga lograda en este segundo ecosistema (Pezo y Ibrahim 1999).

Desmodium ovalifolium (Trebol tropical)

Biología y características de la planta

El *Desmodium ovalifolium* es una leguminosa perenne originaria de Centro América, que se comporta como rastrera o semi-erecta en condiciones de buena humedad. Su altura varía entre 40 a 100 cm. Tiene tallos semileñosos glabros con nudos que emiten raíces y forman nuevas plantas. Las hojas son trifoliadas ovales, con pecíolos cortos y glabros. Sus raíces son pivotantes con numerosas raicillas en donde se forman nódulos nitrificantes.

Las flores son de color violáceo o blanco rozado, en racimos axilares o terminales. Las vainas de 1 a 2 cm de largo y 4 a 5 mm de ancho contienen 3 a 6 semillas pequeñas y aplanadas.

Crece bien hasta los 2500 m snm y persiste, aún, en suelos con bajos niveles de materia orgánica o ácidos. Se adapta tanto a ambientes con altas precipitaciones (3000 a 4000 mm) como a sequía y sombra, lo que le permite un adecuado comportamiento en los SSP. Sin embargo, no resiste períodos largos de anegamiento o inundación.

Técnicas de implantación y manejo del cultivo

Se puede establecer por semilla (vía sexual) y material vegetativo (vía asexual). La densidad de siembra por semilla sexual es de 3 a 6 kg/ha de semilla pura, dependiendo de la preparación del suelo y el método de siembra. Cantidades menores pueden ser utilizadas en mezcla con gramíneas.

Mientras que la implantación por vía asexual (vegetativa) se realiza utilizando "estolones" de 40 cm de largo, donde 20 cm va dentro del suelo y 20 cm fuera. Para implantar una hectárea a través de este sistema se requiere 10 m³ de "estolones" para cultivo puro o mono cultivo.

En mezcla con gramíneas se requiere de 5 m³ para implantar una hectárea, haciendo franjas de 2 m entre líneas. Después de la siembra, el primer pastoreo se puede realizar a los 5 ó 6 meses.

Esta especie es menos consumida por los bovinos que el *D. heterophyllum*, debido a una mayor concentración de taninos condensados (20%) que limita su consumo por su gusto astringente.

En muchos lugares es utilizado para mejorar el control de malezas, reducir la erosión por lluvias e incorporar nitrógeno y materia orgánica al suelo. Otro uso es para recuperación de suelos que tienen varios años de ser utilizados en actividades agrícolas o de pastizales.

Resistencia a plagas y enfermedades

Durante todo el tiempo es atacado por insectos (orugas) que consumen sus hojas, como insectos

de los órdenes: Coleóptera (Crisornélidos), Orthópteras (Grillos), Hymenópteras (Hormigas). En general, las afectaciones no superan el 10% de sus hojas, por ello, no limitan el desarrollo de esta leguminosa.

En tanto, la enfermedad que más afecta a ésta leguminosa es la falsa roya *Synchytrium desmodii*. Esta enfermedad se presenta en época de mayor humedad, afectando alrededor del 5% de las hojas. En este caso, tampoco, limita la producción de forraje.

Calidad y producción de forraje y de carne

El *Desmodium ovalifolium* es una de las especies de leguminosas que mejor se adaptan a las condiciones climáticas que presenta la región amazónica, pero no es muy apetecida por los rumiantes. Esto se debe al alto contenido de tanino (20%) que limita su consumo. El contenido de proteína bruta varía de 16 al 18%, y la digestibilidad in vitro de la MS está dentro de los rangos de 38 a 40%, descendiendo estos valores con la madurez del forraje.

La producción de materia seca, dentro de una SSP, en promedio varía entre 8.000 al 15.000 kg MS/ha/año (González et al, 2012).

En tanto la producción de forraje varía en función del intervalo entre cortes, oscilando término general entre 7.500 a 14.000 kg MS/ha/año (Gonzalez et al 2012).

Desmodium heterophyllum (*Desmodium*)

Es una leguminosa perenne es de origen Asiático. Se adapta muy bien desde el nivel del mar hasta los 1200 m de altura. Requiere un clima muy húmedo (1000 a 4000 mm de precipitación anual) y temperatura medias que oscilan entre 20 a 25°C. Se adapta bien a un amplio rango de suelos, aún con baja fertilidad y ácidos, y de pH de 4 a 7. Además, tolera suelos inundados pero no sequías prolongadas.

Entre sus características sobresalientes se destaca su resistencia al pastoreo y sombra, por ello se comporta muy bien en SSP consociada con gramíneas perennes.

Biología y características de la planta

Es una leguminosa herbácea con hábito de crecimiento rastrero, estolonífero y matoso, cuya altura máxima puede alcanzar hasta 1 m. Los tallos son cilíndricos, pubescentes y de color café rojizo o claro. En contacto con el suelo, emiten raíces generando nuevas plantas. Su raíz es pivotante con ramificación donde se instalan los nódulos con bacterias fijadoras de Nitrógeno.

Las hojas son trifoliadas, con folíolos de forma elíptica a ovalada, de color verde oscuro, glabro y brillante en el haz. La flor es un racimo terminal, violáceo oscuro en el interior y más claro en el exterior. La vaina es erecta y pubescente y el fruto es dehiscente con 2 – 8 semillas de color amarillo o marrón.

Técnicas de implantación y manejo del cultivo

La densidad de siembra, para pastoreo asociada con gramíneas en un SSP, varía entre 0.5 a 1 kg de semilla/ha. Mientras que para cosecha “pura” se aconseja entre 1 a 5 kg/ha. También se puede establecer vegetativamente a través de estolones.

Cuando se siembran las semillas deberían estar escarificadas, para permitir el ingreso de agua y la germinación, debido a que tienen una cubierta o tegumento “duro e impermeable”.

La profundidad de siembra debe ser de ± 1 cm y tapada superficialmente para que puedan emerger las plantas sin problemas ya que las semillas tienen un tamaño chico (2.5 a 3.5 mm de largo).

El establecimiento es muy lento y se necesita un buen control de malezas durante este período.

Al producir buena cantidad de semillas una vez que se instalan las primeras plantas, a través de la resiembra natural le permite poblar el terreno rápidamente.

Resistencia a plagas y enfermedades

Se han observado ataque de orugas, dañando entre el 1 al 10% de las hojas, lo que no limita el desarrollo de la planta.

La enfermedad que se presenta en esta leguminosa es la causada por el hongo *Rhizoctonia* sp, cuyo daño es considerado leve. Las plagas y la enfermedad son bajas en praderas asociadas y se controla fácilmente con el pastoreo periódico.

Calidad y producción de forraje y de carne

La producción de forraje dentro de una SSP varía entre 8.000 al 12.000 kg MS/ha/año.

Para mantener una buena asociación graminosa-Desmodium y alta calidad de forraje se necesita manejarlo con altas cargas (3 a 4 animales/ha). A pesar de que sus hojas son pequeñas igual que el resto de la planta, tiene buena aceptación por el ganado mucho mejor que el *D. ovalifolium*.

Tiene altos niveles de proteína bruta (19 al 20%). En cambio los valores de la digestibilidad in vitro de la materia seca son muy bajos (34 al 40%).

Pueraria phaeoloides (Kudzu)

Biología y características de la planta

El Kudzu es una leguminosa perenne trepadora y rastrera. En aquellos lugares donde su tallo toca el suelo se forman nuevas raíces, de esta manera la planta se extiende en el terreno.

Su crecimiento inicial es lento, necesita más de 4 meses para cubrir el terreno. Cuando las condiciones para su desarrollo son óptimas puede cubrir el 100 % de la superficie en 140 a 150 días.

Florece y produce semillas en los meses de pleno verano (diciembre-enero para el hemisferio sur y julio-agosto para el norte). Las vainas maduras y muy secas se abren y arrojan las semillas en forma automática, por eso se debe cosechar en las mañanas cuando las vainas están todavía un poco húmedas a causa del rocío, o por lo menos no tan secas como al medio día, de un día soleado.

Presenta moderada tolerancia a sequías no muy prolongadas y heladas leves. Soporta el sombreado y encharcamiento. Esta leguminosa

se comporta muy bien en asociaciones con gramíneas dentro de los SSP.

Prefiere suelos arcillosos y de textura media, con pH entre 4.5 y 6.5. Tolera la acidez de la deficiencia de fósforo. Se adapta en zonas húmedas, de preferencia con precipitaciones entre 1200 a 2000 mm y tolera varios meses con sequía, aunque la mayor producción (kg MS/ha) se logra cuando las lluvias están bien distribuidas a lo largo del año.

Técnicas de implantación

La densidad de siembra en un cultivo puro oscila entre 10-12 kg/ha y entre 3 a 5 kg/ha en mezcla con gramíneas. Entre 90 a 120 días de la siembra se puede realizar el primer corte.

Producción, manejo y calidad del forraje

El kudzú tiene un alto valor nutritivo, en términos de proteína (18 a 20%) y digestibilidad de la MS (65-70%). Además, tiene un adecuado contenido de minerales.

En algunos casos se requiere hacer un acostumbamiento con los animales hasta que empiezan a consumirlo muy bien. La aceptación es alta, especialmente, en época seca.

Además, tiene la capacidad de mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo por la cantidad de hojas depositadas y por el nitrógeno fijado (simbiosis).

La producción de MS, dentro de un SSP, varía entre 5.000 a 6.000 kg MS/ha/año.

A partir de los 6 a 8 meses de establecida se pueden empezar a pastorear, aunque se debe evitar hacerlo muy intensamente, pues no resiste el pisoteo. Para lograr una mayor perennidad del cultivo se debe consumir las hojas y partes tiernas, evitando afectar a las coronas y estolones. Lo más recomendable es el pastoreo rotativo, preferentemente entre 6 a 8 h/día.

Dos meses antes de terminar la época lluviosa, se debe dejar en descanso para que se acumule forraje, especialmente hojas, y con él se restituyan las reservas de carbohidratos en las raíces.

Es muy susceptible a la quema, por lo que se debe evitar esta práctica. La henificación muy seguida, también, reduce la población como resultado de daños en la floración y pérdidas de semilla, que limita la regeneración de las plantas. Cuando se usa para corte, se debe cortar entre 15 a 20 cm del suelo para asegurar un rápido rebrote.

Debido a la alta producción y calidad del follaje, se puede dejar como cultivo "diferido" o en pie para la estación seca, especialmente, para aquellas regiones que tienen muy marcada esta época.

Además, se pueden realizar ensilados y henos (rollos) de *P. phaeoloides* de excelentes calidad ($\pm 17\%$ PB y $\pm 60\%$ digestibilidad), especialmente, cuando son realizados ni bien aparecen las primeras flores momento que conserva una buena producción y calidad en sus hojas.

Plagas y enfermedades

En general no se afecta seriamente por el ataque de malezas ni de insectos ni enfermedades.

Neonotonia wightii (Soja perenne)

La soja perenne (*Neonotonia wightii*, sin. *Glycine javanica*) es una planta herbácea nativa del Centro y Sudamérica y de las islas del Lejano Oriente. Ampliamente naturalizada en todo el mundo y cultivada por su valor alimentario para el ganado. Por su capacidad de fijar el nitrógeno se la planta acompañando otros vegetales o como parte de una rotación de cultivos.

Como el resto de las leguminosas forrajeras perennes citadas en esta publicación se asocia muy bien con gramíneas, también perennes, dentro de los SSP.

Biología y características de la planta

La Soja perenne (*N. wightii*) es una hierba trepadora. Los tallos, de entre 0.60 y 4.5 m de largo, tienen la base leñosa y densamente pubescentes.

Las hojas tienen entre 1,5 y 16 cm de largo y 1,3 a 12,5 cm de ancho; son elípticas, ovadas

o vagamente romboidales, cubiertas de una densa pilosidad o glabras según la variedad.

Florecen dando lugar a inflorescencias en racimos compactos de hasta 60 cm de largo. Las flores son pequeñas, ligeramente pubescentes en el cáliz, con el tubo floral de hasta 2 mm de largo. La corola es blanca, a veces con una mancha púrpura.

Produce vainas oblongas o lineales de hasta 3,5 cm de largo por unos 5 mm de ancho cubiertas de vellosidad de color rojizo. Cada una de ellas contiene entre 4 y 7 semillas oblongas de unos 4 x 3 mm, con la cubieta pardorrojiza.

Esta planta requiere climas cálidos y muy húmedos, con más de 750 mm anuales de precipitaciones. Por su densidad cubre y aplasta otras hierbas, por lo que se la usa como cultivo de cobertura. Crece de manera silvestre a la vera de los caminos. Se la cultiva como forrajera en zonas tropicales y las islas del Pacífico Sur.

Variedades

- *Neonotonia wightii* subesp. *petitiana* (A. Rich.) J. A. Lackey
- *Neonotonia wightii* subesp. *pseudojavanica* (Taub.) J. A. Lackey
- *Neonotonia wightii* subesp. *wightii* (Wight & Arn.) J. A. Lackey
- *Neonotonia wightii* var. *coimbatorensis* (A. Sen) Karth
- *Neonotonia wightii* var. *longicauda* (Schweinf.) Lackey

Producción, manejo y calidad del forraje

Los rendimientos (en kg MS/ha) varían de acuerdo a las condiciones del suelo y del medio ambiente, y con la gestión de la variedad y la defoliación (manejo del pastoreo). Por lo general, varía entre 8.300 a 12.000 kg MS/ha (Pizarro 2005).

Díaz et al. (2013) evaluaron el comportamiento productivo de 24 machos mestizos lecheros de raza Siboney (5/8 Holstein x 3/8 Cebú), de 330 ± 31 días de edad, y peso vivo (PV) desde 134.02 hasta 228.28 kg. Los animales pastaron en una asociación de *Neonotonia wightii* y pasto natural durante el período lluvioso (160 días). La superficie del potrero de

6 ha se dividió en ocho parcelas de 0.75 ha/parcela.

Los tiempos de ocupación y reposo fueron de 5 y 35 días, respectivamente, con carga de 4 cabezas/ha. Se suministró 1.50 kg de suplemento activador de la fermentación del rumen (15.20 % PB y 2.18 Mcal EM/kg de MS). Se mantuvo una presión de pastoreo de 12.90 kg de MS de forraje por cada 100 kg de PV. La ganancia media diaria fue de 0.589 kg/cabeza.

Existen una serie de trabajos de investigación realizados, en Cuba y otros países de Centroamérica con *N. wightii* junto con especies arbóreas como la *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* y *Morus alba*. Si se buscan ganancias de peso superiores a 600 g/día, se aconseja el suministro de 2 kg de suplemento energético-proteico/día con niveles de 14-16%PB y 2.4-2.6 Mcal EM/kg MS, aportados por diferentes concentrados (Iglesias et al. 2006).

Centrosema macrocarpum (Centrosema)

El género *Centrosema* es originario de Suramérica, actualmente muy difundido en todo el trópico, en el que existen 50 ó más variedades o ecotipos.

Biología y características de la planta

Es una leguminosa perenne de días cortos, rastrera, trepadora y agresiva, nativa de América Tropical. Sus hojas trifoliadas son más grandes que las de *Centrosema pubescens* y *Centrosema acutifolium*, de color verde y abundantes raicillas donde se forman numerosos nódulos nitrificantes.

A los 3 meses de establecido se observan guías de dos a tres metros de largo donde forma nudos con raíces dando lugar a nuevas plantas. Las flores son blancas, pediceladas y fibrosas, las vainas son largas de 10 - 20 cm con una punta fina en la parte terminal. Las semillas son de color crema y marrón.

La mayoría de especies de *Centrosema* se adaptan a condiciones ambientales contrastantes desde semiáridos hasta calientes y húmedos, pero generalmente no se adaptan a suelos muy ácidos y sus requerimientos nutricionales son mayores que

los de otras leguminosas (Gonzalez et al 2012).

Se adapta a alturas comprendidas entre 200 a 1300 m snm y hasta 4000 mm de precipitaciones anuales. La temperatura óptima de crecimiento varía entre 25 a 30°C. Se recupera en forma rápida después del pastoreo. Debido a que resiste ambientes con sombra de mediana a intensa magnitud, se comporta muy bien dentro de los SSP.

Resistencia a plagas y enfermedades

Se han observado ataques de insectos como grillos (Orden Orthóptera) y Crisornelidos (Orden Coleóptera). El daño consiste en perforaciones redondeadas o alargadas y su importancia esta relacionada con la pérdida física del follaje que va del 5 al 10%. Hasta el momento estos daños no implican una limitante para su desarrollo.

La principal enfermedad que afecta a esta leguminosa es la pudrición y secamiento de la hoja, producida por el hongo *Rhizoctonia solani* que causa daños hasta en un 5%, pero se puede controlar mediante el pastoreo.

Calidad, manejo y producción de forraje, de carne y semilla

La producción de materia seca, dentro de una SSP, promedio varía entre 8.000 a 15.000 kg MS/ha/año (Gonzalez et al 2012).

El *Centrosema macrocarpum* tiene muy buena aceptabilidad y palatabilidad por el ganado bovino, debido a su calidad. El contenido de proteína bruta varía entre 20% al 30% y la digestibilidad in vitro de la materia seca entre 45 al 70%, decreciendo con la madurez (Peters et al. 2015).

Tiene alta tolerancia a sequías prolongadas permaneciendo verde durante el período seco.

En asociación con gramíneas como *Andropogon* o *Brachiaria* se puede obtener ganancias de 400 a 600 kg de carne/ha/año. Mientras que con vacas lecheras se puede obtener entre 15 a 20% mayor producción de leche cuando se consocian estas gramíneas con el *Centrosema* respecto a las gramíneas solas (Peters et al. 2015).

La cosecha es manual, obteniéndose rendimientos de semilla muy variables, entre 50 y 500 kg/ha (Peters et al. 2015).

Centrosema pubescens (Centrosema)

Biología y características de la planta

El *Centrosema pubescens* es muy frecuente en la zona norte de América del Sur, América Central y el Caribe donde crece espontáneamente, desde el nivel del mar hasta 1000 m snm.

Es una leguminosa perenne, herbácea, de crecimiento rastrero con fuerte tendencia a trepar sobre plantas erectas. De ahí que se comporta muy bien dentro de SSP. Mientras que como cultivo puro alcanza una densa y compacta cubierta de 40 a 50 cm. Entre los 3 a 5 meses de implantada logra una excelente cobertura (Fernández Olano et al. 2006).

Sus hojas son trifoleadas y glabras. La raíz es pivotante, con numerosas ramificaciones en las que se forman los nódulos en cuyo interior se alojan las bacterias fijadoras de nitrógeno. Sus guías son largas, emitiendo raíces en los nudos y generando nuevas plantas. Las flores son pediceladas con cáliz campanulado y corola con diferentes colores, desde violacea, rosada hasta blanca. Los frutos, en forma de vaina, son largos (10 a 15 cm), dehiscentes y terminados en punta aguda, adquiriendo a la madurez un color marrón oscuro. Las semillas son pequeñas, ligeramente achatadas, de color pardo, rojizo o completamente marrón.

Desarrolla adecuadamente desde suelos pobres hasta fértiles bien drenados. Su comportamiento es excelente en suelos rojos con pH de 4,0 a 5,1.

A pesar que el *Centrosema* necesita buenos niveles de luz solar (> de 800 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) para estimular la floración y el desarrollo de biomasa, se adapta bien a la sombra. Por ello, se comporta muy bien en SSP abiertos donde pasan los rayos solares o se intercalan con isletas (claros sin vegetación arbórea). Además, requiere temperaturas mayores de 20°C para incrementar la producción de materia seca, cesando su crecimiento con temperaturas inferiores a 12°C.

Si bien prefiere zonas tropicales húmedas con más de 1500 mm crece adecuadamente hasta con 750 mm de precipitación.

Entre sus características sobresalientes se destacan que resiste sequías de 3 a 4 meses, soporta períodos cortos de encharcamientos y se recupera muy bien después de un incendio o de un pastoreo intenso. Este comportamiento diferencial se debe a un sistema radical profundo que le permite mayor difusión en el suelo (Gonzalez et al 2012).

Es una leguminosa que requiere suelos fértiles con adecuados niveles de P, Ca, K y Mg. También responde al encalado. Los contenidos de óptimos de Ca, P y K son 1,5; 0,16 y 1,5%, respectivamente. El centrosema en suelos deficientes de Ca puede disminuir hasta el 55% de su rendimiento respecto a un suelo bien provisto de este mineral (Gonzalez et al 2012).

Técnicas de implantación y manejo del cultivo

Se siembra al voleo o en surcos a una distancia de 0.5 a 1 m entre surcos y 5 cm entre plantas, utilizando de 4 a 5 kg de semilla/ha y a una profundidad de siembra de 2 – 3 cm con semillas escarificadas (Peters et al. 2015).

Se debe controlar las malezas durante su establecimiento. En monocultivo tiene una cobertura buena. Se asocia bien con *Panicum maximum*, *Paspalum atratum*, *Andropogon gayanus*, *Pennisetum* sp, *Hyparrhenia rufa* y *Brachiaria* spp.

No tolera pastoreos intensivos y continuos, para garantizar su persistencia las asociaciones deben pastorearse en forma rotacional con un período de descanso que permita la recuperación de la leguminosa. El período de descanso depende del ambiente (suelo y clima) y del tipo e intensidad del pastoreo, variando entre 45 a 60 días. Para lograr henos y ensilaje de buena calidad se debe cortar antes de floración (Peters et al. 2015).

Resistencia a plagas y enfermedades

En la región Amazónica se han observado hasta un 10% de pérdidas de hojas afectadas por ataques de insectos, aunque su producción y

desarrollo no se ve afectado por que tiene la capacidad de producir mucho follaje.

También se ha observado la incidencia del hongo *Rhizoctonia*, sp hasta en un 5% pero esto se controla con el pastoreo.

Calidad y producción de forraje y de carne

La producción de forraje dentro de un SSP varía entre 7.000 a 10.000 kg MS/ha/año. La gran variabilidad está influenciada por la fertilidad y drenaje de los suelos. En todos los casos los valores son superiores cuando se considera a esta forrajera en monocultivo (Farías Marmol et al.2010).

Posee buena aceptación por el ganado. Los niveles de proteína bruta son muy buenos, variando entre 18 a 25%. Mientras que la digestibilidad in vitro de la MS es intermedia (50 a 65%). Esta leguminosa se consocia muy bien con la mayoría de las gramíneas subtropicales y tropicales, aún bajo la sombra (SSP) (Gonzalez et al 2012).

Se pueden obtener ganancias de peso entre 0.4 a 0.6 kg/cabeza/día o 500 a 600 kg/ha/año. Tiene buena palatabilidad para los bovinos, ovejas y cabras. Permanece verde durante épocas secas prolongadas. La producción de semilla puede alcanzar los 200 – 500 kg/ha con 60% de semilla pura (Peters et al. 2015).

Stylosanthes quianensis (Alfalfa tropical)

Stylosanthes quianensis es originaria de América Central y norte de América del Sur. Crece bien en alturas de 0 a 1000 msnm y con lluvias entre 1000 y 2500 mm al año.

Biología y características de la planta

Es una especie perenne, de crecimiento decumbente y semi-erecta, cuya altura varía entre los 60 a 90 cm. La raíz, al igual que la mayoría de las leguminosas, es pivotante y bien ramificada con nódulos donde se localizan las bacterias fijadoras de nitrógeno.

Los tallos son cilíndricos, leñosos y duros

a la madurez; sus hojas son trifoliadas con folíolos lineales, lanceolados y pequeños. El haz de la hoja es áspera y el envés algo pubescente. La inflorescencia es terminal, dispuesta en cabezuelas con pequeñas flores amarillas.

Se adapta bien a suelos pobres con pH ácido, es tolerante a la sombra y a suelos de baja fertilidad, especialmente deficientes en fósforo.

Técnicas de implantación y manejo del cultivo

Como ocurre con otros pastos perennes, el *Stylosanthes quianensis* tiene 2 vías de propagación, la sexual (semilla) y la asexual (estolones o estacas).

Para la siembra en monocultivo (vía sexual) se usa 2 a 4 kg semilla/ha en surcos entre 0.5 a 1 m de distancia entre ellos. Mientras que, en siembras con gramíneas se usa 2 a 3 kg semilla/ha. Para lograr una mejor germinación se debe escarificar las semillas con agua a 90°C durante 5 minutos o con ácido sulfúrico y luego mezclarse con algún insecticida contra hormigas, que lo protege posterior a la emergencia debido a su lento crecimiento.

A pesar de que la vía asexual o vegetativa (estolones) permite un establecimiento más rápido, está más difundida la siembra por vía sexual. Cuando se implanta por vía asexual un cultivo puro (monocultivo) se debe utilizar 12 m³/ha, a una distancia entre líneas de 0.8 a 1 m. En tanto, se requiere 4 m³/ha cuando se lo asocia con gramíneas.

En ambos casos, para lograr un buen establecimiento del cultivo se debe aprovechar la época de mayores precipitaciones.

Esta leguminosa se adapta bien tanto al pastoreo directo como al corte (pastoreo mecánico).

Para ambos tipos de aprovechamiento (pastoreo o corte), la altura de las plantas deben superar los 50 - 60 cm, para favorecer un rápido y fuerte rebrote. En varios países confeccionan henos o rollos cuando aparecen las primeras flores, logrando así un forraje conservado de buena calidad.

Asociación con gramíneas

Debido al hábito de crecimiento de las gramíneas, esta especie puede asociarse con *Brachiaria brizantha*; *B. decumbens*, *B. dictyoneura* y *Axonopus scoparius* que son especies que dejan espacios y que esta leguminosa cubre evitando la invasión de malezas a la pastura y mejorando la calidad nutritiva de la dieta animal.

Resistencia a plagas y enfermedades

Tiene moderada resistencia a antracnosis causada por el *Colletotrichum gloeosporoides* que afecta hojas y tallos.

En los tallos las lesiones son de color marrón y negro, y se encuentran bajo las estípulas. En las hojas las lesiones son de color crema y marrón con márgenes marrones, la incidencia es del 8% lo que no afecta el Desarrollo y la producción de forraje.

Calidad y producción de forraje

La producción de forraje dentro de una SSP varía entre 12 al 18.000 kg MS/ha/año. El *Stylosanthes quianensis* es una leguminosa de buena aceptación por los animales, con altos niveles de proteína bruta (18 a 24 %) y una digestibilidad in vitro de la materia seca que varía entre 65-72% (Gonzalez et al 2012).

TRABAJOS EXPERIMENTALES

1° Trabajo Experimental

Evolución de los parámetros energéticos-proteicos y productivos (kg MS y kg MS digestible) del *Panicum maximum* cv Guinea likoni en invernadero, monocultivo y bajo *Leucaena leucocephala* (Argentina-Cuba)

A. E. Fernández Mayer ¹, A. Vallati ¹, R. J. Stuart Montalvo ², Verena Torres Cárdenas ² y P. C. Martín Méndez ², Dayleni Fortes González ², Odalis Toral Pérez ³ y Iván Lenin Montejo Sierra ³

1.- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Bordenave, Buenos Aires, Argentina
Ruta Pcial. 76 km. 36.5 (8187) Bordenave, Buenos Aires, Argentina

2.- Instituto de Ciencia Animal (ICA) Apartado Postal 24 San José de las Lajas, La Habana, Cuba. 3.- Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Indio Hatuey, Perico, Matanzas, Cuba.

En las regiones tropicales y subtropicales de América Latina y el Caribe la mayoría de los estudios científico-técnicos están vinculados con la búsqueda de mayor producción de materia seca (MS) por hectárea de los diferentes forrajes (Del Pozo 2002), sin considerar con la misma importancia la producción de MS digestible asociada con otros parámetros energéticos-proteicos que tienen un altísimo impacto en la respuesta animal (carne o leche) (Rearte 2010).

El principio básico que condujo a estos experimentos fue que cuanto mayor sea la calidad del forraje consumido mayor será la producción de carne o leche producida. Este concepto elemental puede significar grandes cambios en el futuro de la producción de carne o leche en países tropicales (Fernández Mayer 2006).

Las condiciones “óptimas” de humedad y temperaturas logradas en invernadero habitualmente se repiten en el terreno, especialmente en los países tropicales durante la época de lluvias. De ahí, la importancia de conocer la magnitud de los parámetros nutricionales evaluados y cómo evolucionan a lo largo en las diferentes fases fenológicas para saber cuál puede ser el impacto del manejo sobre dichos parámetros y la respuesta en producción de carne esperable.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la evolución de los parámetros energéticos-proteicos y productivos del *Panicum maximum* cv Guinea likoni en un ambiente controlado de humedad y temperatura (invernadero), en monocultivo y bajo *Leucaena leucocephala*, en diferentes estados de madurez y con

defoliaciones periódicas hasta madurez fisiológica.

Los tratamientos fueron las fechas de corte o defoliación con 6 repeticiones (macetas –invernadero-) o 6 repeticiones (marco de 1 m² -monocultivo y bajo *Leucaena*-) por tratamiento del Guinea likoni. De ahí que hubo tantos tratamientos como momentos de corte o defoliaciones que se realizaron. El Tratamiento 1 (T1) estuvo representado por la fecha del primer corte (defoliación) cuando las plantas correspondientes a dicho tratamiento alcanzaron los ± 35 -40 cm de altura.

Los sucesivos cortes (tratamientos) se realizaron cada 15 días uno del otro, es decir, el T2 fue a los 15 días del T1, el T3 a los 30 días del T1 y así sucesivamente hasta llegar a la panoja con grano pastoso-duro (madurez fisiológica).

Materiales y métodos comunes a los 3 experimentos

Los tratamientos difirieron entre experimentos. En invernadero hubo 9 tratamientos y 6 en cada uno de los otros 2 experimentos (monocultivo y bajo *Leucaena*).

Para definir la altura de las plantas, se utilizó las normas definidas en los Protocolos de Redes de Forraje del INTA, en Argentina. Según estas normas, la altura de las plantas se toma con una regla o cinta métrica estirando las hojas superiores en forma vertical (perpendicular al suelo).

Esta metodología de medición evita malas interpretaciones producto de la diferencia o hábitos de crecimiento ocasionada por la fertilidad del suelo, humedad, condiciones de manejo, etc.

El diseño experimental aplicado fue un diseño completamente aleatorizado (DCA). La unidad experimental fue la maceta (invernadero) o marco 1 m² (monocultivo y bajo *Leucaena*). Los datos se procesaron con software estadísticos IBM-SPSS 2006 versión 22. Los parámetros químicos de los alimentos a través del SAS/STAT 2005 del procedimiento GLM.

1. *Guinea likoni* en Invernadero (INTA Bordenave)

En un invernadero de vidrio (4m x 10m) de la Experimental del INTA en Bordenave (Buenos Aires, Argentina) se instaló uno de los experimentos.

La siembra se realizó el 15 de agosto de 2013. Las plantas del *P. maximum* cv *Guinea likoni* nacieron a los 60 días de la siembra (15/10/2013). Este retraso en el nacimiento se debió a que las semillas eran "nuevas" provenientes de la última cosecha 2012/13 en Cuba y debieron continuar un proceso de "maduración fisiológica" para estar en condiciones de germinar (Benítez et al. 2012).

Para asegurar un adecuado nacimiento se hizo la siembra al voleo (superficial) con una elevada proporción de semillas, que fueron tapadas con una película de suelo tamizado de ± 0.5 cm de altura. Posteriormente al nacimiento se hicieron diferentes "raleos o eliminación de plantas" hasta dejar 3 por maceta (Foto 15).

La extensión del experimento de invernadero fue de 218 días (15/09/13 al 21/04/14) desde la emergencia hasta la madurez fisiológica. El último corte se realizó el 07/07/14 (295 días de la emergencia) para medir el forraje acumulado (producción y calidad). En ese momento se consideró finalizado el ensayo.

Se evaluó la calidad de forraje y producción de forraje en cada tratamiento y en los rebrotes de cada tratamiento. Luego del primer corte inicial, cuando el rebrote alcanzó nuevamente los ± 35 -40 cm se volvió a cortar cada maceta hasta finalizar el ensayo (senectud de las plantas por temperaturas por debajo de 5°C).

Los parámetros analizados fueron la proteína bruta (PB), PB solubles (PBS), digestibilidad de la MS (DMS), carbohidratos solubles (CNES), fibra detergente neutra y ácida (FDN y FDA), digestibilidad del FDN, Lignina detergente ácido (LDA) y la energía metabolizable (EM) y su vinculación con la proteína del forraje (PB/EM). El análisis químico de las diferentes muestras se realizó en el laboratorio de INTA (Bordenave, Argentina). Las técnicas utilizadas fueron: MS (secado a 60°C peso constante), PB (AOAC, 1995), DMS (Tilley y Terry 1963 Modificado Método de acidificación directa) Ankom Technology 2008, CNES (Bailey, 1958 Método Antroña, Silva et al. 2003), FDN y FDA (Van Soest 1994 con equipo ANKOM) y LDA (Goering y Van Soest 1970). Y la Energía Metabolizable (EM) se determinó según las fórmulas presentadas por García-Trujillo y Pedroso (1989).

Para medir la intensidad de la energía térmica radiante o radiación térmica se utilizó un radiómetro. La unidad de medida son micromoles de fotones incidentes por unidad de superficie horizontal y unidad de tiempo ($\mu\text{mol fotones/m}^2/\text{seg}$).



Foto 15: *P. maximum* cv *Guinea likoni* (invernadero INTA Bordenave, Buenos Aires, Argentina). Fotografía Fernández Mayer

2. Guinea likoni en monocultivo (ICA) y bajo Leucaena leucocephala cv. Cunningham (Indio Hatuey)

El experimento del Guinea en monocultivo se instaló en el Instituto de Ciencia Animal (ICA), ubicado en San José de las Lajas, provincia de Mayabeque. Mientras que el bajo Leucaena en la Estación Experimental de Pastos y Forraje de Indio Hatuey.

El ICA se encuentra ubicado en los 22°53' de latitud Norte y 82°02' de longitud Este, en la provincia Mayabeque, a una altura de 80 m sobre el nivel del mar a 60 km de la ciudad de La Habana. Mientras que la Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Indio Hatuey se encuentra en la zona aledaña al central azucarero España Republicana, en el municipio Perico, provincia de Matanzas, en el punto geográfico determinado por los 22°48' de latitud norte y los 81°1' de longitud oeste, a 19,01 m sobre el nivel del mar.

La extensión de ambos experimentos fue

de 120 días (15/07 al 13/11/14).

Las condiciones de las áreas experimentales, en el ICA e Indio Hatuey, se corresponden con un clima clasificado como de sabana tropical, característica de Cuba (Academia de Ciencias de Cuba 1989). En él predominan las condiciones tropicales marítimas, con marcada estacionalidad de las lluvias, el 80% se registran entre mayo a octubre, con precipitaciones promedio anual de ±1.100 mm (1.000 a 1.300 mm) (Cuadro 72).

Mientras que durante los meses de noviembre hasta abril, otoño e invierno para el hemisferio norte, las masas de aire árticas y polares continentales hacen sentir su influencia provocando una fuerte reducción en las precipitaciones (Fotos 16 y 17).

Mientras que durante los meses de noviembre hasta abril, otoño e invierno para el hemisferio norte, las masas de aire árticas y polares continentales hacen sentir su influencia provocando una fuerte reducción en las precipitaciones (Fotos 16 y 17).

Cuadro 72: Parámetros meteorológicos de los sitios experimentales del ICA e Indio Hatuey

Meses		Temperatura media	Temp. máxima	Temp. mínima	Precipitaciones
Temperaturas (promedio)	ICA	25.3	31.6	21.9	959
	IH	26.6	33.3	22.9	1.099,7
Precipitaciones (acumuladas)	Diferencia ICA vs IH	-5 %	-5.1 %	-4.4 %	-12.8 %



Foto 16: P. maximum cv likoni (monocultivo –ICA)
Fotografía: Fernández Mayer (Cuba)



Foto 17: P. maximum likoni bajo Leucaena (I Hatuey)
Fotografía: Fernández Mayer (Cuba)

El suelo sobre el que se realizó el estudio experimental fue de topografía plana, catalogado como Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández et al. 1999), el cual es característico del 15 % (aproximadamente) del área del país (Cuadro 73).

En ambos ensayos los parámetros analizados fueron la proteína bruta (PB), fibra detergente neutra y ácida (FDN y FDA), Lignina detergente ácido (LDA). El análisis químico de las diferentes muestras se

realizó en el laboratorio de ICA (Cuba). Las técnicas utilizadas fueron: MS (secado a 60°C peso constante), PB (AOAC, 2005), FDN y FDA (Van Soest 1994 con equipo ANKOM) y LDA (Goering y Van Soest 1970).

A los fines de poder determinar la intensidad lumínica se utilizó un Luxómetro. Este instrumento permite medir simple y rápidamente la iluminación real y no subjetiva de un ambiente. La unidad de medida es el lux.

Cuadro 73: Análisis del suelo utilizado en el ensayo de Indio Hatuey y el ICA

	Profundidad	MO (%)	pH	P ₂ O ₅ (mg/100g)	Cationes (cmol/kg)			
					Ca	Mg	K	Na
ICA	0-20 cm	3,8	6,05	12.0	18,0	2,65	0,19	0,61
INDIO HATUEY	0-20 cm	3,53	6,31	10.0	18,55	2,70	0,18	0,67

Manejo de la Guinea

La Guinea se sembró en surcos a una distancia de 60 cm entre sí hace más de 15 años. En ambos sitios, el “corte de homogenización” con una desmalezadora, para eliminar el material muerto de la campaña anterior, se realizó entre el 1 y 5 de mayo de 2014.

El material cosechado en los diferentes cortes (tratamientos) se pesó en el mismo lugar. Se tomó una muestra de material fresco (tal cual) de 300 g por marco y de cada corte para ser analizada en el laboratorio. Durante la fase experimental no se aplicaron fertilizantes, ni se efectuaron controles de maleza (Foto 18).



*Foto 18: P. maximum cv likoni (monocultivo –ICA
Fotografía: Fernández Mayer (Cuba)*

Manejo de la Leucaena

Las plantas estuvieron instaladas cada 18 m² (6 m entre hileras y 3 m entre plantas), y se comenzaron a explotar cuando alcanzaron una altura de 2 m en el año 1996, es decir, tienen más de 18 años de explotación.

En la época seca o poco lluviosa se practica la poda escalonada de las plantas de Leucaena, en función de la disponibilidad de los pastos acompañantes; de esta manera, coincide generalmente con los meses de enero a abril, cuando los días de estancia se prolongan y la oferta de pastos se reduce considerablemente. Este tipo de poda escalonada se planifica según el número de árboles por parcela (4.5 ha) y el número de rotaciones que se prevé para la seca, teniendo en cuenta, además, que los árboles que se cortan en un año no se cortan en el otro, por lo que la poda individual de cada árbol se realiza cada dos años.

Esta práctica se realiza a una altura de 1.50 m y propicia en cada rotación un vigoroso rebrote que los animales consumen con avidez. En la época lluviosa los árboles no se podan, los animales pastorean y ramonean el follaje al cual pueden acceder, acorde a la talla que estos tengan. Con respecto al P. maximum cv Guinea likoni sembró en 1996 a una distancia entre líneas de 50 cm.

Resultados y discusión

A continuación se discutirá por separado el experimento del Invernadero de los otros 2 (monocultivo y bajo *Leucaena*).

1. Guinea likoni en Invernadero (INTA Bordenave)

En todos los casos se cortaron las plantas a unos 20-25 cm de altura (tratamiento "0") con la finalidad de poder elaborar las curvas de la evolución de cada uno de los parámetros. En los Cuadros 74 y 75 se describen la evolución de los diferentes parámetros evaluados.

Las condiciones de temperatura y hume-

dad, dentro del invernadero, fueron las óptimas para el máximo crecimiento del *Panicum*. Las mismas coincidieron con lo enunciado por Romero (2014) respecto al rango de temperaturas óptimas, mínimas y máximas para una especie C4 (28-35, 12-15 y 40-45°C, respectivamente). En cuanto a los aportes hídricos fueron los estrictamente necesarios, a través de riegos oportunos, con el objetivo de mantener el suelo siempre con la humedad adecuada (capacidad de campo).

El estado fenológico de las plantas del tratamiento "0" se caracterizó por una altura de 22 a 25 cm, 2 a 3 macollos/planta, 3 a 4 hojas/macollo, ± 4 mm ancho de hojas y de color verde intenso. A este momento vegetativo Zadoks et al (1974) lo definieron como estado de "pasto" (escala Zadoks Z 0.5 a 1.0, FAO 2010).

Cuadro 74: Parámetros de calidad nutricional y productivos (kg de MS digestible/ha) del 1° corte de cada tratamiento del Guinea likoni en invernadero

Trata.	Días del nacim ¹	MS (%)	PB(%)	PBS(%)	DMS(%)	MS dig./ha (kg MS dig./ha)	EM (Mcal EM/kg MS)	PB/ EM (g PB/Mcal EM)	CNES (%)	FDN (%)	Dig.FDN (%)	LDA (%)
0	65	24.21 ^b	20 ^a	8,28 ^c	69,8 ^c		2,52 ^{bc}	68,97 ^c	6,80 ^c	57,4 ^b	62,4 ^d	2,78 ^a
1	104	24.23 ^b	12,5 ^c	4,37 ^{ab}	70,6 ^c	2.365,1 ^a	2,55 ^{bc}	49,07 ^b	8,10 ^d	56,0 ^a	54,4 ^c	3,56 ^c
2	112	23.52 ^b	15,9 ^d	4,98 ^b	70,6 ^c	3.265,2 ^c	2,55 ^{bc}	62,66 ^c	7,55 ^d	54,2 ^a	43,6 ^b	3,68 ^c
3	127	23.85 ^b	18,5 ^d	4,51 ^{ab}	74,8 ^d	2.812,5 ^b	2,70 ^c	68,55 ^c	6,25 ^{bc}	58,0 ^b	61,2 ^d	2,29 ^a
4	143	20.51 ^{ab}	18,2 ^d	5,84 ^{bc}	63,4 ^b	4.717 ^d	2,29 ^b	79.56 ^d	5,90 ^{bc}	62,0 ^c	57,4 ^{cd}	2,51 ^a
5	156	17.98 ^a	7,14 ^b	5,32 ^b	60,7 ^b	4.030,5	2,19 ^b	32,60 ^a	6,65 ^c	66,6 ^c	50,1 ^c	2,76 ^a
6	171	23.39 ^b	5,52 ^a	3,75 ^{ab}	54,9 ^a	3.074,4 ^b	1,98 ^a	27,87 ^a	4,0 ^a	71 ^d	35,5 ^a	3,61 ^c
7	188	31.75 ^c	4,43 ^a	1,41 ^a	50,0 ^a	2.144 ^a	1,80 ^a	24,56 ^a	5,05 ^b	68,3 ^c	35a	3,17 ^b
8(F.A) ²	265	34.2	5,2	1.3	39,40	3.766.64	1,42	36,58	2,75	67,8	35,1	3,36
Promedio	166	24.8	10,9	4,31	61,0	3.267,1	2,18	50,04	5,78	62,9	46,54	3,12
Desvio Est. Significanc. R ² EE (±)		5.08 P<0,01 0.94 1.328	6,05 P<0,01 0.71 2.159	163,5 P<0,01 0.8 1.899	11,97 P<0,01 0.88 2.305	863.26 P<0,01 0.85 1.957	0,43 P<0,01 0.89 0.070	17,29 P<0,01 0.85 1.058	1,79 P<0,001 0.98 0.234	6,33 P<0,05 0.93 0.905	10,70 P<0,05 0.9 1.558	0,53 P<0,05 0.76 0.331

Días entre el nacimiento y el 1° corte de cada tratamiento 2) Los forrajes acumulados se analizarán estadísticamente más adelante.
Referencias: MS: materia seca, PB: proteína bruta, PBS: proteína bruta soluble. DMS: digestibilidad de la MS, EM: energía metabolizable, CNES: carbohidratos no estructurales solubles. Remarcado en "color rojo" los tratamientos que mostraron adecuados parámetros de calidad (bovinos para carne). Letras diferentes indican diferencias significativas (P<=0.05)

Cuadro 75: Parámetros de calidad nutricional y productivos (kg de MS digestible/ha) promedio de todos los cortes de cada tratamiento del Guinea likoni

Tratamientos	MS (%)	PB (%)	DMS (%)	MS dig./ha (kg MS dig/ha)	EM (Mcal EM/kgMS)	PB/EM (g PB/ Mcal EM)	FDN (%)	Dig.FDN (%)	FDA (%)	LDA (%)
1	28.64 ^c	12,44 ^c	71,57 ^e	5.050.69 ^c	2,58 ^d	48,22 ^b	61,63 ^a	56,65 ^c	26,50 ^a	2,76 ^b
2	24.52 ^b	10,21 ^b	62,41 ^b	5.490.2 ^c	2,25 ^b	45,38 ^b	62,00 ^a	49,34 ^a	31,17 ^b	2,34 ^b
3	21.68 ^a	15,01 ^d	66,17 ^d	6.034.7 ^d	2,39 ^c	62,80 ^c	60,25 ^a	55,68 ^c	26,49 ^a	1,81 ^a
4	23.88 ^b	18,41 ^e	64,95 ^c	7.586.16 ^d	2,34 ^c	78,67 ^d	64,18 ^b	56,7 ^c	27,72 ^a	2,39 ^b
5	19.25 ^a	11,71 ^c	61,03 ^b	5.273 ^c	2,20 ^b	53,23 ^b	67,87 ^c	53,92 ^b	31,62 ^b	2,56 ^b
6	22.21 ^{ab}	10,55 ^b	58,39 ^b	3.737 ^b	2,11 ^b	50,00 ^b	69,78 ^c	52,91 ^b	33,32 ^b	3,33 ^c
7	31.75 ^d	4,43 ^a	50,04 ^a	2144 ^a	1,81 ^a	24,48 ^a	68,28 ^c	48,83 ^a	34,94 ^c	3,17 ^c
8 (F. Acum.) ¹	34.2	5,20	39,40	3.766.64	1,42	36,58	67,80	48,26	35,10 ^c	3,36
Promedio	25.8	11,00	59,25	4.876.0	2,14	49,96	65,23	54,03	30,86	2,71
Desvío Est. Significanc. R ² : EE (±)	5.24 P<0,01 0.93 1.301	4,65 P<0,001 0.94 1.367	10,17 P<0,0001 0.87 3.284	1.664 P<0,0001 0.85 2.891	0,37 P<0,001 0.87 0.122	16,23 P<0,01 0.85 2.150	16,23 P<0,01 0.85 2.150	3,54 P<0,05 0.88 2.056	3,57 P<0,05 0.98 0.741	0,55 P<0,05 0.91 0.158

En este estado fenológico todos los parámetros químicos evaluados fueron excelentes (Fernández Mayer et al. 2012). El nivel de MS, medio, fue moderado (24,21%). En tanto, el contenido proteico fue del 20%, de los cuales alrededor del 41% del total correspondió a la fracción soluble, muy inferior a lo que sucede con las plantas C3 cuyos niveles de PBS superan el 75% del total de la PB (Galli 1996). Mientras que la DMS y EM alcanzaron 69,8% y 2.52 Mcal EM/kg MS, respectivamente.

La relación de estos 2 últimos parámetros (PB/EM) fue 68.97 g PB/Mcal EM, muy superior a los 55-58 o 48-52 g PB/Mcal EM, que requieren la recría de terneros (160-200 kg/cabeza) y el engorde de vaquillonas (novillas) (>250 kg/cabeza), respectivamente (Fernández Mayer y Tomaso 2003 y NRC 2012).

Los parámetros del Guinea, del 1º corte, se mantuvieron hasta 153 días después del nacimiento con valores muy apropiados (T1 al T4): 16.27%PB, ±69.85%DMS, ±2.52 Mcal EM/kg MS, 64,96 g PB/Mcal EM, 57.55%FDN y ±54,15 dig. FDN.

Los niveles de PB promedio del 1º corte fue 10,9% y de todos los cortes (11,0%). Mientras que la DMS y EM promedio del 1º corte fue 61% (2,18 Mcal EM/kg MS) y de todos los cortes fue 59,25% (2,14 Mcal EM/kg MS).

Los niveles de FDN, digestibilidad de la FDN, FDA y lignina (LDA), promedio de todos los muestreos

fueron muy adecuados 65,23, 54,03, 30,86 y 2,71%, respectivamente (Fernández Mayer 2006).

Los adecuados niveles de MS, PB y de las diferentes fracciones de fibra explican los altos valores de digestibilidad, de EM y la relación PB/EM alcanzada.

Todos estos parámetros fueron influenciados por las condiciones óptimas del medio ambiente (humedad, temperatura y radiación) del invernadero que favorecieron un crecimiento más rápido de los tejidos vegetativos (mayor contenido celular) y menor desarrollo de la pared celular, al reducirse la biosíntesis de lignina (Aello y Dimarco 2004 y Van Soest 2012).

En tanto, los estados fenológicos del primer corte de los T1 y T2, también, se caracterizaron por permanecer en el estado de "pasto" (escalas Zadoks Z 1.0 a 1.5 y 1.5 al 2.4, respectivamente, FAO 2010). Mientras que a partir del T3 en adelante, las plantas entraron en la fase reproductiva (panojamiento y formación de grano) (escala Zadoks Z 3.1 a Z 7.3).

2. Guinea likoni en monocultivo (ICA) y Guinea likoni bajo *Leucaena leucocephala* (Indio Hatuey)

En los Cuadros 76, 77, 78 y 79 se presentan la producción de forraje del 1º corte y de todo el ensayo (temporada húmeda) realizadas sobre el P. maximum cv Guinea likoni (ICA e Indio Hatuey).

Cuadro 76: Producción de forraje del 1° corte de cada tratamiento

Tratamientos	Altura ¹ (cm)	EE(±)	Materia Verde ² (kg MV/ha)	EE (±)	Materia Verde ² (kg MS/ha)	EE (±)	MS (%)	EE (±)
1	37,5 ^a	1.303	14.216,7 ^a	224.95	3.483,08 ^a	57.8	24,5 ^{ab}	0.556
2	51,67 ^{ab}	1.393	24.650 ^b	240.48	4.584,91 ^a	61.79	18,6 ^a	0.658
3	65,83 ^{ab}	1.649	48.133,3 ^c	284.54	11.600,13 ^b	73.12	24,1 ^{ab}	0.736
4	77,5 ^b	1.843	79.616,7 ^d	318.13	19.744,93 ^c	81.75	24,83 ^{ab}	0.52
5	90,0 ^c	2.128	80.466,7 ^d	367.34	20.140,81 ^c	94.39	35,17 ^{bc}	0.85
6	90,0 ^c	2.128	98.333,3 ^e	367.34	26.140,28 ^d	94.39	55,7 ^c	0.85
Promedio	68,75		57.569,45		14.282,36		30,48	
Desvío estándar	21,24		3360,37		894,54		1,30	

1. Promedio de altura de todos los cortes 2. Producción total de MV y MS por hectárea del 1° corte de cada tratamiento. EE (±) error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas (P<0.05)

Cuadro 77: Producción de forraje de todos los cortes por tratamiento

Tratamientos	Rebrote	Altura ¹ (cm)	EE (±)	Materia Verde ² (kg MV/ha)	EE (±)	Materia Seca ² (kg MS/ha)	EE (±)	MS(%)	EE(±)
1	7	46,4 ^a	1.505	115.466,7 ^{ab}	259.7	24.414,8 ^b	66.75	21,1 ^b	0.601
2	6	45,4 ^a	1.505	107.850,0 ^a	259.7	20.782,9 ^a	66.75	19,8 ^a	0.601
3	4	50,8 ^a	1.505	120.166,7 ^b	318.1	23.654,7 ^b	81.75	19,7 ^a	0.736
4	3	59,6 ^a	1.843	148.133,3 ^c	367.3	29.313,9 ^c	94.39	19,8 ^a	0.85
5	2	64,7 ^a	2.128	166.504,7 ^d	449.9	39.283,9 ^d	115.61	23,5 ^c	1.041
6	2	61,4 ^a	2.607	124.833,3 ^{ab}	449.9	27.483,8 ^{bc}	115.61	31,0 ^{bc}	1.041
Promedio	4,00	54,70		130.492,45		27.489,0		22,48	
Desvío estándar	2,10	8,26		1375,12		416,04		0,02	

Tabla 78: Producción de forraje del 1° corte de cada tratamiento (Indio Hatuey 2014)

Tratamientos	Altura ¹ (cm)	EE(±)	Materia Verde ² (kg MV/ha)	EE (±)	Materia Verde ² (kg MS/ha)	EE (±)	MS (%)	EE (±)
1	40,82 ^a	1.415	13.716,7 ^c	222.7	3.174,7 ^a	60.15	23,11 ^b	0.901
2	70,98 ^b	1.933	26.550 ^d	156.3	5.812,1 ^{bc}	55.96	21,88 ^a	0.635
3	114,59 ^c	1.326	28.410 ^d	385.6	10.745 ^e	86.23	37,8 ^c	0.478
4	136,06 ^d	1.055	8.550 ^a	177.4	4.391,5 ^b	102.4	51,4 ^d	0.983
5	138,00 ^d	1.048	7.240 ^a	356.8	4.066,5 ^b	85.64	56,2 ^d	0.475
6	142,33 ^d	1.569	10.240 ^b	238.7	6.690,1 ^c	75.63	65,3 ^e	0.289
Promedio	107,13		15.784,45		5.812,31		42,6	
Desvío estándar	41,93		3360,37		916,36		1,77	
R ² : CV: Efecto trata: Ef. n° macollos:	0.97 5.98 *** P<0.03		0.84 26.18 *** NS		0.84 28.77 *** NS		0.58 6.46 *** NS	

1. Promedio de altura de todos los cortes 2. Producción total de MV y MS por hectárea del 1° corte cada tratamiento. EE (±) error est.

Cuadro 79: Producción de forraje de todos los cortes por tratamiento (Indio Hatuey 2014)

Tratamientos	Rebrote	Altura ¹ (cm)	EE (±)	Materia Verde ² (kg MV/ha)	EE (±)	Materia Seca ² (kg MS/ha)	EE (±)	MS(%)	EE(±)
1	6	38,08 ^a	1.089	126.896,7 ^a	206.3	26.611,9 ^b	56.9	20.97 ^a	0.856
2	5	47,42 ^b	1.568	105.416,7 ^d	358.1	22.081,2 ^b	78.4	20.95 ^a	0.475
3	3	58,63 ^{bc}	1.287	91.576,7 ^c	478.2	23.193,8 ^b	49.8	25.3 ^b	0.712
4	3	65,45 ^c	1.009	56.616,7 ^b	194.1	12.137,7 ^a	74.6	21.43 ^a	0.863
5	2	81,00 ^d	1.485	43.776,7 ^{ab}	458.4	11.911,7 ^a	89.7	27.21 ^b	0.741
6	2	78,83 ^d	1.745	36.740 ^a	205.6	11.879,9 ^a	45.9	32.3 ^c	0.856
Promedio	3.5	61,57		76.837,25		17.969,37		24.69	
Desvío estándar	1.64	17,04		1417,27		2140,31		14.52	

1. Promedio de altura de todos los cortes. Producción total de MV y MS por hectárea de todos los cortes EE (±) error estándar.
 Letras diferentes indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$)

En el experimento de Guinea likoni bajo Leucaena, se probó si el número de macollas difería significativamente entre tratamiento y solo para la variable altura dio significativo, por lo que las medias de los tratamientos están ajustadas. En el resto de las variables no dio significativa la covariable y por los tanto las medias de los tratamientos no están ajustadas.

En los Cuadros 80 y 81 se presentan los parámetros de calidad del primer corte de cada tratamiento en el ensayo de corte con Guinea likoni (ICA e Indio Hatuey).

El P. maximum cv Guinea likoni es una especie tolerante a la sombra. Esta especie tiene una relación hoja:tallo de 80:20% MS (promedio), lo cual les permite una mejor calidad y acceso por

parte de los animales (Ruiz y Febles, 2005).

La producción de MS del primer corte y del total de los muestreos fue significativamente mayor ($P < 0.001$) en el ensayo a pleno sol o monocultivo (ICA) que bajo Leucaena (Indio Hatuey), 14.282 y 27.489 vs 5.812 y 17.969 kg MS/ha, respectivamente.

Obispo et al. 2012, utilizando P. maximum observaron que las mayores producciones de MS se obtuvieron, también, con niveles "bajos de sombra o a pleno sol", alrededor de ± 14.000 kg/ha. Mientras que, con niveles medianos y altos de sombra la producción fue inferior a 10.000 kg/ha ($P < 0,05$). Ambas producciones fueron similares a las obtenidas en este trabajo. Estos autores atribuyeron ese comportamiento a la menor cantidad de radiación incidente

Cuadro 80: Parámetros nutricionales del 1º corte de cada tratamiento del Guinea likoni en el Ensayo de corte (ICA)

Tratamientos	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	LDA (%)
1	24.5 ^b	11.28 ^d	61.78 ^a	40.35 ^a	6.65 ^a
2	18.6 ^a	10.06 ^c	63.55 ^b	43.10 ^b	7.25 ^b
3	24.1 ^b	9.07 ^b	63.66 ^b	43.87 ^b	8.05 ^b
4	24.83 ^{bc}	8.15 ^{ab}	64.57 ^c	43.83 ^b	8.66 ^{bc}
5	35.17 ^c	7.18 ^a	65.13 ^c	45.56 ^c	9.7 ^c
6 (acumulado)	55.7 ^d	7.0 ^a	68.0 ^d	47.92 ^d	10.35 ^d
Promedio	30.48	8.79	64.45	44.1	8.44
Desvío estándar	3,93	2,33	3,45	3.16	2.06
EE (±) Significancia R ²	2.63 $P < 0,001$ 0.97	1.74 $P < 0,001$ 0.87	2.56 $P < 0,001$ 0.92	2.44 $P < 0,001$ 0.92	1.47 $P < 0,001$ 0.87

Letras de color rojo indican parámetros "adecuados"

sobre la gramínea (en este ensayo las intensidades lumínicas fueron 20.000 vs 55.500 lux, para el Guinea bajo sombra y a sol pleno, respectivamente), lo que repercute en una menor actividad fotosintética.

en las regiones tropicales la reducción de la intensidad de radiación por el efecto de la sombra cambia la composición química de los forrajes y, en especial, sus componentes celulares, aunque las

Cuadro 81: Parámetros nutricionales del 1° corte de cada tratamiento del Guinea likoni bajo Leucaena leucocephala en el Ensayo de corte (Indio Hatuey)

Tratamientos	MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	LDA (%)
1	23,11 ^b	20,43 ^e	55,73 ^a	44,41 ^a	6,52 ^a
2	21,88 ^a	16,04 ^d	58,16 ^{ab}	48,00 ^b	6,97 ^{ab}
3	37,8 ^c	12,62 ^c	61,85 ^b	50,38 ^c	7,26 ^b
4	51,4 ^d	10,05 ^b	62,33 ^{bd}	52,27 ^d	7,33 ^b
5	56,2 ^d	8,97 ^a	65,67 ^d	54,09 ^e	7,44 ^b
6 (acumulado)	65,3 ^e	7,77 ^a	66,98 ^d	55,89 ^e	7,78 ^{bc}
Promedio	42,6	12,65	60,75	50,55	7,22
Desvío estándar	1,77	1,35	4,05	2,76	0,96
EE (±) Significancia R ²	1,63 P<0,001 0,95	2,74 P<0,001 0,85	1,66 P<0,001 0,95	1,66 P<0,001 0,91	0,89 P<0,001 0,85

Este comportamiento pudo deberse a factores inherentes al ambiente (suelo, temperaturas y precipitaciones), ya que en Indio Hatuey (bajo Leucaena) se registraron mayores temperaturas y precipitaciones (+5% y +13%, respectivamente) que en el ICA (pleno sol) y a la mayor fertilidad nitrogenada generada por la Leucaena (Hernández et al, 2007).

Las plantas bajo sombra, al recibir menor intensidad lumínica, elevan su altura buscando captar mayores radiaciones solares para cumplir con sus requerimientos fisiológicos de la fotosíntesis (Hernández-Gil 2014).

En este trabajo las alturas fueron 68,75 y 107,13 cm, para el 1° corte a pleno sol y bajo Leucaena, respectivamente. Además, en nuestro caso el Guinea bajo sombra, tuvo una menor densidad ya que compartía el terreno con la Leucaena, que estaba implantada cada 18 m² (6 m entre hileras y 3 m entre plantas).

En general, las pasturas como el pasto Guinea con ciclo fotosintético tipo C₄, alcanza su máxima producción de MS con altos niveles de intensidad lumínica (Obispo et al 2008).

Buxton y Fales (1994) encontraron que

respuestas son variables según la especie.

Cuando se comparan los resultados obtenidos en el ICA con los de Indio Hatuey, se observa una mejora significativa en los diferentes parámetros evaluados en favor del Guinea bajo Leucaena.

Estos resultados fueron producto de mejores condiciones ambientales generada por la Leucaena. Entre ellos se destacan, un crecimiento más rápido y con mayor desarrollo de los rebrotes (54,7 vs 61,57 cm de altura, promedio de todos los cortes, a pleno sol y bajo Leucaena respectivamente), se llegó a la madurez fisiológica (grano lechoso-pastoso) 40 días antes y tuvo mayores niveles de MS que a pleno sol (42.6 vs 30.48% MS, para el primer corte y 24.69 vs 22.48% MS para el total de cortes respectivamente).

El "manejo tradicional" de los pastos tropicales en general, y de los Panicum en particular, se realiza con cultivos en avanzado estado de crecimiento y madurez con el objetivo de buscar mayor producción de forraje (kg MS/ha), sin evaluar que ello provoca una caída significativa en la calidad de estos forrajes (Juárez Lagunes et al. 2005). Todo ello, afectaría de manera muy significativa la producción de carne (Dimarco y Aello 2004) y explica las bajas ganancias de peso (<0.400 kg/cabeza/día) que se ob-

tienen en diferentes regiones de América Latina y el Caribe (Cornacchione et al. 2003).

Los estados fenológicos del primer corte de los T1 y T2, también, se caracterizaron por permanecer en el estado de “pasto” (escalas Zadoks Z 1.0 a 1.5 y 1.5 al 2.4, respectivamente, FAO 2010). Mientras que a partir del T3 en adelante, las plantas entraron en la fase reproductiva (panojamiento y formación de grano) (escala Zadoks Z 3.1 a Z 7.3).

De todos los parámetros químicos de los T1 y T2 fueron mejores bajo *Leucaena* respecto a monocultivo, los niveles de PB (18,25 vs 10,62), FDN (56,94 vs 62,66) y LDA (6,72 vs 6,92), respectivamente, con excepción de la FDA (46,2 vs 41,72). Los mejores valores del Guinea bajo *Leucaena* representan parámetros nutricionales claves en las plantas C4 (Aello y Dimarco 2004 y Fernández Mayer 2006).

La propuesta de este trabajo es, justamente, aprovechar a estos forrajes tropicales (Guinea) en etapas fenológicas juveniles (T1 y T2) (escalas Zadoks Z 1.0 al 2.4, FAO 2010), buscando lograr un incremento significativo de los principales parámetros nutricionales y con él, la producción de MS digestible y aprovechable asociado a la concentración energética de la MS (Aello y Dimarco 2004).

El mayor crecimiento del Guinea bajo sombra favoreció un menor depósito de pared celular y de lignina, mejorando significativamente los niveles promedio de Proteína bruta (12,65 vs 8,79%, respectivamente) (Van Soest, 2014).

Además, por efecto de la mayor fertilidad nitrogenada generada por la *Leucaena* (Hernández et al, 2006), los niveles de fibra fueron mejores respecto al monocultivo, los de FDN 60,75 vs 64,4% y la LDA 7,22 vs 8,44%, respectivamente.

En diferentes trabajos realizados con Guinea se observó que el contenido de N en P. maximum disminuyó a medida que aumentó la intensidad de luz natural y que la acumulación de N en esta especie mejoró significativamente bajo la sombra (60 y 40 % de luz solar total). La sombra incrementa la absorción de N en la planta al mejorar la mineralización de este en el suelo (Pentón, G, 2000). Ello puede explicarse por el hecho de que en condiciones de baja intensidad de luz, el nitrógeno

soluble total se incrementa, debido inicialmente a la acumulación de nitratos en las hojas, aun sin fertilización nitrogenada (Pentón y Blanco 1997).

Paciullo et al. (2007), encontraron incrementos en la digestibilidad de las plantas con los mayores niveles de sombra, por menores niveles de pared celular (FDN y FDA) y una mejora significativa en los contenidos de PB, con manifiesto incremento de la degradabilidad de los mismos. Similares resultados fueron encontrados por Alonso et al. (2005), quienes evaluaron el impacto de la sombra de *Leucaena leucocephala* sobre el Guinea likoni.

En correspondencia con lo enunciado en el párrafo anterior, Obispo et al (2008) encontraron un incremento en los niveles de FDN y FDA al aumentar la intensidad lumínica particularmente los compuestos polifenólicos. Estos valores oscilaron entre 69,9 a 76,6 y 33,9 a 42,6 para FDN y FDA, respectivamente. Sin embargo, largos periodos de oscuridad “cerrada” reducen la calidad del forraje porque parte de los nutrientes son movilizados, pero ninguno de ellos es producido.

Las plantas bajo sombra prolongada poseen menos cloroplastos, menos componentes de la cadena transportadora de electrones, menos Rubisco (Ribulosa 1,5-bifosfato carboxilasa/oxigenasa) y menos nitrógeno por unidad de área. Esto, en conjunto con otros factores morfológicos y fisiológicos, reduce la capacidad de carboxilación y de transporte de electrones, lo que limita la capacidad fotosintética de estas plantas (Lambers et al., 1998).

La tasa de digestibilidad está relacionada con la latitud, longitud del día y las temperaturas. Esta, muestra una relación inversa con la temperatura del medio ambiente y la longitud del día (Aello y Dimarco 2004).

En tanto, los forrajes tropicales reducen su digestibilidad en latitudes inferiores a los 30-38 grados por efecto combinado de altas temperaturas y escasas de precipitaciones (Van Soest 2014). El ICA e Indio Hatuey están ubicados a 22.52° y 22.48° latitud norte, respectivamente).

La temperatura tiene efectos dominantes en latitudes tropicales y en regiones templadas con clima continental. Mientras que la longitud del día

tendrá mayor efecto en altas latitudes y en regiones templadas con clima marítimo (Salisbury et al. 1994).

Las temperaturas óptimas, a nivel de hoja, para un eficiente proceso de fotosíntesis se suelen situar entre 25 y 35°C. A partir de 30 °C se observa una inhibición progresiva de la actividad enzimática, aumento de la fotorrespiración y de la respiración oscura o el cierre estomático, que se agrava aún más en presencia de un déficit hídrico. Todo esto afecta la fotosíntesis que disminuye rápidamente (Lissarrague et al. 2014).

El proceso de la fotosíntesis depende de la temperatura de la hoja dado que la cinética de las enzimas que catalizan las reacciones está estrechamente ligada a este factor (García 2014). La tasa de transporte de electrones alcanza un máximo a los 30° de temperatura y, por encima de esta temperatura, decae significativamente.

El proceso de fotosíntesis es mucho más rápido que la respiración. Durante los días calurosos la tasa de crecimiento (g MS/día) es mayor influenciado, también, por la intensidad de la luz. En este balance entre fotosíntesis: respiración (síntesis y destrucción de glucósidos solubles) predomina la primera. Por ende, el resultado neto será positivo, es decir, a más temperatura mayor crecimiento (Baldelomar et al. 2008).

El óptimo de temperatura depende en gran medida del régimen de temperaturas en el que

se ha desarrollado la hoja, pues existe una aclimatación de la hoja. Esta aclimatación es la manifestación de modificaciones morfológicas, fisiológicas y bioquímicas (Lissarrague et al. 2014).

El aumento de la temperatura, especialmente la nocturna, altera todos los procesos de biosíntesis y enzimáticos, reduciendo los niveles de azúcares solubles y elevando los de lignina, la cual provoca una fuerte caída de la digestibilidad de la materia orgánica y con ella, de la calidad nutricional de la planta (Del Pozo, 2002 y Van Soest, 2012).

En estas condiciones los productos generados en la fotosíntesis, son rápidamente convertidos en componentes estructurales, reduciéndose la síntesis de nitratos, proteínas, la fracción soluble de esas proteínas, carbohidratos solubles e incrementa los componentes de la estructura de la pared celular, en especial la celulosa y lignina (Bernal y Espinosa 2003 y Van Soest, 2012).

3.- Efectos de la Intensidad luminica y Radiación solar

En los Cuadros 82, 83, 84 y 85 se presenta la información obtenida del Termómetro infrarrojo dentro del invernadero y del radiómetro (dentro y fuera del invernadero) y la brindada por el Luxómetro, expresada en 2 unidades (lux y $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$) del ensayo de corte de Guinea bajo Leucaena. Para ello, se muestreó en 2 sitios diferentes (bajo Leucaena y sol pleno) con 10 repeticiones.

Cuadro 82: Mediciones con el Termómetro de infrarrojo (Guinea likoni) en Invernadero

	Invernadero		Invernadero	
Especie	20/03/2014		14/05/2014	
GUINEA	Hoja adulta	Rebrote	Hoja adulta	Rebrote
Promedio	24.0	22.2	14.5	14.6
Desvío Estándar	0.7	1.0	0.1	0.2

Cuadro 83: Estudio con Radiómetro (Ensayo de corte en Invernadero, INTA Bordenave)

Fecha muestreo/hora	Dentro de invernadero		Fuera de invernadero	
05/12/2014 (12:00 am)	1.100 $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$	57.895 lux	1.515 $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$	57.895 lux
09/01/2015 (12:10 am)	1.338 $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$	70.421 lux	1.843 $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$	70.421 lux
11/02/2015 (10:30 am)	885 $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$	46.580 lux	1.377 $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$	46.580 lux
01/03/2015 (10:30 am)	635 $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$	33.420 lux	1350 $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$	33.420 lux
Promedio	989,5 $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$	52.079 lux	1521,25 $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$	52.079 lux
Desvío estándar	300,14	15797,17	226,35	15797,17

Referencias: conversión de lux a $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$ =lux x 0.019=.... $\mu\text{moles}/\text{m}^2/\text{seg}$

Cuadro 84: Estudio con Luxómetro (Ensayo de corte en Indio Hatuey) “bajo Leucaena”

Fecha de la observación	Fuera de invernadero			
	LUX	$\mu\text{moles/m}^2/\text{seg}$	Temp. (°C)	Humedad (%)
Julio y Octubre 2014	19.966,67	379.37	30.88	74.0
Desvió estándar	8445,75	160.47	0.38	0.45

Ivan Lenin Montejo Sierra, EE Indio Hatuey, 2014

Cuadro 85: Estudio con Luxómetro (Ensayo de corte en ICA) “monocultivo”

Fecha de la observación	Fuera de invernadero			
	LUX	$\mu\text{moles/m}^2/\text{seg}$	Temp. (°C)	Humedad (%)
Julio y Octubre 2014	55.531.67	1055.1	24,35	57,37
Desvió estándar	1257.46	23.89	1.07	0.49

Ivan Lenin Montejo Sierra, EE Indio Hatuey, 2014

La intensidad lumínica (lux) y su correlación con la radiación solar ($\mu\text{moles/m}^2/\text{seg}$), en ambos países, tuvieron un comportamiento diferencial. El *Panicum maximum* cv Guinea likoni en Cuba “bajo Leucaena” (sombreado) recibió menor intensidad lumínica (19.996,67 lux ó 379,37 $\mu\text{moles/m}^2/\text{seg}$) que a pleno sol (55.531,67 lux ó 1.055,1 $\mu\text{moles/m}^2/\text{seg}$).

En ambos casos estuvieron muy lejos de los niveles de saturación lumínica (75.000 lux o 1.425 $\mu\text{moles/m}^2/\text{seg}$) para verse afectada la fotosíntesis (Del Pozo, 2002 y Romero, 2014).

En Argentina sucedió un fenómeno muy interesante. La intensidad lumínica (radiaciones solares) alcanzó valores más elevados que Cuba (989,5 $\mu\text{moles/m}^2/\text{seg}$ o 52.079 lux) y (1.521,26 $\mu\text{moles/m}^2/\text{seg}$ o 80.066 lux) dentro y fuera de invernadero, respectivamente. En este caso, los niveles a pleno sol superaron ligeramente los valores máximos recomendables para una planta C4 (saturación lumínica).

La explicación de las diferentes intensidades lumínicas o radiaciones, entre ambos países, se debe buscar en la ubicación geográfica (latitud) de los sitios experimentales (García, 2014).

Las mayores radiaciones y alturas al mar de la Argentina provocan, además, un aumento de

las temperaturas máximas (en casilla meteorológica) de 41.0 respecto a 33.7°C de Cuba.

Conclusiones

Se concluye que hubo un comportamiento diferencial del Guinea en Invernadero, en monocultivo y bajo Leucaena. Mientras que la producción de MS fue superior en monocultivo, bajo Leucaena y en invernadero tuvieron mejores todos los parámetros nutricionales. Esto estaría indicando que bajo un manejo y aprovechamiento más intensivo (mayor defoliación) y utilizando las primeras etapas fenológicas (T1 y T2) se puede esperar un incremento significativo en producción de carne utilizando al Guinea bajo Leucaena.

Agradecimientos

Por la activa participación en la ejecución, seguimiento y muestreos del presente trabajo a los tesisistas de pre-grado de la Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina) Sres Juan Martín Von Hinke, José Pedro Kim y a los ayudantes calificados Sra Ana María Cruz y Sr. Manuel García Martínez del área de Ecofisiología del Instituto de Ciencia Animal (ICA), San José de las Lajas, Mayabeque y los Ings. Agrs. Lise Castañeda y Julio Brunet, de la Estación Experimental de Pastos y Forraje de Indio Hatuey, Matanzas, ambos de Cuba.

II° Trabajo Experimental

Sistemas Silvopastoriles para la Producción de carne (Cuba)

G. Martín, M. Milera, J. Iglesias, L. Simón e H. Hernández

Estación Experimental de Indio Hatuey. Universidad de Matanzas, Cuba.

<http://www.fao.org/3/a-x6366s/x6366s14.htm>

El objetivo de este trabajo es ofrecer información de los principales resultados alcanzados principalmente por la Estación Experimental e Pastos y Forraje "Indio Hatuey" y otras instituciones cubanas con el uso de los sistemas silvopastoriles y su extensión a las áreas ganaderas.

Evaluaciones del Germoplasma Forrajero Arbóreo

Evaluación Inicial en Arboreto

La Leucaena es el género que ha sido más estudiado de las plantas arbóreas que se emplean para la alimentación del ganado. En una colección de 109 accesiones la especie más representada fue la *L. leucocephala* (90), 8 accesiones de *L. macrophylla*, 5 de *L. diversifolia*, 2 de *L. lanceolata*, 2 de *L. shannonii*, una de *L. pulverulenta* y una de *L. grengyii*.

La evaluación inicial se realiza en colecciones por prospección de colecta nacional o foránea, en las que se evalúa el establecimiento, el rendimiento, las afectaciones por plagas y enfermedades, el valor nutritivo y la aceptabilidad como indicadores más importantes. Actualmente se encuentran en estudio 26 géneros que agrupan 60 especies y 21 accesiones (13 de *L. leucocephala*, 3 de *L. macrophylla* y 5 de *Morus alba*).

Las especies de más rápido establecimiento fueron: *L. leucocephala* (de la cual sobresalieron 8 accesiones), *Albizia lebeck*, *Albizia procera*, *Albizia kalkora*, *Bauhinia purpurea*, *Bauhinia* sp. y *Gliricidia sepium*.

Se destacaron *Albizia*, *Bauhinia*, *Leucaena* y *Morus* en los indicadores bromatológicos y productivos. En las investigaciones para determinar la acep-

tabilidad, las más consumidas en el período lluvioso fueron *L. leucocephala* CIAT-8069, CIAT-17480, CIAT-9421, Cunningham y A. lebeck (Toral et al. 1998).

Valor Nutritivo de Especies Promisorias

Hasta el presente se han hecho pruebas con carneros castrados en jaulas de metabolismo para la determinación de más de trece indicadores en 6 géneros de plantas leñosas (*Leucaena*, *Gliricidia*, *Albizia*, *Bauhinia*, *Morus* y *Malvaviscus*). Las especies más consumidas fueron Morera, *Bauhinia*, *Aralia* y *Leucaena*.

En el flujo de evaluación de plantas leñosas en la fase inicial con animales, se discriminan las accesiones menos consumidas y se seleccionan las más destacadas en un conjunto de indicadores. Después se les determina el valor nutritivo a estas plantas promisorias.

Uso del Follaje como Abono Verde

En un área establecida de *Panicum maximum* y *Bauhinia purpurea* se realizó un estudio durante 3 años para evaluar el efecto de cortar y aplicar el 50 y 100% del follaje de la leguminosa como abono al *Panicum*. Ambos tratamientos se compararon con un control en el que no se cortaron los árboles. Se determinaron los indicadores producción de biomasa, calidad del pasto y macrofauna presente en el suelo.

La poda y aplicación del 100% del follaje arbóreo produjo los mayores rendimientos de forraje de *Panicum*, un mayor nivel proteico y una cantidad total de individuos/m² (macrofauna). En todos los casos estudiados los indicadores medidos superaron los observados en esta gramínea sin la presencia de los árboles.

En cada año evaluado se registraron incrementos en el rendimiento de MS/ha/tratamiento (Hernández y Sánchez, 1998).

Producción de Semillas

En los estudios realizados acerca del comportamiento de la germinación y la viabilidad, se observó que las semillas de *L. leucocephala* cv. Cunningham pueden conservarse por más de 12 años almacenadas en cámara fría o en condiciones ambientales, ya que mantienen la viabilidad (González et al. 1998).

En otras evaluaciones durante el primer año de almacenamiento se observó que de tres especies estudiadas (*A. lebbeck*, *E. berteroana* y *G. sepium*) dos mostraron latencia, no así *G. sepium*.

Las investigaciones sobre distintos métodos de escarificación de las semillas de leguminosas forrajeras arbóreas (76 especies), demostraron que no en todos los casos el tratamiento -con agua caliente a 80°C durante dos minutos- fue el método más efectivo para romper la corteza dura de la semilla después de 6 y 12 meses de almacenada. Sin embargo, en semillas recién cosechadas de 6 especies perennes leñosas (*A. lebbeck*, *B. purpurea*, *B. variegata*, *A. saman*, *Cassia grandis* y *E. indica*) este tratamiento con agua caliente favoreció solo a *B. variegata* y *A. saman*.

En un estudio de la distancia entre plantas (1, 2, 3, 4, y 5 m) sembradas a 4 m entre hileras, la especie *A. lebbeck* mostró diferencias en el primer año a favor de la menor distancia. Sin embargo, en el tercer año se estabilizaron los rendimientos y se alcanzaron los mejores resultados con la mayor distancia (Matías y Ruz, 1996).

En este momento se encuentran en estudio cinco variedades de *Morus alba*: Indonesia, Criolla, Acorazonada, Tigreada y Cubana. Esta especie se propaga por esquejes o estacas y produjo entre 8 y 10 propágulos útiles/planta en el corte de establecimiento, por lo que cada hectárea genera semillas para plantar 8 ha.

Los esquejes deben tener una longitud de 20-40 cm y no menos de tres yemas, los cuales deben proceder de ramas lignificadas.

Sistemas de Corte y Pastoreo/Ramoneo

Para estudiar y evaluar el germoplasma forrajero arbóreo se han empleado dos formas: El forraje cortado (sistemas de corte y acarreo) y la inclusión de árboles en áreas con pasturas (Silvopastoreo).

Sistemas de Corte y Acarreo

El sistema de corte y acarreo se ha empleado con diferentes objetivos, uno de los cuales ha sido la alimentación del ganado y consiste en disponer de un área de forraje de arbóreas, que es cortada y trasladada para ofertarlo fresco, ensilado, en forma de harina como suplemento o formando parte de las raciones. También se emplean las cercas vivas con el mismo fin. Entre las especies más utilizadas se encuentran *L. leucocephala*, *G. sepium*, *A. lebbeck*, *Erythrina* sp. y *Morus alba*.

En Cuba, la EEPF "Indio Hatuey" ha realizado estudios con *L. leucocephala*, *A. lebbeck* y *Morus alba* para determinar el potencial de producción de biomasa, con vistas a definir la introducción de las mismas en estos sistemas.

Se pudo determinar que cuando la *L. leucocephala* fue podada al final del período seco (noviembre-diciembre), produjo más de 1 t de MS/ha en cortes efectuados entre marzo y mayo del año siguiente (Hernández, 1996).

Lo anterior permitió disponer de un forraje de alta calidad en los meses de mayor escasez de alimentos (período seco). Otro estudio realizado con esta planta en bancos de biomasa de alta densidad mostró rendimientos de 18,7 y 16,6 t de MS/ha/año en áreas regadas o no, respectivamente (Fernández et al. 1990).

Al evaluar tres alturas de poda (40, 100 y 150 cm) en *L. leucocephala* y *A. lebbeck*, los mayores rendimientos se obtuvieron en la altura de 150 cm (6.750 y 5.300 kg de MS/ha/dos cortes, respectivamente) (Geraldine et al. 1996).

En Cuba la evaluación de diferentes accesiones de Morera sin riego y con una aplicación de 40 t de cachaza/ha alcanzó un rendimiento promedio en el corte de establecimiento de 7 t de MS/ha (Martín et al. 1998). En las evaluaciones preliminares para la producción de forraje se alcanzaron rendi-

mientos promedio de 30 t de MS/ha/año.

Los resultados aquí mostrados permiten inferir que la suplementación con forrajes arbóreos de alta calidad no sólo incrementa la producción en nuestros países, sino que es una vía para intensificarla.

Uso Combinado de Arboles y Pastos

- Las prácticas más comunes en Cuba son:
- Introducir los árboles en las pasturas para proporcionar un alimento de mayor valor nutricional, sombra, reciclaje de nutrientes, etc. Estas se agrupan en: bancos de proteína y sistemas asociados.

Llevar los animales a las plantaciones frutales y forestales para utilizar todo estrato herbáceo y aprovechar las bondades de los árboles.

Sistemas que Emplean el Banco de Proteína

Es una técnica de utilización de las leguminosas que consiste en sembrar el 20-30 por ciento del área total en explotación de una alta población de leguminosas arbustivas y/o volubles, puras o asociadas a gramíneas, para emplearlas como suplemento proteico en los sistemas de pastoreo.

A continuación se exponen los principales resultados de producción de carne (crecimiento o desarrollo y engorde o ceba).

Sistemas con hembras en desarrollo

En sistemas con bancos de proteína y libre acceso de los animales (edad de 10 meses y peso no inferior a los 150 kg/animal), donde el 50% del cuartón era de Leucaena y la carga empleada fue de 4 cabeza/ha, los animales se incorporaron al plan de inseminación a los 19 meses de edad con un peso vivo de 324 kg y se obtuvo una ganancia acumulada de 0.634 kg/cabeza/día y un peso final de 368 kg (Ruiz et al, 1995).

En condiciones comerciales (suelos de mediana y baja productividad), al utilizar Andropogon gayanus CIAT-621 y un área de banco de proteína de *L. leucocephala* pastoreada en un sistema rotacional con carga de 2 animales/ha de la raza de Cebú, se alcanzó el peso de incorporación

(285,3 kg/cabeza) a los 22 meses. Además, en tres ciclos de manejo se obtuvo una edad promedio de incorporación de 25 meses. Sin embargo, en el sistema que empleaba la empresa con pasto natural ésta se lograba a los 36 meses.

Se ha observado que se obtienen mejores respuestas en las hembras en desarrollo cuando en áreas con banco de proteína se suplementa con 1 kg de concentrado (16% PB y 2.7 Mcal EM/kg MS) a los animales que alcanzan ganancias superiores a los 600 g/cabeza/día. Para obtener 0.500 kg diarios no es necesaria la suplementación (Ruiz et al. 1996).

En un sistema diversificado (producción de semillas y alimentación de vacas) se evaluaron dos ciclos de vacas mestizas (Holstein x Cebú) y Cebú hasta la incorporación a la reproducción. Las ganancias fueron de 0,436 y 0,510 kg/cabeza/día para cada raza respectivamente. La producción de semillas fue de 40 y 250 kg/ha para Panicum y *L. leucocephala*, respectivamente, sin la aplicación de riego sin fertilizantes.

Al estudiar dos sistemas (asociación de Panicum-Leucaena y 25% del área con banco de proteína de *L. leucocephala* + Panicum), en los cuales se utilizaron vaquillonas mestizas ($\frac{3}{4}$ Holstein x $\frac{1}{4}$ Cebú) de 12 meses de edad y un peso inicial de 100 kg, se observó la tendencia a un mayor peso vivo a la incorporación y una mayor ganancia para los animales de la asociación. Los valores fueron de 310 vs 292 kg/cabeza y 0,490 vs 0,450 kg/cabeza /día para cada sistema, respectivamente (Iglesias et al, 1994).

Cuando se evaluó la Albizia lebbeck en una asociación espontánea con pastos naturales, en la cual se emplearon vaquillonas Siboney (5/8 Holstein x 3/8 Cebú) que iniciaron la prueba con 100 kg de peso vivo manejadas en pastoreo rotacional (carga de 3 cabeza/ha), se observó que la asociación fue superior a un control que solo disponía de pasto natural. El peso vivo final (335 vs 308 kg), la ganancia acumulada (0.397 vs 0.296 kg) y la edad para el servicio (5 meses antes que en el control) fueron el efecto de ramoneo en el consumo de MS y de PB de la Albizia con respecto al control (Simón et al. 1995).

Sistemas de engorde

El empleo de un sistema con banco de proteína de *L. leucocephala* y manejo rota-

cional, que además tenía en el estrato herbáceo una mezcla múltiple de leguminosas adventicias (Neonotonia, Macroptilium, Teramnus e Indigofera), permitió una ganancia en machos de la raza Cebú de 0.715 kg/cabeza/día y un incremento en la producción de carne/ha del 51% con relación a un control con pasto nativo.

En condiciones de sequía extrema (241 mm de precipitación en el período octubre-abril) este sistema silvopastoril logró una ganancia individual promedio anual de 0.400 kg/día. Cuando se utilizó dicho sistema en el engorde (ceba) final de toros Cebú las ganancias fueron superiores en un 73% a las obtenidas con pasto natural solo. Además, no difirieron de las de un sistema que empleó la suplementación con miel-urea (1,5 kg) y harina de soya (0.200 kg/cabeza/día) en el 50% del período poco lluvioso (Hernández et al. 1986).

La utilización de tres sistemas: Panicum maximum cv. Likoni asociado a L. leucocephala; banco de proteína (25% del área con L. leucocephala; y la aplicación de 80 kg de N/ha/año en la gramínea, produjo ganancias promedio acumuladas al finalizar la ceba de 0.623, 0.530 y 0.538 kg/cabeza/día -respectivamente-, en toros de la raza Cebú. El área asociada resultó significativamente superior ($P < 0,05$), tanto en la ceba final como en el acumulado.

Cuando se utilizó un sistema de banco de proteína de L. leucocephala con Andropogon gayanus CIAT-621, en suelos de baja productividad y con cargas entre 1,7 y 2 toros Cebú/ha, se alcanzaron ganancias acumuladas promedio de 0.487 kg/cabeza/día y un peso al sacrificio de 448 kg a los 29 meses de edad. En contraste, en el sistema tradicional se lograba el peso al sacrificio (460 kg) a los 60 meses.

Al estudiar la suplementación con caña molida fresca que contenía un 1% de urea en machos bovinos (3/4 Cebú x 1/4 Holstein) mediante dos sistemas (30% y 100% de Leucaena asociada a pastos naturales), comparados con un control sin árboles en el potrero, se observó una producción de carne de 394 y 442 vs 310 kg/ha/año para los tratamientos y el control, respectivamente, reflejándose superioridad para el sistema asociado (Castillo et al. 1998).

Conclusiones

La evaluación realizada en el germoplasma arbóreo forrajero naturalizado e introducido ha permitido seleccionar las especies más promisorias para ser utilizadas en sistemas silvopastoriles.

El uso de sistemas silvopastoriles en la ceba de ganado permite obtener ganancias promedio diarias por animal entre 0.400 y 0.600 kg y se incorpora la hembra a la reproducción entre los 23 y 25 meses.

III° Trabajo Experimental

Sistemas de pastoreo de árboles asociados con gramíneas en toda el área para la ceba de animales vacunos de diferentes razas (Cuba)

Hernández, Milagros Milera, L. Simón, D. Hernández, J. Iglesias, L. Lamela, Odalys Toral, C. Matías y Geraldine Francisco

Estación Experimental de Pastos y Forrajes de Indio Hatuey. Perico. Matanzas, Cuba.
<http://www.fao.org/livestock/agap/frg/agrofor1/HERNAND4.HTM>

En un área establecida de *Panicum maximum* cv. Likoni, *Brachiaria* spp y pastos naturales, bajo monte de *Leucaena leucocephala* con una densidad de 555 árboles/ha, sin riego ni fertilización química, se estudió durante 18 meses el comportamiento productivo de 40 toros, divididos en 2 grupos, 20 correspondieron a la raza Siboney (5/8 Holstein x 3/8 Cebú) y 20 toros de la raza Cebú puros. Ambos grupos rotaron en cinco potreros donde se manejaron en igualdad de condiciones.

Se empleó una carga animal variable, al inicio del ensayo la carga fue de 0,9 cabezas/ha y al finalizar el estudio alcanzó 2,9 cabezas/ha. En la primera parte de la ceba (engorde) los toros Cebú tuvieron mayores ganancias de peso. Sin embargo, considerando todo el período de engorde no se observaron diferencias. El peso vivo final, promedio de ambos grupos 413,7±30 kg/cabeza.

En otro estudio se evaluó el comportamiento bajo pastoreo de 4 tratamientos o sistemas, con y sin árboles:

- a) T1: *Leucaena leucocephala* asociada con *Panicum maximum* cv. Likoni (guinea)
- b) T2: *Bahinia purpurea* asociada con *Panicum maximum* cv. Likoni (guinea)
- c) T3: *Albizia lebeck* asociada con *Panicum maximum* cv. Likoni (guinea)
- d) T4: *Panicum maximum* cv. Likoni (guinea) solo (testigo).

La siembra se realizó en surcos, a razón de 6 hileras con la gramínea (guinea) y uno con las leguminosas árboles citadas, quedando aproxima-

damente 4 metros entre las hileras de los árboles y la distancia dentro de cada surco fue de 65 cm. Cada sistema o tratamiento de 2 hectáreas fue dividido en 6 parcelas para el manejo del pastoreo.

Se emplearon 24 animales de la raza cebú (226 kg de PV inicial) de 18±5 meses de edad. En cada tratamiento o sistema se ubicaron 6 animales, resultando una carga animal de 3 cabezas/hectárea. El agua y sales minerales estuvieron a voluntad. No se utilizaron concentrados ni riego ni fertilización.

Las mediciones efectuadas fueron:

- a) variación de la composición botánica del estrato herbáceo,
- b) disponibilidad de forraje en el estrato arbóreo y en el estrato herbáceo,
- c) número de árboles,
- d) composición química de los forrajes en estudio y
- e) ganancias brutas y acumuladas de los animales.

Al inicio de la evaluación el número de árboles varió entre 1.400 a 1.600 árboles/sistema (700- 800 árboles/ha) y se logró aproximadamente un 70% del área cubierta con guinea en la mayoría de los sistemas.

Los resultados indican que la guinea "pura o monocultivo" (*Panicum maximum* cv. Likoni) en el sistema control presentó una reducción en su composición botánica llegando a 58% al final del ensayo. Mientras que en el sistema *Leucaena*-guinea se mantuvo casi estable su composición botánica con un 69% del área cubierta, en el sistema con *Bahinia*-guinea se redujo el área de la guinea

(45%) debido al desarrollo esponáneo en forma natural del pasto estrella (*Cynodon spp.*).

Entre los resultados más importantes se destacan:

1.- Se observó un importante incremento de los contenidos de proteína bruta en la guinea cuando estuvo asociada con árboles. Los valores variaron del 18.2, 16.5, 13.8 y 10.1% PB, para las asociaciones de *Leucaena*-guinea *Bahuinia*-guinea, *Albizia*-guinea y guinea sola o monocultivo, respectivamente.

2.- El número de árboles al final de la evaluación fue de 1.850, 1.384 y 1.135 para T1, T3 y T2, respectivamente. En el sistema o tratamiento 2 de *Bahuinia*-guinea se observó una importante disminución del número de árboles.

3.- Las ganancias diarias de peso (promedio) fueron: 0.788, 0.757, 0.729 y 0.541 kg/cabeza/día para T1, T2, T3 y T4, respectivamente.

4.- En el sistema de *Leucaena*-guinea los animales tuvieron un peso final promedio de 424 kg/cabeza y la producción de carne fue de 197.1 kg de peso/ha.

IV° Trabajo Experimental

La *Acacia decurrens* Will fuente potencial de biomasa nutritiva para la ganadería del trópico de altura (Colombia)

J Quiceno A y M Medina S*

Programa de nutrición y fisiología animal, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA. Montería, Colombia
jquicenopastos@hotmail.com.co

**Grupo GRICA, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia A.A 1226, Medellín*
solmedina@agronica.udea.edu.co

El sistema ganadero extensivo predominante en Colombia, afecta altamente el suelo y en muchos de los casos lo ha agotado totalmente. Grandes áreas boscosas, por deforestación, destrucción y transformación de los sistemas naturales son hoy pastizales homogéneos de baja diversidad biológica. En el año 2000, la ganadería aportó 4.59% del PIB, valor que posiblemente no compense el daño causado por la explotación de los recursos naturales durante años (Laguado 2003).

El Eje Cafetero, situado en la Zona Andina, tiene un alto grado de deforestación provocado, entre otras cosas, por la ocupación "sin controles" de sistemas productivos con bovinos. Estos sistemas, por prácticas inapropiadas de manejo, afectaron las unidades agroecológicas causando impactos desfavorables sobre los recursos hídricos, el suelo y la biodiversidad (Gómez et al. 2000). La región presenta un marcado déficit de producción de leche y carne que no alcanza a cubrir la demanda creciente de la pobla-

ción, lo que pone en riesgo la seguridad alimentaria.

En condiciones de pastoreo, la ganadería de ladera del trópico frío en el Eje Cafetero, se encuentra sometida a una oferta restringida de forrajes, especialmente de aquellos que son fuente de proteína. Poco se conoce sobre el aporte de especies arbustivas o arbóreas, con excepción de trabajos en los cuales se reemplazó concentrado por follaje de *Acacia decurrens* (Giraldo y Bolívar 2004).

La *Acacia decurrens* en silvopastoreo

En zonas de alta montaña (> 2000 m snm) la asociación Aliso (*Alnus acuminata*) y *Acacia decurrens* en potreros funciona bien (Murguieitio e Ibrahim 2001).

En relación con la calidad del follaje de *Acacia* en Nariño, Medrano (1999) reportó los siguientes indicadores: MS 35 %, PB 17.8%, FDN

39.2%, FDA 30.6%, celulosa 22%, hemicelulosa 8.6%, lignina 8.6%, calcio 0.74%, fósforo 0.24% y magnesio 0.13%.

Cuando la Acacia se establece en un sistema silvopastoril multipropósito, dos de las prácticas más importantes corresponden a la altura de poda para promover ramificaciones en la parte baja del tallo y la defoliación periódica, para obtener biomasa comestible. La Acacia comparte con las gramíneas el mismo terreno influyendo sobre la habilidad competitiva y la persistencia de las especies deseables (Clavero 1996).

En relación con la defoliación, la planta requiere tiempo para el rebrote de las hojas, por esta razón, se recomienda, dejar área foliar remanente luego de la defoliación, previniendo el gasto total de la reserva orgánica responsable del rebrote. En el caso de defoliaciones sucesivas, el intervalo entre ciclos de uso debe alargarse para que la planta restituya las reservas (Giraldo 2000).

Un arreglo silvopastoril multipropósito establecido en la zona climática fría, incluyó la Acacia decurrens, como especie potencial para ramoneo, además de *Alnus acuminata*, el *Pinus patula* y el *Eucaliptus grandis* (Quiceno et al 2003), ubicado en potreros de tal manera que uniera bosques para darles continuidad como corredor biológico (Rosalles et al 1998). El presente artículo hace referencia a la respuesta de la Acacia en el arreglo, a algunas prácticas agronómicas y culturales.

Materiales y métodos

Localización

El estudio se realizó en un potrero de 13.200 m², a 75° 24' 37" longitud oeste y 5° 2' 49" latitud norte, a 2.600 m snm y 16°C (temperatura media), en la finca La Cascada, ubicada en la Vereda Maltería, cuenca hidrográfica del Río Chinchiná, Municipio de Manizales, Colombia.

El tamaño de la parcela experimental fue 3.300m². En el establecimiento de las Acacias, se utilizaron dos distancias entre surcos y entre plantas así: 11 x 0.55 para la densidad de 1.664 plantas/ha y 8 x 1.5 para 832 plantas/ha. La siembra se realizó con plántulas producidas en vivero, estable-

ciendo surcos paralelos a través de la pendiente en un arreglo silvopastoril multipropósito (Ríos et al 2003), en el cual los arbustos fueron sembrados a corta distancia, formando barreras vivas dentro del potrero, buscando entre otros efectos disminuir la escorrentía al cortar la pendiente.

Diseño experimental

Se aplicó un arreglo factorial 2 x 4, en bloques aleatorizados con dos repeticiones por tratamiento. Los factores estudiados fueron:

- a) Densidades (1.664 plantas /ha –alta- y 832 plantas/ha –baja-),
- b) Epocas de inicio de defoliación (10 meses o temprana y 15 meses o tardía),
- c) Alturas de poda (1.0m y 1.8m)
- d) Frecuencias de defoliación (60 días y 90 días).

Las variables evaluadas fueron:

- a) Producción de biomasa verde seca,
- b) Producción de proteína (kg/ha/año),
- c) Altura a la primera ramificación (cm),
- d) Número de ramificaciones
- e) Diámetro del tallo (mm).

Una vez las Acacias alcanzaron entre 10 a 15 meses del transplante, se obtuvieron por azar 10 plantas de muestreo para cada tratamiento, las cuales fueron identificadas con placas metálicas.

La defoliación inicial y secuencial cada 60 o 90 días, se hizo manualmente, simulando el ramoneo. El follaje obtenido se pesó en verde y en seco. La altura a la primera ramificación se obtuvo midiendo sobre el tallo, la distancia entre el suelo y la ramificación. Las Acacias fueron podadas a 1.0 y 1.8m, cuando sobrepasaron la altura requerida en el tratamiento. Además, también fueron podados los puntos de crecimiento laterales, para estimular el rebrote de ramas en la parte inferior del tallo. Las ramificaciones fueron contadas directamente. El diámetro del tallo se midió a 10 cm del suelo sobre el fuste utilizando un nonio digital.

Las muestras para proteína, fibra detergente neutra, taninos y digestibilidad in vitro, fueron analizadas en el laboratorio de bromatología del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Palmira, Colombia.

El análisis de la información se realizó con SAS/STAT. 2005 para todas las variables del arreglo factorial y límites de confianza al 95%, a aquellas que resultaron importantes se les hizo la prueba de Duncan al 5%.

Resultados

Altura y diámetro del tallo (antes del inicio de las defoliaciones)

Las Acacias en la densidad alta alcanzaron la mayor altura a las 2 edades de inicio de defoliación. La tasa de crecimiento a los 10 meses fue 0.62 y 0.55 cm/día, para las densidades 1.664 y 832 plantas/ha respectivamente; mientras que a los 15 meses fue 0.60 y 0.54 cm/día para iguales densidades. El diámetro del tallo alcanzado a los 10 meses fue 20.03 y 18.17mm para alta y baja densidad, mientras que a los 15 meses fue de 29.9 y 25.9 mm para las mismas densidades respectivamente.

Altura de la ramificación (al inicio de las defoliaciones)

La primera ramificación en las Acacias defoliadas a partir de 10 meses, fue más baja, 29.7cm ($P < 0.01$), que las defoliadas a partir de 15 meses, 34 cm. La densidad con 1.664 plantas/ha, presentó la primera rama a 29.6cm, ($P < 0.01$), más baja que 33.2cm, de la densidad con 832 plantas/ha. Cuando se realizó la poda a 1.0m, la primera ramificación se presentó a 29.7 cm, ($P < 0.01$), más baja que 33.2 cm, cuando se podaron a 1.8 m.

Número de ramas

La densidad con 1.664 plantas/ha, presentó el mayor número de ramas, 19.7 ($P < 0.01$), que las obtenidas en la densidad con 832 plantas/ha, 18.3. También, las plantas podadas a 1.8 m obtuvieron mayor número de ramas ($P < 0.01$) que las podadas a 1m.

Diámetro del tallo

Cuando se empezó la defoliación a los 10 meses, el diámetro del tallo alcanzó 18.1 mm ($P < 0.01$), más delgado, que el alcanzado cuando se inició a los 15 meses, 26.9 mm.

La poda a 1.0 m presentó menor diámetro

($P < 0.01$) que el obtenido cuando se podó a 1.8 m.

Follaje verde

La mayor cantidad de biomasa se obtuvo cuando la defoliación se inició a los 15 meses, 1.147 kg MV/ha/año, ($P < 0.01$), superior a la alcanzada iniciando a los 10 meses, 818 kg MV/ha/año.

La densidad de 1.664 plantas/ha, produjo 1.329 kg MV/ha/año, ($P < 0.01$), superior a 572 kg MV/ha/año producido en la densidad con 832 plantas/ha. Igualmente, fue mayor la producción con las plantas podadas a 1.8 m (1.202 kg MV/ha/año) ($P < 0.01$), que la producida con las podadas a 1.0 m de 699 kg MV/ha/año.

Materia seca

Las plantas con defoliación iniciada a los 15 meses, produjeron 422 kg MS/ha/año ($P < 0.01$), cantidad superior a la obtenida con el inicio a los 10 meses 295 kg MS/ha/año. Con 1.664 plantas/ha fue superior la producción que con la baja densidad. Las acacias podadas a 1.8 m, produjeron 437 kg MS/ha/año, ($P < 0.01$), superior a 253 kg MS/ha/año, obtenida con la poda a 1.0m.

Proteína bruta

Las Acacias con inicio de defoliación a los 15 meses, produjeron 86.6 kg PB/ha/año, ($P < 0.01$), superior a 65.6 kg PB/ha/año obtenida con inicio de defoliación a los 10 meses. Además, la Acacia produjo, cuando se podó a 1.8 m, 94 kg PB/ha/año, ($P < 0.001$), superior a 55 kg PB/ha/año cuando se podó a 1.0 m. Finalmente, la alta densidad de siembra produjo 128 % más proteína que la baja densidad.

Interacciones significativas

La densidad de 1.664 plantas/ha presentó el mayor número de ramas ($P < 0.01$) tanto con el inicio de defoliación a los 10 meses, como a los 15 meses. Los tallos de las Acacias que iniciaron las defoliaciones a los 10 meses fueron más delgados, 20.7 y 23.8 mm, para 60 y 90 días de frecuencia de defoliación, respectivamente, ($P < 0.01$), que cuando se iniciaron a los 15 meses, respectivamente.

Cuando la defoliación se inició a los 10 meses, los tallos podados a 1m y 1.8 m fueron más delgados, variando entre 18.5 y 24.7 mm de diámetros, respectivamente ($P<0.05$), que cuando el inicio fue a los 15 meses.

La producción de follaje verde fue mayor cuando se inició la defoliación a los 15 meses, 1.630 y 666 kg MS/ha/año para 1.664 y 832 plantas/ha respectivamente ($P<0.01$), que cuando se inició a los 10 meses.

La MS y la PB presentaron diferencias en su producción, en la interacción múltiple edad de inicio de la defoliación, por la densidad, por la frecuencia, y por la altura de poda ($P<0.05$) y ($P<0.01$), respectivamente. Los rendimientos en general fueron mayores cuando las defoliaciones se iniciaron a los 15 meses, en la densidad de 1.664 plantas/ha, con la frecuencia de cosecha de 60 días, con la mayor altura de poda 1.8m

Algunos resultados adicionales de la Acacia: FDN 69.2%, taninos condensados solubles 11.1%, taninos insolubles 7.9% y digestibilidad in vitro de la materia seca 38.3%.

Discusión

La tasa de crecimiento a los 10 meses y 15 meses para las densidades 1.664 y 832 plantas/ha respectivamente, fue inferior a la hallada por Giraldo y Bolívar (2004), en un estudio preliminar, en el que demostraron el potencial de la Acacia decurrens para establecer sistemas agroforestales en clima frío, encontrando un crecimiento acelerado de 0,76 cm/día en un periodo de 14 meses, además de 97% de supervivencia después de cinco meses de transplante.

Las Acacias a los 10 meses de transplantadas al potrero, en las densidades alta y baja, alcanzaron alturas superiores a las encontradas por Ríos et al (2003) de 136.3 y 136.6cm, obtenidas a la edad de 10.8 meses podadas a 1.5 m para densidades similares en el Eje cafetero.

La altura de las ramas de la Acacia decurrens o de cualquier otra arbustiva destinada a la alimentación animal, adquiere importancia cuando posterior a la poda y defoliación, los rebrotes se presentan más bajos, siendo el objetivo obtener más follaje y en

lo posible facilitar la cosecha directa por el animal.

Las ramas más bajas se produjeron con la poda a menor altura, esta altura de poda estimuló la producción de rebrotes en la parte inferior del tallo. La densidad alta también produjo ramas más bajas, es posible que en las Acacias establecidas a corta distancia, estas ramas se conserven por más tiempo en actividad fotosintética. Finalmente, la defoliación temprana, también produjo ramas más bajas. El crecimiento libre de las Acacias produce ramas más altas, mientras que cuando se poda y se defolia, por la alteración fisiológica sufrida se obliga a la planta a respuestas tales como rebrotes en la parte inferior del tallo.

El mayor número de ramas se produjo en la densidad alta, superando en 7.1%, a la densidad baja. Así pues la densidad alta, produjo las ramificaciones más bajas, además del mayor número de ramas, lo cual confirmó la producción de rebrotes en la parte inferior del tallo. Igualmente, se presentó mayor número de ramas en las plantas podadas más alto.

Una característica deseable en la Acacia decurrens es la persistencia de tallos delgados y flexibles, los cuales facilitarían el consumo y el desplazamiento del animal.

Los tallos en las Acacias con inicio de defoliación a los 10 meses, fueron 8.7 mm más delgados que las Acacias iniciadas a defoliar a los 15 meses, pero mucho más gruesos que los obtenidos por Ríos et al (2003) 12.8mm y 12.6mm para densidades alta y baja respectivamente con inicio de defoliación a 10.8 meses, lo cual puede explicarse por la condición de fertilidad diferente encontrada en los suelos.

El tallo se conservó delgado y flexible cuando las defoliaciones y podas se iniciaron a temprana edad, 10 meses en este trabajo, pero es ideal el inicio más temprano de la defoliación, con ello se mantienen condiciones favorables. Las Acacias con edades diferentes mantuvieron la diferencia en el diámetro del tallo hasta el final de la toma de información. Igualmente, se produjeron tallos más delgados con la poda baja con diferencia de 4.4 mm sobre la poda alta.

La mayor cantidad de follaje se obtuvo con el inicio de defoliación tardía, la cual produjo 28.6% más que el inicio temprano, con la densidad alta que

alcanzó 43.1% más que la baja y con plantas podadas a mayor altura que produjeron 41.8% más que las podadas a menor altura. Aunque se produce menos follaje por área año con el inicio de las defoliaciones a edad temprana, este rendimiento puede ser compensado con el establecimiento de densidades más altas y haciendo las podas a alturas intermedias entre 1 y 1.8 m, con lo cual se obtienen otros beneficios tales como: ramificaciones abundantes y tallos delgados y flexibles. La producción de follaje por las Acacias en este trabajo, fueron superiores a las alcanzadas con podas a 1.5 m en densidades similares en la misma zona por Ríos et al (2003).

La producción de biomasa comestible de alta calidad, obtenida para la Acacia a los 10 meses fue de 0.798 y 0.687 kg MS/árbol para alta y baja densidad, valores similares a los reportados por Giraldo y Bolívar (2004) de 784 g/árbol para cortes a 12 meses.

El porcentaje de materia seca en promedio encontrada en la Acacia con intervalos de defoliación cada 60 y 90 días fue 38%, la cual difiere de la obtenida en Nariño por Medrano (1999) de 35% en follaje de un cultivo sin edad definida y por Giraldo (2000) en Antioquia 48.7% en árboles adultos. La MS total por hectárea en la defoliación tardía, fue 30% superior a la temprana, mientras que la densidad alta fue 57% superior a la baja y la poda más alta 42% superior a la poda a 1m.

La PB por hectárea fue en la defoliación tardía, 24.2% más que en la defoliación temprana y en la densidad alta, 56% más que la densidad baja. La cantidad de proteína obtenida con las densidades 1.664 y 832 plantas/ha, superaron ampliamente los promedios de 33.2 y 15.7kg PB/ha/año para densidades similares en el Eje cafetero (Ríos et al. 2003).

La Acacia podada a 1.8 m, produjo 42% más proteína que la podada a 1 m, estos valores en ambas podas son superiores a los obtenidos por Ríos et al (2003), cuando se cosecharon plantas podadas a una altura de 1.5 m en el Eje cafetero. La producción de proteína por área año de la Acacia, no fue afectada por la frecuencia de defoliación (60 o 90 días), lo cual permite mantener flexibilidad para la programación de la cosecha.

Los niveles de PB en las Acacias defoliadas con intervalos de 60 días, fue en promedio $21.4 \pm 1.3\%$, mientras que en las defoliadas cada 90 días fue $21.5 \pm 1.5\%$, valores superiores a 17.8% reportados en Nariño por Medrano (1999) y $15.8 \pm 1.53\%$, en Antioquia por Giraldo 2000. A pesar de las diferencias entre los autores, los valores superan la mayoría de gramíneas manejadas sin fertilización en el trópico de altura, lo cual le concede a la Acacia decurrens un alto valor como forraje para rumiantes.

Conclusiones

- La densidad alta, produjo 7% más ramas que la densidad baja. También, las plantas podadas más alto presentaron un mayor número de ramas.
- Los tallos en las Acacias iniciadas a defoliar a los 10 meses, fueron 8.7 mm más delgados que en las plantas que iniciaron defoliación a los 15 meses. También la altura de poda a 1m produjo tallos más delgados.
- La densidad alta produjo 43% más follaje que la baja. Igualmente las plantas podadas a 1.8m produjeron 42% más follaje que las podadas a 1m.
- La producción de proteína bruta/ha/año de la Acacia, no fue afectada por la frecuencia de defoliación (60 o 90 días), lo cual permite mantener flexibilidad para la programación del pastoreo. La densidad más alta, produjo 56% más proteína que la densidad baja.
- La densidad de siembra, fue el indicador que más incidió en las variables de respuesta: tasa de crecimiento, diámetro del tallo, ramificación más baja, mayor número de ramas y mayor producción de follaje, materia seca y proteína bruta.
- La Acacia decurrens respondió favorablemente a los efectos de la densidad, defoliación y poda con buena producción de follaje de calidad que permiten ratificar sus bondades para utilizarla como especie para consumo animal en sistemas silvopastoriles de clima frío en el trópico. Trabajos en los cuales los animales consuman directamente el follaje de acacia, aún no se tienen, pero los anteriores muestran el potencial de esta especie en el desarrollo de sistemas silvopastoriles.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a Maria Eugenia Zuluaga Vallejo por su apoyo incondicional, al Doctor Hernán López Rubio, quien

desinteresadamente facilitó su finca para la realización del trabajo. Igualmente a los Doctores Fernando Gómez G. y Walter Ríos G. por sus concejos y finalmente a todos los colaboradores y compañeros de CORPOICA Sede Manizales.

V° Trabajo experimental

Engorde a corral de vaquillonas británicas con ramas de *Eucaliptus viminalis*, henos (mijo y centeneo), grano de maíz y harina de girasol (Argentina)

A. E. Fernández Mayer¹, S. Lagrange¹, Andrea Bolletta¹, R. J. Stuart², Bertha Chongo² y P. C. Martín²

1.- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Ruta Pcial. 76 km. 36.5 (8187) Bordenave. Buenos Aires, Argentina

2.- Instituto de Ciencia Animal. Apartado Postal 24 San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

La importancia de los árboles forrajeros ha crecido en las últimas décadas en los países del trópico debido a la escasez y altos precios de los cereales y alimentos proteicos en el mercado internacional.

Además, es necesario diseñar sistemas productivos armónicos con el ambiente y aprovechar recursos alimenticios disponibles localmente, en aras de una ganadería sostenible (Palma, 2005 y Da Veiga y Da Veiga, 2008).

Por ello, es necesario encontrar estrategias que permitan una mejor transformación en producción de carne de ciertos árboles, como el *Eucaliptus*. Estos forrajes fibrosos “no tradicionales” se caracterizan, en general, por tener de medianos a altos niveles de fibra (FDN y FDA), muy lignificados, con niveles variables de proteína y digestibilidad (Laborde et al. 2005).

En este trabajo se evaluó el empleo de “ramas de *Eucaliptus* frescas” (RE) (recién cortadas de la planta), que representa un recurso disponible en la mayoría de los establecimientos, al menos en la República Argentina. Además, se adicionó grano de maíz y harina de girasol pelleteada.

El objetivo de este ensayo fue evaluar la respuesta productiva y económica de vaquillonas

Angus en crecimiento, encerradas en un corral, consumiendo diferentes proporciones de ramas de *eucaliptus* frescas junto a un concentrado energético-proteico.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en Bordenave (Buenos Aires). Este trabajo estuvo compuesto por 2 etapas: 1° etapa (Verano) tuvo una duración de 61 días (07/11/07 al 07/01/08) y 2° etapa (Invierno) tuvo una duración de 62 días (01/07/08 al 01/09/08).

En la 1° etapa del ensayo (verano) se registraron 83 mm de lluvia y las temperaturas media y máxima fueron 28 y 40°C, respectivamente. Mientras que en la 2° etapa (invierno) la lluvia caída fue de 36.5 mm y las temperaturas media y mínima fueron de 12 y -8°C, respectivamente, registrándose 85 heladas (<0°C).

Se definieron 3 Tratamientos:

- T1: Henos de gramíneas (a voluntad) + Concentrado Base. (Dieta control).
- T2: RE (a voluntad) + henos + Concentrado Base
- T3 : RE (a voluntad) + Concentrado Base

Se utilizaron 12 vaquillonas Angus de 265 ± 45 y 206 ± 75 kg PV para la 1° y 2° etapas, respectivamente, distribuidos 4 animales por tratamiento (2 x repetición). Los animales se alojaron 2 vaquillonas por corral (repetición), es decir, en total se utilizaron 6 corrales, en cada etapa.

Las ramas de Eucaliptus consumidas tenían un diámetro, medio, a la base y al ápice de $20,8 \pm 2,8$ y $5,3 \pm 1,6$ mm, respectivamente. Debido a que las hojas se secaban muy rápidamente por efectos del sol las ramas se cortaron 2 veces por día (mañana y tarde). Además, se usó ramas con más de 6 meses de madurez para que contengan una menor concentración de eucaliptol.

El concentrado base fue similar para los 3 tratamientos y constante a lo largo de cada etapa del ensayo, compuesto por 1.6 kg MS grano de maíz (seco y molido)/cabeza/día + 0,900 kg MS harina de girasol pelleteada/ cabeza/día. En el T1 se suministraron a voluntad el heno de centeno (*Secale cereale*) (HC) o de mijo (*Panicum millaceum*) (HM), en la 1° y 2° etapa, respectivamente. Mientras que en el T2 se fijó la cantidad de heno a suministrar en 3 kg MS (HC o HM)/cabeza/día que se entregó junto a RE (a voluntad). Finalmente, el T3 estuvo compuesto por RE (a voluntad) junto con el concentrado base.

El consumo de MS se determinó por diferencia entre oferta y remanente en los comederos 3 veces por semana durante cada etapa, pesando el material con una balanza electrónica (True Test), con excepción del concentrado base cuya cantidad permaneció inalterable en ambas etapas.

Las ganancias diarias de peso (GDP) se midieron a través de pesadas periódicas, con básculas mecánicas, cada 15 días. Los animales fueron pesados sin ayuno previo. El horario de las pesadas se mantuvo constante. La eficiencia de conversión se calculó como el cociente entre el consumo diario de MS y la ganancia diaria de peso media, expresados en kg de alimentos/kg producido.

Las ramas de Eucaliptus se extrajeron del monte que se encuentra en la Estación Experimental de INTA Bordenave. Los henos de mijo y de centeno, obtenidos en el mismo INTA, fueron cortados y henuficados en estado de grano pastoso a duro.

Los diferentes alimentos se suministraron siguiendo el siguiente esquema:

1. A la mañana (8:30 a 9:00 hs) se colocó, en los comederos, el concentrado base (1.6 kg MS grano de maíz/cab./día + 0,900 kg MS harina de girasol/cab./día) cuya cantidad fue invariable en todos los tratamientos y en ambas etapas del ensayo.
2. Posteriormente, en los mismos comederos, se puso el HC o HM (1° y 2° etapa, respectivamente), a voluntad en el T1 y 3 kg MS/cab./día en el T2.
3. Las RE recién cortadas se suministraron frescas, a voluntad (T2 y T3), 2 veces por día (a las $\pm 9:30$ y $\pm 15:30$ hs).

Los análisis bromatológicos de todas las muestras se realizaron en el laboratorio de INTA Bordenave, según las siguientes técnicas: Materia seca (AOAC, 1995), Proteína bruta o cruda (N total x 6.25) (AOAC, 1995), Digestibilidad de la materia seca (Tilley y Terry Modificado. Método de acidificación directa), FDN: Van Soest, 1994 (con equipo ANKOM) y Lignina en Detergente Ácido (LDA) de Goering and Van Soest (1970).

Los costos directos del grano de maíz, harina de girasol y heno de mijo o centeno fueron de 130.00, 150.00, 47.62 u\$/t, respectivamente. Mientras que las ramas de eucaliptus tuvieron un costo de 0.03 u\$/kg de MS (costo por el traslado del material) y el personal de 5.0 u\$/cab.

El Diseño experimental fue un Diseño Completamente Aleatorizado. El análisis de los datos se realizó mediante un ANOVA. Las medias se compararon con el test de Duncan al 5%. Y se empleó el SAS (2005) para analizar estadísticamente los datos. Se consideró como la Unidad experimental al corral, compuesto por 2 animales/corral.

Resultados

En el Cuadro 86, se presentan los resultados de los análisis químicos de los alimentos empleados en este trabajo. De todos los parámetros químicos, la lignina fue la que mostró valores más altos (14.01 y 10.38 %, respectivamente). Mientras que los valores del resto de los parámetros fueron consistentes con otras especies arbóreas (Da Veiga y Da Veiga, 2008).

Cuadro 86: Análisis químicos de los alimentos empleados

Alimentos	MS(%)	PB(%)	DIVMS (%)	EM (Mcal kg/MS)	FDN (%)	FDA (%)	Lignina
Ramas de Eucaliptus (1° etapa)	57.95	10.38	10.38	1.59	41.71	31.11	14.01
Ramas de Eucaliptus (2° etapa)	62.15	8.17	8.17	1.54	49.60	32.72	10.38
Heno de centeno (HC) (grano pastoso-duro)(1° etapa)	87.25	8.44	8.44	2.04	72.87	45.09	6.70
Heno de mijo (HM) (grano pastoso-duro)(2° etapa)	88.8	8.65	8.65	1.99	72.01	43.13	5.19
Grano de maíz ¹	89.32	8.88	8.88	3.39	16.65		-
Harina de girasol ¹	91.00	32.00	32.00	2.52	22.30		-

1) Grano de maíz y harina de girasol fue la misma calidad para ambas etapas.

En tanto, en los Cuadro 87 y 88 se presentan los consumos (kg MS/cab./día y % del PV) de ambas etapas, respectivamente. Mientras que en el Cuadro 89 se describen los consumos totales de MS y la eficiencia de conversión, respectivamente. En este trabajo se observó un incremento de los consumos (medidos en % del peso vivo), en todos los tratamientos, durante el invierno (2° eta-

pa) respecto al verano (1° etapa), comportamiento influenciado por el estrés calórico que los animales sufren durante esa estación climática afectando, significativamente, el consumo de MS (Flamenbaum, 2009). Asimismo, se observó una reducción en el consumo total de la dieta a medida que se incrementó el consumo de ramas de Eucaliptus, afectando obviamente la eficiencia de conversión.

Cuadro 87: Consumos medios de MS de los alimentos utilizados en la 1° etapa (verano) (kg MS cabeza-1 día-1 y % del peso vivo)

Alimentos	T1	T2	T3	EE	p=
Ramas de Eucaliptus	0	2.28	3.89	1.48	0.387
Heno de centeno	5.48	2.82	0	2.91	0.010
Grano de maíz	1.6	1.6	1.6	0.0	0.0
Harina de girasol	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0
Consumo total	7.98a (2.69%)	7.60b (2.59%)	6.39c (2.30%)	0.056	0.001

EE = Error estándar de la media. Letras distintas en la misma fila difieren ($p < 0,05$).

Cuadro 88: Consumos medios de MS de los alimentos utilizados en la 2° etapa (invierno) (kg MS cabeza-1 día-1 y % del peso vivo)

Alimentos	T1	T2	T3	EE	p=
Ramas de Eucaliptus	0	2.28	3.89	1.48	0.387
Heno de mijo	4.46	2.12	0	2.91	0.010
Grano de maíz	1.6	1.6	1.6	0.0	0.0
Harina de girasol	0.9	0.9	0.9	0.0	0.0
Consumo total	6.96 ^a (2.95%)	6.90 ^a (3.13%)	6.75 ^b (2.96%)	0.056	0.001

EE = Error estándar de la media. Letras distintas en la misma fila difieren ($p < 0,05$).

Cuadro 89: Consumos totales y eficiencia de conversión de cada tratamiento (medios de ambas etapas –verano e invierno)

Tratamientos	Consumos totales		Eficiencia de conversión (kg. MS alimentos/kg producido)
	kg. MS/cab/día	% del peso vivo	
Tratamiento 1	7.47a	2.71a	7.98a
Tratamiento 2	7.25a	2.65a	9.04a
Tratamiento 3	6.57b	2.33b	12.51b

Letras diferentes muestran que el P valor fue < al 0.05% de significancia.

En los Cuadros 90 y 91, se describen los balanceas de Proteína bruta y energía metabolizable en ambas etapas.

Cuadro 90: Balance Energético-Proteico entre requerimientos y aportes de nutrientes (1° etapa).

		Materia Seca (kg MS/cab/ día)	Proteína Bruta (kg PB/cab/día)	Energía Metabolizable (Mcal EM/día)
Tratamiento 1	Requerimientos	8.40	0.98	20.20
	Aporte del HC	5.48	0.46	11.78
	Aporte de C	2.52	0.44	7.73
	Total aporte dieta	8.00	0.90	19.51
	Balance	-0.40	-0.08	-0.69
Tratamiento 2	Requerimientos	8.10	0.90	18.70
	Aporte del RE	2.29	0.25	3.63
	Aporte de HC	2.87	0.24	6.17
	Aporte de C	2.52	0.44	7.73
	Total aporte dieta	7.68	0.93	17.53
	Balance	-0.42	+0.03	-1.17
Tratamiento 3	Requerimientos	7.0	0.78	16.45
	Aporte de RE	3.89	0.43	6.16
	Aporte de C	2.52	0.44	7.73
	Total aporte dieta	6.40	0.87	13.89
	Balance	-0.6	+0.09	-2.56

NRC, 2001. HC: heno de centeno C: grano de maíz y harina de girasol (concentrado base), RE: ramas de eucaliptus

Cuadro 91: Balance Energético-Proteico entre requerimientos y aportes de nutrientes (2° etapa).

Alimentos		Materia Seca (kg MS/cab/día)	Proteína Bruta (kg PB/cab/día)	Energía Metabolizable (Mcal EM/día ¹)
Tratamiento 1	Requerimientos	7.20	0.88	19.20
	Aporte del HM	4.46	0.38	11.64
	Aporte de C	2.52	0.44	7.73
	Total aporte dieta	6.98	0.82	19.37
	Balance	-0.22	-0.06	+0.17
Tratamiento 2	Requerimientos	7.10	0.85	16.20
	Aporte del RE	2.28	0.24	3.40
	Aporte de HM	2.12	0.20	6.06
	Aporte de C	2.52	0.44	7.73
	Total aporte dieta	6.92	0.88	17.19
	Balance	-0.22	+0.03	+0.99
Tratamiento 3	Requerimientos	6.30	0.85	14.20
	Aporte de RE	3.89	0.40	5.58
	Aporte de C	2.52	0.44	7.73
	Total aporte dieta	6.41	0.84	13.31
	Balance	-0.11	-0.01	-0.89

NRC, 2001. HM: heno de mijo C: grano de maíz y harina de girasol (concentrados base), RE: ramas de eucaliptus

En las Fotos 19 y 20 muestran las ramas de Eucaliptus recién colocadas en los comederos y las vaquillonas Angus en pleno ensayo, respectivamente.



Foto 19:
Ramas de Eucaliptus recién colocadas en un comedero
(INTA Bordenave). Fotografía: Fernández Mayer



Foto 20:
Vaquillonas Angus comiendo ramas de Eucaliptus
(INTA Bordenave) Fotografía: Fernández Mayer

En los Cuadros 92 y 93 se presentan las ganancias de peso obtenidas en la 1° y 2° etapa respectivamente.

Cuadro 92: Evolución de los pesos vivos y las GDP de la 1° etapa (verano)

	T1	T2	T3	EE	p=
Peso Inicial (kg/cab.)	264	267	264	1.58	0.3657
Peso Final	326 ^a	318 ^a	292 ^b	3.91	0.0179
GDP 22/11/2007	1.00	0.75	0.57	0.11	0.1506
GDP 07/12/2007	1.22	1.10	0.85	0.15	0.3294
GDP 22/12/2007	1.09 ^a	0.95 ^a	0.39 ^b	0.11	0.0406
GDP 07/01/2008	0.75 ^a	0.52 ^b	0.33 ^c	0.02	0.0018
GDP Media	1.01^a	0.86^b	0.53^c	0.02	0.0008

EE = Error estándar de la media, letras distintas en la misma fila difieren ($p < 0,05$).

Cuadro 93: Evolución de los pesos vivos y las GDP de la 2° etapa (invierno)

	T1	T2	T3	EE	p=
Peso Inicial (kg/cab.)	206	199	198	2.79	0.2559
Peso Final	265 ^a	241 ^b	233 ^b	2.71	0.0079
GDP 15/07/2008	0.98	0.50	0.47	0.15	0.1613
GDP 30/07/2008	0.92 ^a	0.70 ^b	0.53 ^c	0.03	0.0104
GDP 15/08/2008	1.00 ^a	0.69	0.68 ^b	0.11	0.2075
GDP 01/09/2008	0.94 ^a	0.83 ^b	0.64 ^c	0.06	0.0809
GDP Media	0.95^a	0.68^b	0.57^b	0.04	0.0131

EE = Error estándar de la media, letras distintas en la misma fila difieren ($p < 0,05$).

Mientras que en el Cuadro 94 se describen los Costos de Producción del trabajo (medio de ambas etapas).

Cuadro 94: Costo de producción (u\$s kg⁻¹ de carne producido)

Tratamientos	u\$s/kg
T1	0.79a
T2	0.68b
T3	0.51c

Letras diferentes muestran que el P valor fue $< 0.05\%$ de significancia.

Discusión

La composición nutricional de las ramas de Eucaliptus mostró valores similares a muchas otras especies arbóreas utilizadas en Centroamérica (Da Veiga y Da Veiga, 2008). Los niveles proteicos fueron moderados a bajos (10.38 y 8.17%, respectivamente). Mientras que los niveles de lignina fueron medianos a altos, especialmente, en la I etapa (verano) (14.01 y 10.38%, respectivamente),

siendo muy superior a la de otros árboles utilizados en alimentación de rumiantes (Alonso y Flebes 2003). No obstante, para alcanzar una alta respuesta en producción de carne o leche la proporción de FDN de la dieta debe ser inferior al 50% (Gagliostro y Gaggiotti 2002).

En este trabajo los valores del FDN de las ramas de eucaliptus (41.71 y 49.60, respectivamente) fueron apropiados para alcanzar buenas ganancias

cias de peso (Rearte y Santini 1996).

Cuando las ramas tienen altas concentraciones de aceite esencial (eucaliptol) se produce una disminución, significativa, en el consumo (Alonso y Flebes 2003). Debido a ello, se utilizaron para este ensayo ramas con mayor de 6 meses de edad.

En la 1° etapa (verano) el T1 obtuvo la mayor GDP del trabajo (1.01 kg/cab/día), ganancia comparable con los buenos resultados que se pueden obtener en un cebo a corral (Rearte 2010). Todas las GDP cayeron marcadamente en la última semana del ensayo, debido a los fuertes calores propios de la época (verano en el Hemisferio sur) que afectaron los consumos de MS.

Mientras que en el T2, donde se suministraron henos de centeno y ramas de Eucaliptus, también, se pudo sostener altas GDP (0.86 kg/cab/día). Esto indicaría que, a pesar de la menor calidad del Eucaliptus, cuando su inclusión en la dieta es moderada (0.79 % PV) las ganancias de peso no se afectarían significativamente (Fernández Mayer, 2006). Es más, en el T3 cuya proporción de ramas de Eucaliptus en la dieta fue muy alta (1.45 % PV), aún con animales en crecimiento, se logró una GDP muy adecuada para condiciones de emergencia (0.53 kg/cab/día), muy superior a las expectativas que había de este tratamiento (± 0.2 kg/cab/día) (Santini, 2004).

En este T3 se observaron variaciones extremas en las GDP, pasando de 0.85 (07/12) a ± 0.36 kg/cab/día (últimas 2 pesadas). Este comportamiento diferencial se puede explicar por un efecto compensatorio del período de acostumbramiento (0.85 kg/cab/día) donde los animales estuvieron más de 5 días en normalizar el consumo de Eucaliptus, y por ende, tuvieron una menor ganancia de peso durante ese período. Mientras que los 0.36 kg/cab/día, se explican por el efecto de los fuertes calores y radiación solar de fin de diciembre y enero que secaron las hojas inmediatamente de colocadas las ramas en los comederos, y con ella, se redujeron los consumos.

Si bien esta dieta, como el resto, recibieron el aporte de nutrientes (almidón y proteína) provenientes de los concentrados, los niveles de dichos nutrientes apenas cubrieron los requerimientos de mantenimiento de las vaquillas.

En tanto, en la 2° etapa (invierno) las GDP tuvieron un comportamiento similar a las de la 1° etapa (verano) (Cuadro 92). La GDP en el T1 fue la más alta de esta 2° etapa (0.95 kg/cab/día), ligeramente inferior a la del verano. Algo similar ocurrió en el T2 que ocupó el segundo lugar de esta etapa con una GDP inferior a la del verano (0.68 vs 0.86 kg/cab/día). Mientras que en el T3 con ramas de Eucaliptus a voluntad y concentrados, tuvo un comportamiento productivo ligeramente superior en invierno que en verano (0.57 vs 0.53 kg/cab/día).

Las GDP en los tratamientos con ramas de Eucaliptus (ambas etapas) fueron consistentes con las obtenidas en otros trabajos utilizando árboles como el Matarratón (*Gliricidia sepium*), el Nacedero (*Trichanthera gigantea*) y Eritrhina (*Eritrhina fusca*) (Gómez et al., 2008).

En uno de estos trabajos se utilizaron 2 niveles de consumo de MS de Matarratón (1.74 y 2.8% del PV), superior al empleado de este ensayo (0.79 y 1.45% PV), obteniendo GDP de 0.40 y 0.63 kg/cab/día, respectivamente (Gómez et al., 2008). En este trabajo los aportes energético y proteico fueron caña de azúcar y bloques Multinutricionales al 20% de urea respecto al grano de maíz y la harina de girasol usado en el presente ensayo.

Aunque las diferencias encontradas, entre la 1° y 2° etapa del T3, no fueron significativas ($P < 0.10$), se aprecia una mayor respuesta al consumo de las ramas de Eucaliptus cuando las condiciones ambientales del invierno (menor radiación solar y frío) ayudan a que las hojas permanezcan más tiempo “frescas” respecto al verano, donde las hojas se secaban muy rápido.

La calidad de las ramas de Eucaliptus mostró valores, en ambas etapas, consistentes con los obtenidos en diferentes trabajos utilizando otras especies arbóreas en alimentación con rumiantes, entre ellos se destacan los realizados por La O et al. 2003; García et al. (2006) y Medina et al. (2009).

Aunque en este trabajo no se midieron metabolitos secundarios (fenoles, esteroides, saponinas y alcaloides), característicos de muchos vegetales y especies arbóreas, como el Eucaliptus, sus efectos benéficos en animales domésticos (reducción de grasa en la canal, control de parásitos

internos, reducción del timpanismo y protección de la proteína dietaria), pueden explicar parte de los resultados obtenidos en este trabajo (Gómez et al., 2008). Además, la presencia de taninos, flavonoides, saponinas, triterpenos y esteroides en muchas especies arbóreas (*Eucalyptus*) pueden ejercer efectos desfaunantes sobre las paredes celulares de los protozoos y producir la lisis celular (Naranjo et al., 2009 y *Eucalyptus*-Saponinas, 2010).

La cantidad de proteína y energía, expresados en gramos/día y Mcal EM/día, respectivamente, aportados por el concentrado base (grano de maíz y harina de girasol) apenas cubrieron los requerimientos de mantenimiento de los animales. Incluso, los aportes realizados por las ramas de *Eucalyptus* permitieron cubrir los requerimientos proteicos pero no los energéticos.

La respuesta productiva alcanzada se podría deber al efecto desfaunante sobre los protozoos, ejercido por los compuestos arriba citados, que ayudaría a aumentar la población bacteriana celulítica y hongos celulolíticos y con ella, se incrementaría la degradación de la pared celular -FDN- (Galindo et al., 2001). Como consecuencia de una mayor digestión de la FDN se mejoraría la relación proteína:energía de los productos absorbidos debido al incremento del flujo de bacterias y de aminoácidos de la dieta hacia el intestino (Ramos et al., 1998). De esta forma quedaría disponible una mayor cantidad de AGV para ser usados en el metabolismo energético y la síntesis de proteína muscular (Aello y Dimarco, 2004).

Los adecuados resultados económicos se explican por las altas GDP obtenidas y por el menor costo de alimentación, producto de la alta proporción de *Eucalyptus* participante en la dieta. Sin embargo, el T2, de ambas etapas del ensayo, si bien no tuvo el menor costo de producción (0.68 u\$s kg producido-1) permitió sostener muy buenas GDP (0.83 y 0.68 kg cab-1día-1, respectivamente)

adecuadas para situaciones de crisis climáticas.

Conclusiones

La utilización de ramas de eucaliptos en dietas de ceba de vaquillas puede ser una estrategia viable para situaciones limitantes (clima, recursos forrajeros o económicos).

La inclusión de ramas de eucaliptos a nivel de 0,79% del peso vivo (T2), aún no siendo el más económico, es una de alternativa posible de realizar en la práctica debido a que requiere menos del 40% de ramas de eucaliptus. Justamente, este tema es uno de los factores más limitante.

Recomendaciones

A este trabajo se debe lo considera como "exploratorio". Se requiere que se realicen otros ensayos con situaciones ambientales y animales de biotipos diferentes.

La utilización de ramas de *Eucalyptus* busca atenuar los efectos de una emergencia climática, y de acuerdo a los resultados obtenidos se pueden utilizar, aún, con categorías de altos requerimientos como son los animales en crecimiento, siempre que se compensen con concentrados las necesidades en proteína y energía que tienen estos animales. Desde ya, que en categorías de menores requerimientos, como vacas de cría, se pueden utilizar sin mayores dificultades, incluso, se pueden usar a las ramas, exclusivamente. En estos casos, es de esperar un mantenimiento del estado corporal.

Agradecimientos

Se agradece a los señores Luis Dietz y José Prost, personal auxiliar de la EEA Bordenave, por la valiosa colaboración en la atención y manejo de los animales y el suministro de los alimentos.

VI° Trabajo experimental

Calidad forrajera del pastizal natural en un sistema silvopastoril en el delta del Paraná (Argentina)

Casaubon, Edgardo^{1*}; Peri, Pablo²; Cornaglia Patricia³; González Adrian¹

¹. EEA Delta (INTA); ². EEA Santa Cruz (INTA)-UNPA-CONICET; ³. Fac. Agr. UBA *casaubon.edgardo@inta.gob.ar

El ingreso del ganado a las forestaciones de salicáceas de las islas del delta es una técnica ancestral; inicialmente, el pastoreo bajo plantaciones forestales se utilizaba para reducir la vegetación herbácea espontánea, minimizando el riesgo de ocurrencia de incendios de pastizales y forestales. Los pastizales del Delta presentan una gran riqueza florística, constituyendo la principal fuente forrajera para los diferentes sistemas ganaderos de producción de carne (cría y ciclo completo) que se desarrollan en la región.

Las razas Aberdeen Angus y Hereford predominan en la zona; la carga animal varía entre 0,2 y 0,5 Equivalente Vaca –EV-/ha, es muy heterogénea y está relacionada con la disponibilidad de forraje natural en el predio.

La producción ganadera se estima entre 70 y 100 kg/ha/año. El objetivo del presente trabajo consistió en caracterizar la composición florística, la producción de biomasa en MS/ha, y el valor nutritivo del pastizal natural antes y después del ingreso del ganado al SSP.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del área de estudio

El delta del Paraná ocupa una superficie aproximada de 1.700.000 ha. En esta región se halla la mayor superficie de salicáceas (80.000 ha) de la Argentina, de las cuales 14.000 de ellas corresponden al género *Populus* spp. y las restantes a *Salix* spp. El clima del Delta es templado húmedo, sin estación seca. La temperatura media anual oscila entre 16 y 17 °C. La media de verano entre

22 y 23° y la de invierno entre 10 y 11 °. El promedio de precipitaciones es de 1.021 mm anuales.

Sitio de plantación

El estudio se llevó a cabo en un SSP de *Populus deltoides* 'Australiano 106/60' de 2,5 ha de superficie, plantado con guías de 1, 2 y 3 años de edad distanciadas 6 x 6 m, en un área endicada de la EEA Delta del Paraná del INTA, en la 4° Sección de Islas del Bajo Delta Bonaerense, 34° 09' Latitud Sur y 58° 51' Longitud Oeste.

El ensayo se instaló en un terreno típico de "bañado endicado". El lote se sistematizó mediante la construcción de un dique perimetral de aproximadamente 4 metros de altura, canales de desagüe de 1 m de profundidad, 3 m de ancho y alrededor de 3000 m de largo, y la construcción de zanjas de drenaje de 350 m a 400 de largo, 1 m de ancho y 0,80 m de profundidad, distribuidas cada 50 m y casi paralelas unas con otras, para facilitar el escurrimiento superficial del agua de lluvia.

En la temporada estival se aplastó e incorporó al suelo (a una profundidad de 0,15 m) la vegetación natural espontánea presente en el lugar (compuesta básicamente por *Carex riparia*, *Cyperus* sp., *Polygonum hydropiperoides*) utilizando una rastra de discos de tiro desencontrado. La disponibilidad de agua dentro del SSP se logra mediante la instalación de un sistema de bombeo que facilita el ingreso del agua en épocas de escasez y agua alta del río, y el egreso en épocas de excesos, por ejemplo después de abundantes precipitaciones. Este sistema facilita además el movimiento del agua dentro de los canales y zanjas de drenaje, evitando su estan-

camiento en el terreno. Cada lote del ensayo está compuesto por 6 parcelas de $\frac{1}{4}$ de hectárea cada una. En cada una de ellas se plantaron 64 guías sin raíz de *Populus deltoides* 'Australiano 106/60' de 1, 2 y 3 años de edad en forma aleatoria y balanceada, a una distancia de 6x6 m entre plantas.

Composición relativa y diversidad del pastizal

Previo al ingreso del ganado vacuno al SSP, y en tres oportunidades posteriores a su egreso (10 días; 12 meses y 18 meses), se hizo un inventario de la vegetación natural, a fin de describir la situación inicial y su posterior evolución.

Se tomaron aleatoriamente en cada oportunidad 60 muestras de 0,25 m² de superficie (10 muestras por parcela), y se registraron datos de cobertura y abundancia utilizando el método de Braun-Blanquet (1979).

Se calcularon las medidas de riqueza numérica de especies de cada muestreo (Krebs, 1989). El índice de diversidad de Shannon-Wiener, como una medida de dominancia-uniformidad (Krebs, 1989). De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). Este índice mide la biodiversidad y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas varía entre 1 y 5. Con fines comparativos, se usó el índice de Jaccard (Krebs, 1989) basado en el grado de similitud entre las muestras por la presencia-ausencia de las especies.

Ingreso del ganado al SSP

Transcurridos 18 meses desde la instalación del ensayo ingresaron 18 vaquillonas de raza Angus, de aproximadamente 300 kg PV. Los animales permanecieron 15 días pastoreando en el lugar. La carga animal instantánea utilizada fue de 12 cab./ha. Para complementar la información se registró en cada lote el grado de pastoreo de las diferentes especies presentes en las parcelas utilizando una escala relativa que va desde el "0" al "4".

Características nutritivas de pasturas naturales

Cada una de las 240 muestras de pastos muestreadas a campo, se cortaron al ras del suelo, se secaron en estufa a 60 °C hasta peso seco constante, y luego se pesaron en una balanza de precisión para estimar MS. Posteriormente, se determinó PB, FDA y FDN. Se estimó la digestibilidad en base a Ustarroz (1995). Se obtuvieron estadísticas descriptivas como medidas de posición y error estándar para todas las variables citadas para caracterizar el pastizal natural.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición relativa y diversidad del pastizal

Comparando los censos antes y después del ingreso de los animales al ensayo SSP se observa un aumento en el porcentaje de Gamochaeta, Rinchospora y de suelo desnudo. La drástica reducción en los porcentajes de Coniza se debió

Cuadro 95: Valores de riqueza promedio, Índice de Shannon e Índice de Jaccard

Fecha del muestreo	Riqueza promedio de sp.	Índice de Shannon	Índice de Jaccard
Cuatro días previos al ingreso de los animales	8,33	0,937	-
Diez días posteriores al egreso de los animales	6,55	0,741	0,333
12 meses posteriores al egreso de los animales	9,16	1,29	0,250
18 meses posteriores al egreso de los animales	10,17	1,10	0,227

al pisoteo del ganado más que a su consumo. Inmediatamente después del egreso de los animales de las parcelas, la "Riqueza promedio" de las especies que componen el pastizal y el "Índice de Shannon" disminuyeron su valor. Sin embargo, a los 12 meses del egreso, dichos valores se incrementaron superando a la Riqueza promedio previa al pastoreo (Cuadro 95).

Los valores del "Índice de Jaccard" muestran a la inversa, una disminución gradual y paulatina, lo cual indica que las especies comunes entre el primer muestreo y los posteriores fueron disminuyendo en el tiempo. Estos resultados coinciden además con la hipótesis de disturbio intermedio (HDI) que predice mayores niveles de diversidad a niveles intermedios de disturbio.

El mecanismo básico de la HDI es que sin disturbios, una o pocas especies excluyen por competencia a las restantes, mientras que a altos niveles de disturbio, una o pocas especies tolerantes y colonizadoras pueden persistir. A niveles intermedios de disturbio, tanto las buenas competidoras como las especies que son tolerantes a los disturbios pueden encontrar sitios adecuados y coexistir, maximizando así la diversidad (Conell, 1978).

Determinación de la biomasa y calidad forrajera del pastizal natural

La producción media de MS del pastizal natural espontáneo en el primer muestreo fue similar a la mencionada por Rossi et al. (2005) y Casaubon et al. (2009). Luego disminuyó por la acción

del pastoreo vacuno (Cuadro 96).

El pastizal natural analizado presentó valores de contenido de MS (47%) que no difieren de los valores citados por González et al., (2008) para la región del Delta ni con los de una pastura de poaceas de la región pampeana destinada a la cría vacuna (Cuadro 97).

Los valores obtenidos de la FDA y digestibilidad estimada deben considerarse adecuados para la región (González et al., 2008).

Las dietas ricas en FDN, como muestra este trabajo, constituyen un factor limitante del consumo voluntario, debido a una control físico de la ingesta (Fernández Mayer. 2006).

Mientras que los niveles medios de proteína y digestibilidad pueden considerarse limitantes, aún para vacas de cría, especialmente la proteína (Fernández Mayer. 2006). En tanto, la calidad del pastizal natural aumentó luego de la salida de los animales debido, posiblemente, a una mayor presencia de pastos tiernos y a la aparición de especies como *Deyeuxia viridiflavescens* (Pasto plateado), *Leersia hexandra* (Arrocillo), *Lolium multiflorum* (Rye grass) y *Amorpha fruticosa* (Sauce indio, Falso Indigo).

Efecto de la calidad y diversidad del pastizal sobre el daño de álamos

Se relevaron daños en las cortezas de las guías (estacas) de 1, 2 y 3 años de edad a partir

Cuadro 96: Producción de forraje (kg MS/ha) del pastizal natural

Fecha	11/01/08	05/02/08	05/01/09	20/07/09
Producción de MS	4402,67±471,7	2403,73±421,17	1523±300,24	1580,13±259,84

Cuadro 97: Valores de MS, PB, FDA, FDN y digestibilidad estimada en el pastizal natural

Fecha	MS (%)	PB (%)	Digestibilidad Estimada (%)	FDN	FDA (%)
11/01/08	51,2	6,0 5	6,0 5	68,52	40,65
05/02/08	52,4	6,08	6,08	67,25	41,89
05/01/09	51,6	7,76	7,76	66,78	39,45
20/07/09	39,8	11,57	11,57	62,01	33,95
Promedio	47	7,85	7,85	66,14	38,98

del décimo día de ocupación por los animales. En aquellos casos donde se registraron daño en la corteza de los álamos se debieron a la escasez y mala calidad del forraje. Las parcelas que no presentaron daño se caracterizaron por una mayor presencia de *Carex* sp. y *Phalaris angusta*. Mientras que las parcelas dañadas tenían una mayor presencia de *Coniza* sp., *Polygonium* sp.. Todas las especies, como el *Cyperus* sp., y *Scirpus* sp., (de escaso valor forrajero), presentes en las parcelas antes del ingreso del ganado vacuno fueron pastoreadas en mayor o menor grado.

Conclusiones

Para acelerar el establecimiento de un SSP utilizando guías de álamos, la carga animal debería ajustarse en función de la disponibilidad y calidad de las especies forrajeras presentes para garantizar la sustentabilidad del sistema.

El disturbio provocado por el pastoreo de ganado vacuno en las pasturas naturales espontáneas facilitó la instalación de especies valiosas desde el punto de vista forrajero.

VII° Trabajo Experimental

Efecto de la sustitución en la suplementación de un alimento comercial por un subproducto agroindustrial en la producción y composición de la leche bovina en un sistema silvopastoril intensivo (Colombia)

G. Villegas Sánchez; S. Montoya Uribe; J. E. Rivera Herrera; J. Chará; E. Murgueitio Restrepo; F. Uribe.

Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV. Carrera 25 No 6-62 Cali, Colombia. gvillegas@fun.cipav.org.co.

La creciente demanda, en calidad y cantidad, de leche en todos los países de Latinoamérica en general y de Colombia en particular, requiere que se diseñen Sistemas productivos sustentables, adaptados al cambio climático y que generen bienestar a la humanidad (enfoque económico y social) (FAO, 2015).

Actualmente se ha presentado a los sistemas silvopastoriles intensivo (SSPi) como un modelo que favorece a la reconversión social y ambiental que requiere la ganadería en muchas zonas del mundo (Murgueitio e Ibrahim, 2008), pues la oferta forrajera en estos sistemas a demostrado no solo ser mayor si no también de una mayor calidad, permitiendo mejorar la utilización de los nutrientes y con ello incrementar la productividad de las empresas ganaderas bajo un escenario de sostenibilidad (Barahona y Sánchez, 2005).

El presente estudio tuvo como propósito realizar la evaluación del consumo de forraje, consumo de suplemento y producción de leche en un SSPi, en el cual se buscó variar el tipo de suplementación comercial a base de cereales de alta demanda, por residuos de cosecha de alto contenido de

energía y así identificar alternativas de suplementación más económicas y de origen local.

Materiales y métodos

Localización

El estudio fue llevado a cabo en La Hacienda Asturias, en el municipio de La Tebaida, departamento del Quindío (Colombia) a 4°27'34.07" N - 75°48'16.31" O. La Hacienda Asturias se encuentra a 1200 m snm. La temperatura promedio anual es de 25 °C, con una humedad relativa media de 68 %. Se localiza bajo condiciones de bosque seco pre-montano según la clasificación de Holdridge (Holdridge, 1967).

El sistema evaluado fue un SSPi, caracterizado por una alta densidad de *Leucaena leucocephala* cv Cunningham (*leucaena*) (> 8000 arborescentes/ha), asociada a *Cynodon plectostachyus* (pasto estrella) y suplementado, al momento del ordeño, con alimentos concentrados comerciales o con pulidura de arroz. El forraje fresco (*Cynodon* + *Leucaena*) se manejó bajo un pastoreo rotacional en franjas diarias de 2000 m² con cerca eléctrica móvil,

regresando a la misma parcela a los 43 días (período de rotación) (Murgueitio et al., 2011).

Tratamientos evaluados

Se evaluaron dos tratamientos con dos periodos de análisis (9 días c/u). El tratamiento 1 (T1) recibió una suplementación con un “alimento balanceado comercial” al momento del ordeño a razón de 4 kg/vaca/día, y el tratamiento 2 (T2) se basó en la sustitución del balanceado comercial por “pulidura de arroz” como subproducto local a razón de 3,7 kg/vaca/día, generando una dieta isoenergética.

Durante la evaluación, ambos grupos estuvieron pastoreando un SSPi con *Leucaena* como se describió anteriormente y las cantidades de suplemento fueron establecidas a partir de simulaciones en la herramienta virtual CNCPS (Fox et al, 2000).

Animales bajo estudio

Para este trabajo se utilizaron 20 vacas lecheras, divididas aleatoriamente en dos grupos según peso, raza y producción.

Los individuos seleccionados estaban conformados genotípicamente por diversos cruces entre las razas Brahman, Gyr, Holstein y Rojo Sueco, y contaban con una edad promedio de 85,5 meses $\pm$ 24,2; peso vivo de 528,4 $\pm$ 79; lactancia de 168,3 $\pm$ 38,6 días; número de partos de 5 $\pm$ 2 y una producción de leche/vaca/día de 13,2 $\pm$ 1,6 l.

Análisis bromatológicos de los alimentos utilizados

Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

Los parámetros analizados fueron: MS, PB, FDN, FDA, cenizas (Cen), extracto etéreo (EE) o grasa,

calcio (Ca), fósforo (P) y energía bruta (EB). En el Cuadro 98 se presenta la composición nutricional encontrada. El porcentaje de N y PB se determinó por el método de Kjeldahl, FDN y FDA según la técnica secuencial descrita por Van Soest et al. (1991) y EE por extracción Soxhlet por inmersión. Finalmente el contenido de Cen se determinó por incineración directa en una mufla a 500 °C según AOAC (2005) y el contenido de los minerales Ca y P se determinó por espectrofotometría AA y U.V-VIS, respectivamente. El contenido de MS fue determinado por el método gravimétrico de la estufa de aire forzado.

Determinación del consumo de forrajes y metodología de aforo

El consumo de forraje se midió realizando 16 aforos antes y después del pastoreo durante el periodo de investigación. La cuantificación de la oferta de gramíneas se realizó de acuerdo al método de doble muestreo descrito por Haydock y Shaw (1975). Por su parte, en la cuantificación de la biomasa proveniente de la leucaena se utilizó una modificación del mismo método inicialmente concebido para determinar la oferta forrajera de gramíneas.

Determinación de la cantidad y calidad composicional de la leche

El volumen de leche fue registrado, durante nueve días en cada periodo, por medio de un lector digital (Delaval®), para cada uno de los animales. Las muestras de leche fueron colectadas individualmente durante los dos ordeños diarios en recipientes Falcom por medio de vasos auto-muestreadores Waikato® acoplados a las máquinas de ordeño con el objetivo de tomar muestras representativas de todo el ordeño.

Las muestras se analizaron en un dispositivo portátil MilkLac® (Boeco, Germany). Los valores registrados por el equipo correspondieron a indicadores de calidad de leche como: % de grasa, lactosa, sólidos no grasos (SNG), proteína, densidad, agua adicionada, temperatura y punto crioscópico.

Cuadro 98: Composición nutricional de los alimentos utilizados

	MS(%)	PB(%)	EB(Mcal/kg)	FDN(%)	FDA(%)	Grasa o EE(%)	Ca(%)	P(%)	Cen(%)
Leucaena	20,2	23.8	4,220	31.7	21.1	1.7	0.91	0.22	7.09
Pasto Estrella	22	10.8	4,172	72.4	38.9	1.15	0.33	0.34	9.75
Concentrado	89	15	4,659	23.8	9.4	8.8	0.13	0.73	6.24
Pulidura de Arroz	88	14	4,901	20	10.6	18	0.07	1.95	8.63

Diseño experimental y análisis estadístico

El experimento se analizó con un diseño de sobre-cambio o Cross over. Para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables dependientes relacionadas a la cantidad y calidad de la leche en ambos tratamientos, se utilizó el PROC MIXED de SAS®, versión 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EE.UU., 2001).

Se establecieron dos tratamientos, los cuales contaban con dos periodos de análisis (9 días c/u), y dos tiempos de acostumbamiento de 15 días entre dietas. Cada tratamiento se realizó con la misma frecuencia en cada periodo y una vez en cada unidad experimental.

El diseño usado se presenta a continuación: $Y_{ijkl} = \mu + B_i + P_j + T_k + C_l + E_{ijkl}$

Donde: Y_{ijkl} es la variable dependiente; μ es la media general de la población; B_i es efecto del lote; P_j es el efecto del periodo; T_k es el efecto del tratamiento; C_l es el efecto del cross over y E_{ijkl} es el error experimental.

Resultados y discusión

Consumo de forraje

En el primer periodo las vacas T1 registraron un consumo promedio de 15,7 y 42,63 kg de forraje fresco (FF)/vaca/día para leucaena y estrella respectivamente, haciendo un consumo total de 58,33 FF/vaca/día y en el segundo periodo se observó un consumo individual diario, promedio, de 13,45 kg de leucaena y 50,88 kg de estrella para un total de 64,23 kg de FF/vaca/día.

Estos valores correspondieron a un consumo de 3,05 Kg MS/vaca/día de leucaena y 9,54 Kg MS/vaca/día de estrella/vaca/día, haciendo un consumo total de 12,59 Kg MS/vaca/día con una participación en la dieta de 24,8% y 75,2%, respectivamente de cada especie. Estos valores se encontraron inferiores a los 15,5 Kg de MS total consumido por vacas de leche reportados por Mahecha et al. (2000), quienes encontraron una participación de leucaena en la dieta de 18,7%.

Por otra parte en el T2, en el primer periodo se encontró un consumo promedio de 10,99 kg

y 29,06 kg de FF/vaca/día para leucaena y pasto estrella respectivamente, alcanzando un consumo total de 49,7 kg de FF/vaca/día; en cuanto al segundo periodo se determinó un consumo diario e individual de 14,30 kg FF leucaena y 43,81 kg FF de estrella (58,11 kg de FF/vaca/día). Mientras que a nivel de MS el consumo diario e individual fue de 2,65 Kg de MS de leucaena y 7,28 Kg de MS de estrella (26,9 % y 73,1 % de leucaena y estrella respectivamente).

Cantidad y composición de la leche

La producción de leche diaria en T2 fue de 14,54 vaca/día y en T1 (concentrado comercial) de 16,66 vaca/día ($P < 0.0058$).

En cuanto a la calidad de leche, se hallaron los siguientes valores, respectivamente para T1 y T2:

- Grasa butirosa 38,27 y 37,95 g/l ($P = 0,836$).
- Proteína de 32,15 y 31,77g/l ($P = 0,205$)
- SNG de 98,15 y 97,18 g/l ($P = 0,313$)

Los niveles de grasa butirosa fueron superiores a los encontrados por Molina et al., (2013) 36,05 y 35,02 g/l y similares los valores de proteína (32,96 y 31,93 g/l) a los encontrados en este mismo estudio. Estos autores evaluaron un sistema similar a este experimento.

Análisis económico

El T1 (concentrado comercial) tuvo un mejor desempeño económico que el T2 (pulidura de arroz), producto de la mayor producción de leche (+2 l/vaca/día) obtenida, a pesar de que el costo del concentrado 1,65 u\$/kg MS fue superior a la pulidura de arroz 1,09 u\$/kg MS. Esa diferencia (0.56 u\$) no se vio reflejada en el resultado económico final, debido a la mayor producción de leche del T1 respecto al T2, que alcanzó un beneficio de 6,58 u\$ y 6,03 u\$/vaca/día, para el concentrado y pulidura, respectivamente.

Conclusiones

La pulidura de arroz es un subproducto de la molinaría muy interesante para ser utilizado con vacas lecheras en zonas subtropicales y tropicales. Aunque el resultado económico no la favoreció en este trabajo, se debe tener en cuenta como suplemento alternativo debido a los menores precios.

VIII° Trabajo Experimental

Efecto del sombreado en producción y estacionalidad de un pastizal en Cuenca del Salado (Argentina)

A. Casal; V. Jankovic

INTA EEA Cuenca del Salado, casal.alejandra@inta.gob.ar

3° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles - VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales 2015

http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/172-Actas_silvopastoriles.pdf

La Cuenca del Salado ocupa una superficie de aproximadamente 9,5 millones de hectáreas en la provincia de Buenos Aires. Su actividad principal es la cría bovina. Durante el verano, las temperaturas máximas suelen superar los 25° C, temperatura por encima de la cual empiezan a presentar indicios de estrés los bovinos de razas británicas, aptos para carne (Blackshaw et al. 1994). En este contexto, los montes como refugios en los meses más cálidos del año son importantes en el bienestar del animal y la producción del sistema. Si bien fue mayormente estudiado el efecto del estrés por calor en ganado para leche (Fisher et al. 2008), algunos autores utilizan los mismos índices para detectar estrés en producción de carne. En estos casos, los montes como barreras de viento y sombra aumentan el bien.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en un pastizal de la Cuenca del Salado, en tierras pertenecientes a la Colonia Ortiz Basualdo, partido de Ayacucho (37°5' S; 57°52' O), en un ambiente de media loma. En una superficie clausurada a la entrada de los animales, se establecieron tres tratamientos de sombreado, cada uno con tres repeticiones distribuidas al azar. Ellos fueron el testigo (sin sombra), 50 % sombra representando especies arbóreas caducifolias, y 50 % sombra representando especies arbóreas perennes.

Para ello se elaboraron camillas de madera de 2.5 m² de superficie, con tablitas, simulando sombreado de árboles. Estas camillas se colocaron a 0,75 m de altura, disminuyendo a 0,35 m en invierno en función de la inclinación de los rayos solares incidentes.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción y estacionalidad del pastizal bajo dos niveles de sombra que simulan montes caducifolios

o perennes, y un testigo a campo abierto. Para cuantificar la biomasa aérea, en el centro de cada parcela se cosechó una muestra con marco de corte de 20 x 25 cm., se secó en estufa a 70°C durante 72 horas y se registró su peso seco. Además, se midió cobertura basal de los dos principales grupos de forrajeras, gramíneas de ciclo invernal y gramíneas de ciclo estival, a partir del uso de líneas de Canfield (una línea de 50 cm de largo por parcela).

Se evaluaron estas dos variables a lo largo de cuatro fechas durante el año 2014 (enero, mayo, agosto y noviembre). El análisis estadístico de las variables estudiadas se realizó con diseño de medidas repetidas en el tiempo, utilizando el paquete estadístico SAS.

Resultados

Producción de biomasa

La oferta de forraje sigue un patrón estacional, con máximos en primavera y otoño y mínimos en verano e invierno ($p < 0.0001$), típicos en los pastizales de la zona.

Aunque notamos una menor producción de biomasa en las parcelas testigo, los resultados no evidenciaron diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.15$).

Estacionalidad del pastizal

Las especies de ciclo invernal presentaron máximos de cobertura a comienzos de invierno y mínimos en verano ($p < 0.0001$), mientras que las de ciclo estival presentaron el máximo el patrón inverso ($p < 0.0001$).

La cobertura de las especies invernales fue mayor en los tratamientos que simulan sombreo y menor en el testigo ($p < 0.0001$), mientras que, de manera inversa, las especies de ciclo estival, presentaron su mayor porcentaje de cobertura en el tratamiento testigo, y el menor valor bajo sombra perenne ($p = 0.017$).

Teniendo en cuenta los momentos de máxima acumulación de biomasa de estos dos grupos de forrajeras, esto significaría una mayor acumulación invernal de forraje en primavera en los tratamientos con sombra que podría llevar a estrategias de manejo diferentes a las utilizadas en los lotes sin presencia de árboles.

Conclusiones

El efecto del sombreo sobre un pastizal de la Cuenca del Salado no modifica la producción de biomasa del pastizal, aunque orientaría su producción hacia una mayor acumulación de oferta invernal, aumentando la cobertura de especies de ese ciclo.

Si bien no se encontró diferencias en producción entre la sombra que simula un monte perenne o caducifolio, se debiera optar por esta última alternativa por una reducción del estrés térmico sobre el ganado.

IX° Trabajo Experimental

Suplementación con Veranera (*Cratylia argentea*) y Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) a vacas lecheras (Nicaragua)

Yader Ramón Morales Lara¹

Junier Samuel Herrera Maradiaga²

¹⁾ Ing. Zootecnista, URACCAN, Recinto Nueva Guinea, yader77@yahoo.com

²⁾ Ing. Zootecnista, BANEX Nueva Guinea.

Ciencia e interculturalidad, Volumen 4, Año 2, No. 2, Junio 2009

Sistema Agroforestal y producción pecuaria

Nicaragua es un país eminentemente agropecuario y la producción pecuaria en los últimos 10 años ha tenido un gran repunte en el Producto Interno Bruto, fundamentalmente, las exportaciones de carne y leche.

Uno de los factores que más afectan la producción ganadera es el déficit de proteína, lo que afecta los rendimientos y calidad de la producción de leche específicamente la grasa y la proteína, además de los indicadores reproductivos, influyendo directamente en la economía pecuaria (PRA-DC/IDR, 2005).

En los últimos años se ha introducido en el país la Veranera (*Cratylia argentea*). Esta leguminosa arbustiva se caracteriza por ramificarse desde la base del tallo hasta 3 metros de altura. Produce muy buena biomasa y tiene buena capacidad de rebrote tanto en

época seca como en época lluviosa (Miranda, 2004).

El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de una alimentación con Veranera y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) sobre la producción y la calidad de la leche, utilizando recursos baratos y sostenibles que no compiten con la alimentación humana.

Bancos forrajeros

Los bancos forrajeros son áreas en las cuales los árboles y los arbustos forrajeros se cultivan en bloques compactos y a alta densidad, con miras a aprovechar el terreno y aumentar la producción de forrajes de alta calidad nutritiva. Para que un sistema se pueda llamar banco de proteína el forraje que produce debe contener más del 15 % de proteína bruta. Para lograr este objetivo se de-

ben establecer especies leguminosas que además de contener alto grado de proteína produzcan grandes cantidades de forraje (Pizarro (1995).

Estos pueden ser cosechados y llevados a los animales en un sistema de corte y acarreo o pueden ser pastoreados directamente en periodos cortos de una hora y media a dos horas por día.

Veranera (*Cratylia argentea*)

Densidad de siembra y frecuencia de corte

La densidad de siembra que produce mayor biomasa fresca (t/ha/año), en el municipio de Nueva Guinea, Nicaragua, fue de 40.000 plantas/ha (0.50x0.50m), obteniéndose una producción promedio de 67 t/ha/año, siendo muy superior a la densidad de 20.000 plantas/ha (0.5x1 m) que produce, en promedio, 42 t/ha/año y a la densidad de 10.000 plantas/ha (1x1 m) con 27 t/ha/año (Miranda 2004).

Calidad Nutritiva

Resultados de análisis químicos realizados en muestras de leguminosas arbustivas cosechadas en la estación CIAT Quilichao (Nicaragua), mostraron que el follaje comestible (hojas + tallos finos) de *Cratylia argentea* (3 meses de rebrote) tuvo un contenido de proteína bruta (23.5%) similar al de otras especies conocidas como *Calliandra calothyrsus* (23.9%), *Erythrina poeppigiana* (27.1%), *Gliricidia sepium* (25.45) y *Leucaena leucocephala* (26.5%) (Argel y Lascano, 1995).

Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

La Caña de azúcar alcanza alturas entre 2 a 3 metros y diámetros de 2 a 6 cm con hojas alargadas de 4 cm a 6 cm de anchas.

Se adapta bien a suelos franco arcillosos con un pH entre 5,5 a 7,5. La implantación es mediante estacas o tallos con 6 a 8 yemas viables/estaca que se colocan en los surcos y se cubren con una capa de 1,5 a 2,5 cm. del suelo. La siembra debe hacerse al inicio de la época lluviosa, a menos que se cuente con riego (Urdaneta, 2005)

Manejo y Producción de forraje

La caña de azúcar se corta (cosecha) cada 10 a 12 semanas. En secano se pueden hacer hasta 4 cortes por año, en cambio, con riego hasta 6 cortes.

La caña de azúcar es una gramínea que proporciona un elevado rendimiento de forraje, alcanzando promedios de 200 hasta 450 t/ha/año de forraje verde (tallos+hojas).

Estas producciones de forraje permiten mantener, en época seca, entre 60 a 80 animales por hectárea, suministrando alrededor de 1,8 t de caña por animal (de 450 kg PV) durante 90 días (Urdaneta, 2005).

Calidad del forraje

La característica más relevante es su alto contenido de azúcares solubles en los tallos (30% sobre base seca). Debido a los altos niveles de lignina se reduce significativamente su digestibilidad, variando entre el 30 al 55%. Además, son bajos los niveles de proteínas (2 y 5.9% para hojas y cogollo, respectivamente) y minerales (3 a 3.5%) y ausencia de grasas y almidones (< 0.1%) (Urdaneta, 2005).

Para mejorar el aprovechamiento de la caña de azúcar y obtener una respuesta animal adecuada se debe agregar una fuente rica en proteína, ya sea un forraje fresco de buena calidad, un concentrado proteico o una leguminosa arbórea o arbustiva como *Cratylia argentea*, *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, etc.

Nutrición de vacas lecheras

La combinación o suplementación de la *C. argentea* (fuente proteica) con la caña de azúcar (rica en energía) es muy adecuada y al alcance de muchos productores (Lascano, 2003).

En diferentes trabajos en el CIAT con diferentes niveles de *C. argentea* y caña de azúcar a vacas lechera en pastoreo, se obtuvo un incremento significativo (+25%) en los niveles de producción de leche a medida que aumentaba la proporción de *C. argentea* (0, 25, 50 y 75%) en la dieta (Lascano et al. 2005)

X° Trabajo experimental

Efecto de la *Tithonia diversifolia* sobre la producción y composición de la leche (Brasil)

Rafael Sandin Ribeiro¹, Sylvia Rocha¹, Joao Paulo Sacramento Silveira¹, Gilberto Debortoli Delarota¹, Alexandre Vieira Chaves², Stephanie Amelia Terry²

1) Universidade Federal de Sao Joao del-Rei - UFSJ, Sao Joao del-Rei, MG, Brazil

2) The University of Sydney, Sydney, Australia

XXIII Congreso Internacional Grassland noviembre 20-25 de 2015. New Delhi. India

La producción de leche en el Brasil, se concentra en la región del sudeste, sur y centro del país, especialmente en los estados de Minas Gerais, Goiás y San Pablo, donde se caracteriza por un clima tropical, con altas temperaturas y humedad en los meses del verano e inviernos muy secos.

En esas regiones la producción de leche está asociada a la producción y calidad del forraje fresco. Durante el verano se producen altos volúmenes de leche y bajos en el invierno. Esto provoca un alza en los costos de producción porque se debe incorporar alimentos externos al sistema productivo (silajes de caña de azúcar, de maíz o sorgo) y concentrados energéticos-proteicos.

En esta investigación se evaluó a la *Tithonia diversifolia* para mejorar la producción y calidad de leche.

Los objetivos de este estudio fue determinar el reemplazo de 9.1% (base seca) de caña de azúcar fresca y 6.3% (base seca) de concentrados proteicos por *Tithonia diversifolia* y sus efectos sobre la producción y calidad de leche.

Materiales y métodos

El experimento fue conducido bajo el diseño de Crossover con 3 grupos de 3 vacas, 3 tratamientos y 3 períodos de 21 días c/u. Durante los primeros 14 días se usaron para un buen acostumbramiento de los animales y las mediciones se hicieron durante los 7 días siguientes.

Se utilizaron 9 vacas cruza Hosstein x Cebú (519±53.3 kg PV y 66±13.3 días de lactancia). La dieta se formuló con una concentración de proteína bruta del 18% (base seca) y 1.4% de extracto etéreo.

Durante un periodo de 5 días a las 2 y 6 horas después de ser alimentados los animales, se extrajo sangre de la vena mamaria de cada vaca y de cada tratamiento. Las muestras centrifugadas (1800xg, 20 min, +4°C) y se analizaron los niveles de glucosa, urea, triglicéridos, colesterol, b-hydroxibutirato (BHBA) y ácidos grasos no esterificados (NEFA).

Resultados

A continuación se presentan los resultados del ensayo. En el Cuadro 99 la composición química de las dietas, en el Cuadro 100 los resultados en producción y composición de la leche y en el Cuadro 101 los resultados de los análisis sanguíneos.

El tratamiento con *Tithonia* no afectó ($P \geq 0.48$) el consumo de MS ni la producción y calidad de la leche (Cuadro 100).

Conclusión

La inclusión de *Tithonia* fresco hasta el 15.3% (base seca) reemplazando a la caña de azúcar fresca y al concentrado (harina de soja) en una ración total mezclada no afectó el consumo de MS, ni la producción y calidad de la leche. Sin embargo, la concentración de los ácidos grasos no esterificados fueron más bajos en las vacas que reemplazaron un 15.3% de caña de azúcar fresca y concentrado por *Tithonia*.

Cuadro 99: Composición química de las dietas

Item	Control	6.4%T	15.3%T
Ingredientes (% MS)			
Tithonia fresca	0.0	6.5	15.4
Caña de azúcar fresca	43.8	40.1	34.7
Corn grain coarse grind 31.2 30.2 29.1			
Harina de soja (finamente molida)	24.2	22.4	20.0
Composición química (% MS)			
Materia seca (MS)	63.8	61.6	59.0
Proteína Bruta (PB)	18.5	18.4	18.4
Fibra Detergente Neutro (FDN)	29.4	30.6	32.2
Fibra Detergente Ácida (FDA)	15.1	16.4	18.2
Extracto etéreo (EE)	1.4	1.4	1.4
Cenizas	4.5	4.8	5.1

Cuadro 100: Consumo de MS, Producción y composición de la leche

Dieta	Control	6.4%T	15.3%T	ESM	P-value
Consumo de MS (kg/d)	18.6	18.9	18.7	0.63	0.96
Producción de leche (kg/d)	22.7	23.1	22.8	1.49	0.98
Grasa butirosa (%)	3.58	3.48	3.45	0.127	0.76
Proteína (%)	3.23	3.15	3.08	0.082	0.48
Lactosa (%)	4.34	4.42	4.36	0.106	0.84
Urea (%)	13.8	13.5	12.9	0.83	0.74

Referencias: ESM (Error estándar de las medias).

Cuadro 101: Parámetros sanguíneos de vacas lecheras del ensayo

	Control	6.4%T	15.3%T	SEM	Treatment	Time	Treatment × Time
Glucosa (mg/dl)	39.8	41.5	40.4	1.03	0.50	<0.0001	0.14
Urea (mg/dl)	27.9	30.2	27.1	1.89	0.50	<0.0001	0.13
Triglicéridos (mg/dl)	9.9	10.1	11.2	0.7	0.39	0.33	0.43
Colesterol (mg/dl)	95.2	102.9	113.2	9.06	0.39	0.55	0.20
BHBA, (mmol/L)	0.89	0.68	0.81	0.161	0.64	0.74	0.89
NEFA, (mmol/L)	0.034	0.032	0.028	0.004	0.47	<0.0001	0.001

Referencias: b-hydroxibutirato (BHBA) y ácidos grasos no esterificados (NEFA).

XI° Trabajo Experimental

Recría de vaquillonas y engorde de novillos en sistemas silvopastoriles del norte de Corrientes (Argentina)

Lacorte, S. M.; Goldfarb, M. C.; Giménez, L.; Núñez, F.; Quirós, O. G.

INTA-Campo Anexo Zaimán, CC 152, 3300 Posadas, Misiones. intasml@cys.net.com

La actividad forestal en la provincia de Corrientes comienza en la década del 70 con plantaciones mayoritariamente de *Pinus elliotii* (Aparicio, 2006). Inicialmente la integración de estos sistemas forestales con los ganaderos estaba acotada, en tiempo y espacio, al uso del ganado para reducir la biomasa forrajera al momento de la plantación y pastoreo de los callejones para eliminar el material combustible entre el tercero y quinto año hasta cerrarse el bosque (Ligier, 2002).

La integración entre ambos sistemas abarcó el 25 % del ciclo forestal total. Las áreas forestadas en la provincia cubren actualmente más de 400.000 ha, de las cuales en los últimos 10 años cerca de un 10% son manejadas como SSP con diferentes estados de desarrollo.

El ajuste en la densidad de plantación y el manejo ganadero surgieron como demandas para manejar estos sistemas. El objetivo de este trabajo fue comparar la producción animal (kg de carne/cabeza/día) en sistemas silvopastoriles, *Pinus elliotii* vs cielo abierto, evaluando 2 grupos de animales: a) recría de vaquillonas y b) engorde y terminación de novillos.

Materiales y métodos

Se inició el trabajo en Mayo de 2005, en dos establecimientos ganaderos del Norte de Corrientes, donde los suelos son Endoacueptes áfrica, franco fina, pertenecientes a la Unidad Cartográfica 66, conocidos localmente como Paso Tirante (Escobar et al., 1996). Este tipo de suelos constituyen una extensa planicie con hidromorfismo acentuado por drenaje deficiente y susceptibilidad al anegamiento. El pastizal original de esta unidad cartográfica fue similar en ambas experiencias y tratamientos, constituido por prados

húmedos y pajonales, con predominio de *Hypogonium virgatum* y *Sorghastrum agrostoides* y muy escasa presencia de *Axonopus compressus* (Pasto jesuita).

Esta última especie, de alto valor forrajero, se incrementa su producción cuando disminuye la competencia de otras especies por quemas o por aumentos de las condiciones de sombra (Lacorte et al., 2004).

En ambas experiencias el bosque fue de *Pinus elliotii*. En la recría de vaquillonas fue originado por regeneración natural (aproximadamente 11 a 12 años), pos corte de una tala rasa efectuada en 1996. En el sistema de engorde y terminación de novillos el pinar fue plantado en julio de 2001.

En el primer ensayo se usaron vaquillonas Braford destetadas al iniciar la experiencia y en el segundo se usaron novillos de 1 y 2 años de diferentes cruza. Se pesaron cada 60 días aproximadamente según el calendario de cada establecimiento. Se midieron la composición botánica por el método de los rangos en peso seco –DWRM (Haydock et.al, 1963), la disponibilidad de materia seca (kg MS/ha) y las ganancias diarias de peso (kg/cabeza/día).

Los tratamientos evaluados fueron: T0 (testigo)= Pastizal del tipo pajonal a cielo abierto, con 4.000 kg MS/cabeza/año de asignación forrajera; T1 (carga baja) y T2 (carga alta), ambos fueron sobre un Pastizal del tipo pajonal bajo la canopia de *Pinus elliotii*, con 4000 y 3000 kg MS/cabeza/año, respectivamente.

Las cargas fueron asignadas estimando la oferta forrajera total y los componentes botánicos con y sin valor forrajero al inicio del otoño.

Cuadro 102: Carga animal y asignación forrajera en dos SSP en el Norte de Corrientes.

Tratamiento Carga	Árboles	Asignación forrajera (kg MS/cab)	Disponibilidad Forrajera (kg MS /ha)	Carga animal (cabezas/ha)	Total de animales	Superf. potrero (ha)
Sistema Engorde de novillos						
T ₀ /baja	Sin	4000	1435	0.591	65	110
T ₁ /baja	Con	4000	2030	0.513	30	58.5
T ₂ /alta	Con	3000	2350	0.803	47	58.5
Sistema Recría de vaquillonas						
T ₀ /baja	Sin	4000	1600	0.340	65	38.5
T ₁ /baja	Con	4000	1300	0.325	30	20
T ₂ /alta	Con	3000	1400	0.500	47	20

Resultados y discusión

En el Cuadro 102 se muestra la asignación de cargas, disponibilidad de materia seca inicial (kg/ha), cab/ha resultante, superficie de los potreros y cantidad de animales evaluados en cada sistema.

La carga animal resultante en cada sistema fue diferente, debido a que en el área donde estuvo la Recría de vaquillonas el SSP estuvo en uso ganadero antes de iniciar la experiencia, mientras que en el sistema de engorde de novillos se iniciaba el ciclo ganadero.

En el Cuadro 103 se muestran las diferencias observadas en la producción de forraje total (kg MS/ha), producto del aporte del pasto jesuita

en cada uno de los sistemas y tratamientos.

Además de las diferencias en la disponibilidad del forraje se observa un mayor aporte del pasto jesuita en el de Recría de vaquillonas en ambas estaciones del año. El incremento del aporte de esta especie es resultado del sombreado ejercido por el pinar. La diferencia porcentual del aporte entre la carga alta y baja en este caso se debería a diferencias en la presión de pastoreo. En el cuadro 104 se muestra el número de árboles/ha, DAP (diámetro a la altura del pecho) y altura de cada SSP.

En el Sistema Engorde de novillos el mayor aporte del pasto jesuita es debido a la eliminación de la competencia por medio de quemas, que responden a normas de manejo del establecimiento.

Cuadro 103: Componente forrajero en dos SSP en el Norte de Corrientes.

Sistemas o grupos	Tratamientos/ Cargas	Forraje verde (total de gramíneas) (kg MS/ha)		Aportes de pasto jesuita (Axonopuss compresus) (%)	
		Verano	Invierno	Verano	Invierno
Recría de vaquillonas		Sistema Engorde de novillos			
	T ₀ = Sin pinos/ baja	2050	1840	11	8
	T ₁ = Con Pinos/ baja	3600	2280	6	6
	T ₂ = Con Pinos/ alta	2900	2080	10	5
Engorde de novillos		Sistema Recría de vaquillonas			
	T ₀ = Sin pinos/ baja	2760	1900	0	0
	T ₁ = Con Pinos/ baja	2700	1500	26	35
	T ₂ = Con Pinos/ alta	2760	2200	20	13

Cuadro 104. Características del bosque en dos SSP en el Norte de Corrientes.

	Árboles (pl /ha)	DAP (cm)	Altura (m)
Sistema Engorde de novillos			
T1= Con Pinos/ baja	321	7.5	4
T2= Con Pinos/ alta	294	5.7	3.5
Sistema Recría de vaquillonas			
T1= Con Pinos/ baja	154	20	10
T2= Con Pinos/ alta	163	19	10

Aunque en la Recría de vaquillonas el número de árboles es menor que en el Engorde de novillos, la altura alcanzada por el pinar y la reducida poda ejercen un mayor sombreado. En el Sistema Engorde de novillos la distribución de los árboles fue uniforme en líneas, dado que fue planificado para un SSP, permitiendo una mayor intensidad lumínica sobre el pastizal. Al inicio del ciclo ganadero coincidente con el de esta experiencia, el aporte de material muerto en el SSP promediaba el 45 % del total de la masa de forraje.

En el Cuadro 105 se muestra el desempeño animal en términos de ganancias de peso en Engorde de novillos y además en el de Engorde de novillos, la condición corporal y desarrollo genital de las vaquillas.

En las ganancias en el T0 se explican por

que el pastizal fue quemado en el otoño y estaba en plena brotación cuando se inició la experiencia. En T1 y T2, aunque el material muerto en ambos tratamientos fue importante, la oferta asignada permitió una mayor selectividad. Al finalizar el primer año se observaron cambios por una menor cantidad de material muerto y un mejor rebrote entre matas ocupadas por *Paspalum notatum* (pasto Horqueta).

En el Sistema Recría de vaquillonas, la mejor composición botánica en el pastizal produjo un mejor desempeño de las vaquillonas, debido a un mayor aporte del pasto jesuita y al efecto de reparo del dosel arbóreo durante el invierno.

En estos pastizales asentados sobre suelos con drenaje deficiente, denominados localmente "malezales", la presencia y aporte de la especie mencionada es escasa a nula.

Cuadro 105: Desempeño animal en dos SSP en el Norte de Corrientes.

	T ₀ / baja	T ₁ / baja	T ₂ /alta
Sistema Engorde de novillos			
Peso prom. Inicial Marz/05 (kg/cab)	350	225	309
Peso prom. Final Dic/06 (kg/cab)	475	398	457
Dif. PF – PI (kg/cab) 630 días	125	173	148
GDP (kg/cabeza/día)	0.198	0.275	0.235
Sistema Recría de vaquillonas			
Peso prom. Inicial Mayo/05 (kg/cab)	191	186	197
Peso prom. Final marzo/06 (kg/cab)	271	287	283
Dif. PF-PI (kg/cab) 315 días	80	101	86
GDP (kg/cabeza/día)	0,255	0,320	0,273
Producción/ha (kg/ha)	27	33	43
Condición Corporal (escala 1 a 9)	3.5	5	4
Desarrollo Genital (1a 4)	2	3	3

Consideraciones finales

La composición botánica bajo los pinos se modificó incrementándose el aporte del pasto Jesuita, especie de valor forrajero.

En ambos sistemas el desempeño animal fue superior en el SSP. En el Sistema Engorde de novillos fue posible lograr novillos livianos para consumo interno y el mercado local. En el Sistema Recría de vaquillonas fue posible adelantar el entore de la vaquillonas.

Conclusiones generales

Debido a la importancia que tienen los SSP, tanto en las regiones con climas tropicales y subtropicales como templado-fríos, se deberían continuar los estudios en estos sistemas evaluando diversas especies arbóreas y arbustivas y, también, especies forrajeras anuales y perennes.

Además, se debería profundizar el impacto de la capacidad de carga y tipo de animal sobre la evolución de la calidad y producción de la vegetación herbácea acompañante, buscando la mayor producción posible de carne o leche, manteniendo los pilares básicos de sustentabilidad productiva, social, económica y ambiental.

LITERATURAS CITADAS

Academia de Ciencias de Cuba, 1989 http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/library/maps/LatinAmerica_Atlas/Meeting2010/08Sep/18_CUBA.pdf. Consultado 2014

Aello, M.S. y Dimarco, O.N. 2004. Evaluación de alimentos. En: *Curso de nutrición animal*. Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP, Balcarce. 29-64.

Alonso, J. 2004. Factores que intervienen en la producción de biomasa de un sistema silvopastoril leucaena (*Leucaena leucocephala*) guinea (*Panicum maximum*). Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 120 p.

Alonso, P.H. y Puerto, M.A. (1979). "Efecto del arbolado sobre el suelo en diversas comunidades de pastizal". Centro de Edafología y Biología Aplicada C.S.I.C. Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Oeste. Anuario 1978. Salamanca España, Vol. V:263-277.

Alonso Lazo, J. y Flebes Pérez, G. 2003. Factores que intervienen en la producción de biomasa de un sistema silvopastoril *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* cv Perú) y guinea (*Panicum maximum* cv likoni). Tesis Doctor en Cs Agrícolas. Pp111

Alonso, J.; Ruiz, T.E.; Febles, G.; Jordán, H. y Achan, G. 2005. Evolución de la producción de biomasa en los componentes de un sistema silvopastoril leucaena-guinea. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 39 v.39, No 3, p-367.

Alonso, J.; Valenciaga, V.; Sampaio, R. A. y Demolin, G. L. 2007. Zoological diversity associated to a silvopastoral system leucaena-guinea grass with different establishment times. *Pesq. agropec. bras.* vol.42 no.12 Brasília.

Andrade, C; Carneiro, J; Valentim, J. 2002. Efeito do sombreamento sobre as taxas de acumulação de matéria seca de quatro gramíneas forrageiras. *Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia* 39.

Anderson, P.T., Berger, W.G., Merkel, R.S. and Hawkins, D.R. 1988. The effect of dietary crude protein level on rate, efficiency and composition gain of growing beef bulls. *J.*

Anim.Sci. 66:1990-1996 Ankom Technology 2008. Procedures for fiber and in vitro analysis http://www.ankom.com/09_procedures/Crude%20Fiber%20Method%20A200.pdf (Consulta: 10/2010).

Aparicio J.L.; López, J.L. y Caniza, F. 2006. Respuesta de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y pino híbrido a cuatro técnicas de preparación del terreno en el sudoeste de Corrientes. *Jornada Forestal EEA, INTA Bella Vista*. Ea. San Antonio, Corrientes.

Araujo L.C. 2011. Modelos matemáticos para estimar la producción de *Panicum maximum* cv. mombaza en la región del Estado de San Pablo. Tesis Doctoral. Universidad de San Pablo.

Argel, P.J.; Lascano, C.E. 1995. *Cratylia argentea*: Una Nueva Leguminosa Arbustiva para Suelos Ácidos en Zonas Subhúmedas Tropicales. CENAGRO (2002). Tercer Censo Nacional Agropecuario. INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos).

Argel, P.J y Masas, B. 1995. Evaluación y adaptación de leguminosas arbustivas en suelos ácidos infértiles de América tropical. In: *Proceedings of the Workshop "Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils"*. Evans, D.O. y Szott, L.T. (eds.). Nitrogen Fixing

Tree Association (NFTA) and Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. pp 215-227.

Association Of Official Analytical Chemists AOAC 1995. *Official methods of analysis*. 16th Ed. The Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA Association Of Official Analytical Chemists (AOAC)., 2005. *Official Method 942.05. Determination of Ash in Animal Feed*. En *Official Methods of Analysis of AOAC International* (18 ed.). Gaithersburg, MD, USA.

Auquilla, R. 2005. Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. pp. 123

Bailey, R. W. 1958. Reactions of pentoses with anthrone. *Bioch. J.* 68:669. Baldelomar, Z, E; Rojas, C.A y Cortéz, M. 2008. Producción y análisis bromatológico de tres gramíneas tropicales (*B. decumbens*, *Panicum maximum*,

cv Tanzania y cv Gatton). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia U.A.G.R.M. Bolivia http://www.fcv.ua-grm.edu.bo/sistemabibliotecario/doc_tesis/BALDELOMAR,%20Z.E.-20101115-095615.pdf Consulta 07/2013

Barahona Rosales, R, Sánchez Pinzón, S., 2005. Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Revista Corpoica*. 6: 69 – 82.

Barahona Rosales, R; Sánchez Pinzón, S; Murgueitio, E; Chará, J. 2014. Contribución de la *Leucaena leucocephala* Lam (de Wit) a la oferta y digestibilidad de nutrientes y las emisiones de metano entérico en bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. En: Premio Nacional de Ganadería José Raimundo Sojo Zambrano, modalidad Investigación Científica. Bogotá, Colombia, *Revista Carta Fedegán* 140:66-69.

Baumer, M. 1991. Animal production, agroforestry and similar techniques. *Agroforestry Abstracts*, 4(4): 179-98.

Beer, J.; Harvey, C.; Ibrahim, M.; Harmand, J.M.; Somarraba, E. y Jiménez F. 2003. Servicios Ambientales de los Sistemas Agroforestales. *Agroforestería de las Américas*, Vol. 10 No 37-38. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 80-87.

Benavidez, J.E; Rodríguez, R.A y Borel, R. 1995. Producción y calidad de forraje de King Grass (*P. purpureum* x *P. typhoides*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*) en asociación. In: *Arboles y arbustos forrajeros en América Central*. Benavides, J.E. (comp. y ed.). Turrialba, Costa Rica. CATIE. Vol. II. pp 441-452.

Bernal, J. y Espinosa J. 2003. *Manual de nutrición y fertilización de pastos*. IPNI. Colombia y Ecuador.

Bernal, L; Ávila, P; Ramírez, G; Lascano, C; Tiemann, T y Hess, H. 2008. Efecto del ensilaje y el heno de *Calliandra calothyrsus*, *Flemingia macrophylla*, *Cratylia argentea* y *Vigna unguiculata* sobre la producción de gas in vitro Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. *Zoot. Est. Maestría Ciencias Agrarias Producción Animal Tropical*

Betancourt, P., González, J., Figueroa, B. y González, F. 2005. Organic Matter and soil characterization during restoration processes with cover crop on temperate areas of México. Disponible en: <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/art139148.pdf>. Fecha de consulta: 1/4/05.

Blackshaw, J. K., & Blackshaw, A. W. (1994). Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. *Animal Production Science*, 34(2), 285-295

Boschini, C. 2006. Nutrientes digeribles, energía neta y fracciones proteicas de la morera (*Morus alba*) aprovechables en vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana* 17(2):141-150.

Botero, R. 1992. Estrategias para la alimentación de rumiantes con forrajes tropicales en sistemas de producción sostenible. In: *Memorias del foro sobre "Estrategias para la Producción Animal en el Proceso de Integración Colombo-Venezolana"*. Asociación Venezolana de Producción Animal (AVPA), Universidad Nacional Experimental del Táchira y Universidad Francisco de Paula Santander. San Cristobal, Venezuela. 18p.

Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Ediciones Blume, Madrid. 820 pp.

Broom, DM; Galindo, FM; Murgueitio, E. 2013. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences* 280:2013-2025.

Buffington, D. E. y Collier, R. J. 1983. Dairy housing II. In: *National Dairy Housing Conference, 2, Proceedings*. Joseph, Michigan USA, American Society of Agriculture Engineers. P.100-7.

Buxton, D.R. y Fales, S.L. 1994. Plant environment and quality. En: *Forage Quality Evaluation and Utilization*. Edited by American Society Agronomy Crop Science Soc. of American, Madison, USA, pp. 155-199.

Cabrera, L. A. 1976. "Regiones fitogeográficas argentinas". *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Tomo II Fasc. N° 1. 2° Edición Bs. As.

Camarao, A. P.; Simao Neto, M.; Serrao, E. A. S.; Rodrigues, I. A.; Lascano, C. E. 1990. Identificação e composição química de espécies invasoras de pastagens cultivadas e consumidas por bovinos em Paragominas, Pará. Belém: EMBRAPA-CPATU. 62p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 104).

Cameron, D.; Rance, S.; Edwards, D.C. and Jones, D. 1994. Arboles y pastura: un estudio sobre los efectos del espaciamiento. *Agroforestería en las Américas*. p.18-20.

Canul J.R., J.G. Escobedo, P.E. Lara y M.A López. 2006. Influencia de la asociación *Gliricidia sepium* -*Tithonia diversifolia* -*Cynodon nlemfuensis* en el rendimiento y componente del forraje. 4to Resúmenes Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal 3er Sostenible y Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles

para la Producción Ganadera Sostenible. EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba.

Cárdenas, A.; Reyes, B.; Ríos, N.; Woo, A.; Ramírez, E. y Muhammad, I. 2007. Impacto de los sistemas silvopastoriles en la calidad del agua de dos microcuencas ganaderas de Maniguas, Nicaragua. *Encuentro Gestión Ambiental*, Vol XXXIX No77. UCA, Managua, Nicaragua. P.70-77.

Carneiro Pedreira, B.; Behling, M.; Wruck, F.J.; Barbosa, D.A.; Palma Meneguel, J.L.; Carnevali, R.A.; Bastos Lopes, L. y Tonini, H. 2013. Integración Cultivos-Ganadería-Bosque: experiencias en Mato Grosso, Brasil. <http://es.slideshare.net/alexsuarezlastra/integracion-de-cultivos-ganaderia-bosque> Carnevali, R. 1994. “Fitogeografía de la Provincia de Corrientes”. Gobierno de la Provincia de Corrientes - I.N.T.A. 324 p.

Carrasco Ríos L, 2009. Efecto de la radiación ultravioleta-B en plantas. Volumen 27, N° 3, Páginas 59-76 IDESIA (Chile) Septiembre – Diciembre. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292009000300009

Carvalho, M.M.; Xavier, D.F. y Alvim, M.J. 2003. Arborização melhora a fertilidade do solo em pastagens cultivadas. *Comunicado técnico*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 4p

Casasola, F., M. Ibrahim, C. Sepúlveda, N. Ríos & D. Tobar. 2009. Implementación de sistemas silvopastoriles y el pago de servicios ambientales en Esparza, Costa Rica: una herramienta para la adaptación al cambio climático en fincas ganaderas, p. 169-188. In: M. Ibrahim & C. Sepúlveda (Eds.) Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático en América Central. Centro Agronómico Tropical (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

Casaubon E., Peri P., Cornaglia P., Cueto G., Rossi C. y González A. 2009. Establecimiento de sistemas silvopastoriles en el delta del río Paraná: Evaluación del daño animal. 1° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones. Ed. INTA. 232-238.

Castillo, E.; Ruiz, T.; Crespo, G.; Galindo, Juana.; Chongo, Bertha y Hernández, J. L. 1998. Efecto de la suplementación con caña/urea en machos bovinos que pastan en áreas de pastos naturales asociadas totalmente con *Leucaena*. *Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”*. EEPF “Indio Hatuey”. Cuba

Chay A.J., J.G. Escobedo, U. Ramírez, D. Marrufo y J. Gutiérrez. 2006. Productividad de *Tithonia diversifolia* intercalado a *Cynodon nlemfuensis* y *Gliricidia sepium* abonado con ovinaza. 4to Resúmenes Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal 3er Sostenible y Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción Ganadera Sostenible. EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba.

Chongo, B.; La O, O.; Delgado, D.; Scull, I.; Santos, Y. y Galindo, J. 1998. Polifenoles totales y degradación ruminal “in situ” del N en árboles forrajeros promisorios para la alimentación del ganado. . *Memorias III Taller Internacional Silvopastoril “Los árboles y arbustos en la ganadería”*. EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba, pág. 67.

CIAT 2000. Producción de leche y otros parámetros productivos con diferentes cultivares de *Brachiarias* (Mulato, Señal y Toledo). Cali, Colombia.

Clavero, T. 1996. Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. (Ed. T Clavero). Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes, Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela.

Connell J. 1978. Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science* 199:1302-1310. Connor, D.J. 1983. Plants stress factors and their influence on production of agroforestry plant associations. In: P.A. Huxley (ed.). *Plant Research and Agroforestry*. ICRAF, Nairobi. p. 401-24.

Cordel, J.; Simard, S.; Bauhus, J.; Seely, B.; Prescott, C.; Hampel, H. 2008. The influence of nurse-trees on biomass production and allocation in understorey plantings of *Toona ciliata* Roem. in Argentina. *Process controlling productivity in tropical plantations*. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO). [Porto Seguro, Bahia, Brasil, 10-14 nov. 2008]. p. 55-56.

Cornacchione, M.V.; Fumagalli, A.E. y Salado, 2003. Ganancia de peso de vaquillonas en pastoreo de tres gramíneas tropicales bajo dos niveles de carga animal. Congreso AAPA 2003 <http://www.aapa.org.ar/congresos/2003/NaPdf/Na55.PDF>

CORPOICA. 2001. Especies promisorias de la Amazonia. Conservación Manejo y utilización del germoplasma. Produmedios. Florencia, Colombia.

CORPOICA, 2001b Evaluación de diferentes frecuencias de corte en Guinea mombaza (*Panicum maximum*) bajo condiciones de sol y sombra natural influenciada por el dosel de campano (*Pithecellobium saman*) en Sampedrés, Sucre. *Rev. Colombiana cienc. Anim.* 4(2):377-395, 2012.

Corral Flores, G; Rodríguez-Echavarría, ME; Solorio-Sánchez, B; Alarcón-Rojo, AD; Grado-Ahuir, JA; Rodríguez-Muela, C; Cortés-Palacios, L; Segovia-Beltrán, VE; Solorio-Sánchez, FJ. 2012. Calidad de la carne de bovinos engordados en un sistema silvopastoril intensivo en dos épocas del año. En: *Memorias, IV Congreso Internacional Sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos en la Ganadería con Ciencia* [Morelia, México, 21-23 mar. 2012]. p. 113-122.

Couto, O. y Couto, L. 2015. Una visión general de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles con Eucalipto en Brasil. *Agroforestería para Producción Animal en Latinoamérica*. <http://www.fao.org/Ag/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/daniel21.pdf>

Cruz, P. 1997. Effect of shade on the growth and mineral nutrition of a C4 perennial grass under field conditions. *Plant and Soil* 188:227-237.

Daly, J.J. 1984. Cattle need shade trees. *Queensland Agricultural Journal*, 110 (1): 21-24.

Da Veiga, J.B y Da Veiga, D.F; 2008. *Sistemas silvopastoriles en la Amazonia Oriental*. <http://www.fao.org/wair-docs/lead/x6343S/x6343S00.htm>

Delgado, H. y Ramirez, L. 2014. Árboles y arbustos forrajeros como alternativa alimenticia para la ganadería bovina y su impacto sobre la productividad animal. http://www.avpa.ula.ve/libro_desarrollosost/pdf/capitulo_32.pdf

De León, M, Peuser, R; Luna, G; Boetto, C y Bulaschesvich, MC, 1995. Nuevas forrajeras promisorias para el norte de Córdoba. En: *Segundas jornadas de producción ganadera en zonas semiáridas INTA Jesús María*. Córdoba, Argentina. Pp. 13-23

Del Pozo, P.P. 2002. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. *Pastos XXXII* (2), 109-137.
Denium, B. 1966. Influence of climatological factors on the chemical composition and feeding value of herbage. In *International Grassland Congress, 10th Helsinki*. Pp 415-418

Díaz, A., Castillo, E., Martín, P.C. y Hernández, J.L. 2013. Preceba de toros mestizos lecheros en pastoreo con glycine (*Neonotonia wightii*) y gramíneas tropicales con suplemento activador del rumen *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 47, Número 1, 2013. 23

Dimarco, O.N. y Aello, M. 2004. Costo energético de la actividad vacuna en pastoreo. www.nutriciondebovinos.com.ar. (Consulta: 11/2010)

Escobar, E.H.; Melgar, R.; Ligier D.; Matteio, H. y Vallejos. 1996. "Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes, 1:500.00". Área Producción Vegetal y Recursos Naturales. INTA - EEA Corrientes. 432p. *Eucaliptus-Saponinas*, 2010. Últimos avances en Farmacopea. <http://www.maca-peruana.com/eucalipto.htm>.

Fariás Mármol, J; Chirinos, Z, González, I y Faría, J.R., 2010. Producción de materia seca y características de crecimiento de *Centrosema pubescens* en una zona de bosque seco tropical de Venezuela. <http://www.avpa.ula.ve/congresos/ALPA97/PF17.pdf>

FAO. 2010. Las etapas decimales del crecimiento de Trigo. *Escala Zadoks*. <http://www.fao.org/DOCREP/006/X8234E/x8234e05.htm> (Consultado 01/13)

FAO. 2015. *Perspectivas regionales*. Oficina regional de la FAO para América latina y el Caribe.

Fassola, H; Lacorte, S; Pachas, N; Pezzuti, R. 2005. Factores que influyen la producción de biomasa forrajera de *Axonopus jesuiticus* Valls, bajo dosel de *Pinus taeda* L. en el nordeste de Corrientes, Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA* 34(3):21-38.

Febles, G y Ruiz, T.E., 2008. Evaluación de especies arbóreas para sistemas Silvopastoriles. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 2º época. Vol. 12 nº 1. 5-27.

Fernández, D.; Suárez, J.J. y Valdivia, R. 1990. Evaluación de leguminosas para corte en suelo latosólico de la provincia de la Habana en condiciones de riego y secano. *Resúmenes. Seminario Científico Internacional del Instituto de Ciencia Animal*. Cuba

Fernandez J., Zapata, A, y Giraldo L. A. 1999. Uso de la *Acacia Decurrens* como Suplemento Alimenticio para Vacas Lecheras, en Clima Frio de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Producción Animal. Coordinador CONISILVO (Consorcio para la Investigación y Desarrollo de Sistemas Silvopastoriles).

Fernández Mayer, A.E, 1999. Silaje de planta entera de maíz, sorgo, pasturas y cereales de invierno. *Material didáctico N° 5*. ISSN 0326-2626 . 50 pp

Fernández Mayer, A.E. 2001. Suplementación energética y proteica y sus efectos en la producción de carne y leche en rumiantes. Material didáctico N° 6 (INTA) ISSN 0326-2626 . 80 pp

Fernández Mayer, A.E. 2006. La calidad nutricional de los alimentos y su efecto sobre la producción de carne y leche. Serie didáctica INTA N° 8 ISSN 0326-2626.

Fernández Mayer, A.E. 2015. Evaluación de parámetros energéticos-proteicos y productivos del *Panicum maximum* y *P. coloratum*, en diferentes etapas de madurez y por efectos de defoliaciones periódicas. Su impacto sobre los sistemas de producción de carne bovina. Estrategias de mejora. Tesis Post-Doctoral Instituto de Ciencia Animal (ICA). Universidad Nacional Agraria de La Habana, Cuba. Pp. 171.

Fernández Mayer, A.E., Santini, F.J., Rearte, D.H., Mezzadra, C., García, S.C. y Manchado, J.C. 1998. Engorde a corral de novillos alimentados con silaje de maíz como dieta base. respuesta productiva a diferentes niveles de grano de maíz y harina de girasol. Tesis Magister Sci. INTA Balcarce-UNMdP, pp 89

Fernández Mayer, A.E. y Tomaso, J.C. 2003. Sistema de Engorde Intensivos. Serie Didáctica INTA N° 7. ISSN 0326-2626 150 pp.

Fernández Mayer, A.E.; Stuart, R.; Chongo, B y Martín, P.C. 2012. Contribución a viabilidad de los sistemas de producción de carne de la región subhúmeda y semiárida de la Argentina. Estrategias de mejora. Tesis de Doctorado. Instituto de Ciencia Animal (ICA) Mayabeque, Cuba. Pp 151

Fernández Mayer, A.E.; Stuart, R. Herrera, R; Torres, V. y Martín, P.C. 2015. Evaluación de parámetros energéticos-proteicos y productivos del *Panicum maximum* y *P. coloratum*, en diferentes etapas de madurez y por efectos de defoliaciones periódicas. Su impacto sobre los sistemas de producción de carne bovina. Estrategias de mejora. Tesis de Pos-Doctorado. Instituto de Ciencia Animal (ICA) Mayabeque, Cuba. Pp 171

Fernández Olano, J; Pérez Vargas, A y Ayala Vera, J.R. 2006. Alternativas para la producción de semillas de *Centrosema pubescens* ecotipo Villanueva en la provincia de Las Tunas. Tesis M.Sc. Universidad de Matanzas, Cuba.

Fisher A.D., Roberts N., Bluett S.J., Verkerk G.A., Matthews L.R.. 2008. Effects of shade provision on the behaviour, body temperature and milk production of grazing dairy cows during a New Zealand summer. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 51 (2), 99-105.

Flamenbaum, I. 2009. Alta producción de leche en condiciones de estrés calórico (el caso Israeli). http://www.nutriciondebovinos.com.ar/MD_upload/Library/Authors/I_Flamenbaum.htm (Consulta 07/2010)

Foidl. 2001. The potential of *Moringa oleifera* for agricultural and industrial uses. *Proceedings of the 1st What development potential for Moringa products?*. Dar Es Salaam, Tanzania.

Fox, D.G., Tytlutki, T.P., Tedeschi, L.O., Van Amburgh, M.E., Chase, L.E., Pell, A.N., Overton, T.R. & Russell, J.B. (2000). The Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Herd Nutrition and Nutrient Excretion: Model Documentation. Mimeo No. 213. Animal Science Department, Cornell University, Ithaca, NY.

Gagliostro, G.A y Gaggiotti, M. 2002. Evaluación de alimentos para rumiantes e implicancias productivas. http://www.produccionbovina.com/tablas_composicion_alimentos/14-evalalimentos.pdf

Galindo J. 2004. Efecto de metabolitos secundarios de especies vegetales arbóreas y arbustivas en la población microbiana ruminal de animales. Proyecto Optimización de la fermentación microbiana ruminal mediante el empleo de técnicas manipuladoras. Programa Biotecnología Agrícola. Informe final etapa de investigación. CITMA. La Habana, Cuba.

Galindo, J. 2009. Los árboles como controladores de la producción de metano en rumen. VIII Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". Varadero, Matanzas, Cuba. 190 pp

Galindo, J; Marrero, Y; González, N y Aldama, A; 2001. Efecto de *Gliricidia sepium* en la población protozoaria y organismos celulolíticos ruminales. *Rev. Cubana de Ciencia Agrícola*, 35 (3): 235

Galli, J.R. 1996 Las pasturas como fuentes de alimentación de rumiantes. Pp.27-39. En *Producción animal en pastoreo*. Ed: Cangiano. EEA INTA Balcarce. Argentina

Garavito, U. 2008. *Moringa oleifera*, alimento ecológico para ganado vacuno, porcino, equino, aves y peces, para alimentación humana, también para producción de etanol y biodiesel. http://www.engormix.com/moringa_oleifera_alimento_ecologico_s_articulos_1891_AGR.htm

García, C. 2014. Ecología Forestal: Estructura, Funcionamiento y Producción de las masas forestales. http://www.ub.edu/ecologia/Carlos.Gracia/PublicacionesPDF/La_madera.pdf

Garcia, R. y Couto, L. 1997. *Sistemas Silvopastoris: Tecnologia Emergente de Sustentabilidade*. In: *Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pajeio*. Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa - MG. p. 446-71.

García D.E y Medina, M.G. 2006. *Metodologías para la evaluación de especies arbóreas y arbustivas en sistemas silvopastoriles*. Memorias (CD ROM). Curso Nacional sobre Metodologías para el Manejo y Evaluación de Sistemas Agroforestales. INIA. Trujillo, Venezuela.

García D.E., Medina, M.G., Humbría, J., Domínguez C.E., Baldizán, A., Cova, L.J y Soca, M. 2006. *Composición proximal, niveles de metabolitos secundarios y valor nutritivo del follaje de algunos árboles forrajeros tropicales*. Arch. Zootecnia, 55(212): 373-384.

García-Trujillo R, Pedrosa DM. 1989. *Alimentos Para Rumiantes*. La Habana, Cuba. Ed. Enpes. Gaviria, X; Sossa, CP; Montoya, C; Chará, J; Lopera, JJ; Córdoba, CP; Barahona, R. 2012.

Producción de Carne Bovina en Sistemas Silvopastoriles Intensivos en el Trópico Bajo Colombiano En: Rogerio Martins (Ed.). *Memorias, VII Congreso Latinoamericano de Sistemas Agroforestales para la Producción Animal Sostenible* [Belén, Pará, Brasil, nov. 2012]. Versión digital.

Geraldine.F; Simón, L. y Soca, M. 1996. *Producción de biomasa de A. lebeck y L. leucocephala*. Resúmenes. Taller Internacional "Los árboles en los sistemas de producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Cuba

Giraldo, A.V. 2000 *Sistemas Silvopastoriles, Alternativa Sostenible para la Ganadería Colombiana*. Medellín, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Producción Animal, Proyecto CONISILVO. 182p.

Giraldo, A.V. 2014. *Potencial de la arborea guácimo (Guazuma ulmifolia), como componente forrajero en sistemas silvopastoriles*. <http://www.fao.org/AG/Aga/AGAP/FRG/AGROFOR1/Girald13.htm>

Giraldo V L A y Bolívar V D 2004 *Evaluación de un sistema silvopastoril de Acacia decurrens asociada con pasto kikuyo Pennisetum clandestinum, en clima frío de Colombia*. p. 82-85. En: *Asociación Nacional de Productores de Leche (ANALAC) (Ed.). Ganadería ecológica. Memorias técnicas*. Bogotá, Produmedios. 102p.

Goering, H.K y Van Soest, P.J. 1970. *Agric Handbook n° 379* URS USDA Washington DC González G., Rossi C., Pereyra A., De Magistris A., Lacarra H., Varela E.. 2008. *Determinación de la calidad forrajera en un pastizal natural de la región del delta bonaerense argentino*. Zootecnia Tropical, 26(3):223-225.

Gonzales, R.; Anzúlez, M.A.; Vera, S.A.; Riera, ZL, (2012) *Manual de pastos tropicales para la amazonia ecuatoriana*. Pp 34. <file:///C:/Users/Anibal/Documents/AFICHES/manual-pastos-tropicales-rae.pdf>

Goldfarb, M; Lacorte, S; Giménez, L; Núñez, F; Fassola, H; Pachas, A; Pinazo, M. 2007. *Producción animal en sistemas silvopastoriles del norte de Corrientes*. 5ta Reunión de Producción Vegetal y 3ta de Producción Animal del noroeste argentino (NOA). [San Miguel de Tucumán, Argentina, 26-27 abr. 2007].

Goldfarb, M; Esquivel, J; Núñez, F; Quirós, O. 2013. *Variación en la humedad gravimétrica en suelos arenosos forestados con pino híbrido*. 4to Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano [Iguazú, Misiones, Argentina, 28-30 sept. 2010].

Goldfarb, M; Núñez, F; Quirós, O; Aranda, R. 2014. *Producción forrajera de Brachiaria brizantha cv Marandú en un sistema agroforestogadero de pino híbrido F2*. XXXVII Congreso Argentino de Producción Animal [Buenos Aires, Argentina, 20-22 oct. 2014]

Gómez, M.E; Rodríguez, L.; Murgueitio, E; Ríos, C.I; Molina, C.H; Molina D. 1995. *Arboles y Arbustos Forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica*. CIPAV. Cali, Colombia. 129p.

Gómez G F Ríos G J y Quiceno A J 2000. *Enfoque Silvopastoril de tres Subsistemas Bovinos de Doble Propósito en un Contexto Micropredial Andino*. Manizales, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) – Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria. 15p.

Gómez, M.E, Rodríguez, L, Murgueitio, E, Méndez, M.R y Molina, C.H. 2002. *Arboles y Arbustos Forrajeros Utilizados en Alimentación Animal como Fuente Proteica*. http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061024152517_Arboles%20y%20arbustos%20%20forrajeros%20alimentacion%20animal.pdf

Gómez, M.E; Rodríguez, L; Murgueitio, E; Ríos, C.I; Méndez, M.R; Molina, C.H; Molina, E y Molina, C.P, 2008. *Arboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animales como fuente proteica*. Editado por el Centro de investigación en sistemas sostenibles de Producción agropecuaria. <http://201.234.78.28:8080/dspace/bitstre>

am/123456789/664/1/20061024152517_Arboles%20y%20arbustos%20%20forrajeros%20alimentacion%20animal.pdf

González, Yolanda; Hernández, A y Mendoza, F. 1998. Comportamiento de la germinación y viabilidad de las semillas de leguminosas arbustivas. I. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. Memorias. III. Taller Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". 1998 Cuba

González, S.E y Mejías, I. 1994. Utilización de la morera como reemplazo parcial del concentrado en la crianza artificial de terneras. Tesis de grado. Facultad de Zootecnia Universidad Nacional de Colombia. de Palmira, Colombia

Gualdrón Calderón E y Padilla Charry, C. 2007. Producción y calidad de leche en vacas Holstein en arreglos Silvopastoriles de *Acacia decurrens* y *Alnus acuminata* asociadas con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Tesis de grado. Univ. De La Salle. Facultad de Zootecnia. Colombia. <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/6842/T13.07%20G931p.pdf?sequence=1>

Guiot García, J.D y Meléndez, F. 2015. Nava Excelente alternativa para producción de carne y leche en zonas tropicales. <http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interes/historias-exito/mexico/brachiaria-hibrida-mulato/Haydock, K. P., Shaw, N. H., 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15, 663-670.>

Hernández, C. A. ; Alfonso, A. y Duquesne, P. 1986. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas herbáceas. I. Ceba inicial. Revista Pastos y Forrajes. Cuba.

Hernández, I. 1996 Manejo de las podas de *L. leucocephala* para la producción de forraje en el periodo seco en Cuba. Tesis para optar por el grado de Master Scientiae. CATIE. Costa Rica

Hernández, M. y Sánchez, S. 1998. Aporte de follaje arbóreo en la producción de biomasa de guinea y en la fertilidad del suelo. Memorias. III. Taller Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Cuba.

Hernández, Pérez, Bosch, Rivero, Camacho, Ruiz, Jaimez, Marson, Obregón, Torres, González, Orellana, Panque, Mesa, Fuentes, Durán, Pena, Cid, Ponce, Hernández, Frómata, Fernández, Garcés, Morales, Suárez, Martínez y Ruiz, 1999. Suelos de la EE Pastos y Forrajes de Indio Hatuey, Cuba. <http://biblioteca.ihatuey.cu/link/tesis/tesis/jesusiglesias.pdf> (Consulta: 01/2015)

Hernández, I. 2000. Utilización de las leguminosas arbóreas *L. leucocephala*, *A. lebbeck* y *B. purpurea* en sistemas silvopastoriles. (Tesis de Doctorado). La Habana: ICA, EEPF "Indio Hatuey", 2000.

Hernández, I, Benavides, J. E., Simón; L y Pérez, E. 2007. Efecto de la adición en el suelo del follaje de *Leucaena leucocephala* en la producción de Biomasa de *Panicum maximum*. La Habana: ICA, EEPF "Indio Hatuey", 2001.

Hernández, M. y Sánchez, S. 2006. Evolución de la composición química y la macrofauna edáfica en sistemas silvopastoriles. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Centro de Convenciones de Plaza América, Varadero, Cuba (CD-Room)

Hernández Gil, R. 2014. Características ecofisiológicas de las plantas C3 y C4. <http://www.forest.ula.ve/~ruben-hg/fotosintesis/Holdridge, L.R. 1967. Life Zone Ecology. Tropical Sc. Centre, San Jose, California, USA.>

Humphreys, L.R. 1981. Environmental adaptation of tropical pasture plants. Mcmillan Publishers, London. 216p.

Iglesias, J.M., Simon, L., Docazal, G., Aguilar, A. y Duquesne, P. 1994. Asociaciones y/o bancos de proteína: alternativas para la cría de hembras en desarrollo en condiciones de bajos insumos. Pastos y Forrajes. 17:83

Iglesias J.M, Simón, L, Lamela, L, Hernández, D, Hernández, I, Milagros Milera, Castillo, E y Tania Sánchez. 2006. Sistemas agroforestales en Cuba: algunos aspectos de la producción animal. Vol. 29, Núm. 3

Kass D. 1999. Proyecto *Tithonia diversifolia*. Agrofor. Amér., 16(23): 1-5.

Knowles, R. L. 1991. New Zealand experience with silvopastoral systems: A review. Forest Ecology and Management, 45:251-167.

Krebs, C. 1989. Ecological Methodology. Harper & Row. New York, E.E.U.U. 470 pp.

Labesca. 2000. Factores Antinutricionales: Técnicas de Análisis. Laboratorio de Evaluación y Control de Sistemas Agroambientales. Universidad Rómulo

Laborde, H.E., Arelovich, H.M., Matone, S., Suardiaz, G., Canelo, S., Fernández, H., Oyola, J. 2005. Efecto de la frecuencia de suplementación con grano de soja sobre el consumo y la digestibilidad de paja de trigo con novillos. *Rev. de AAPA. 28° Congreso Arg. de Producción Animal. Vol 25 Supl. 1* ISSN 0326-0550. Pag. 58

Lacorte, S.; Fassola, H.; Domecq, C.; San José, M.; Hennig, A.; Correa, M.; Ferrere, P.; Moscovich, F. 2003. Efecto del pastoreo en el crecimiento de *Grevillea robusta* Cunn. y la dinámica del pastizal en Misiones, Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 32(2):79-97.

Lacorte, S.; Fassola, L.; Pachas, N.; Colcombet, L. 2004. Efecto de diferentes grados de sombreado con y sin fertilización fosfórica, sobre la producción de un pastizal modificado con predominio de *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv. en el sur de Misiones, Argentina. *Actas, XI Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. [Eldorado, Argentina, 2004]. p. 1-9.*

Lacorte, S.; Hennig, A.; Domecq, C.; Pachas, A.; Fassola, H.; Keller, A. 2006. Intersiembra de leguminosas forrajeras cultivadas en pastizales bajo dosel arbóreo de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en el sur de Misiones, Argentina. *XII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF, UNaM, INTA. [Eldorado, Misiones, Argentina, 8-10 jun. 2006]. p. 17.*

Lacorte, S y Esquivel, J. 2009. *Sistemas silvopastoriles en la Mesopotamia Argentina. Reseña del conocimiento, desarrollo y grado de adopción. 1er Congreso nacional de sistemas silvopastoriles. Posadas, Misiones. p. 70-82.*

Lacorte, S.; Domecq, C.; San José, M.; Hennig, A.; Fassola, H.; Pachas, A.; Colcombet, L.; Hampel, H.; Espíndola, F. 2009. *1er Congreso nacional de sistemas silvopastoriles. [Posadas, Misiones, Argentina, 14-16 mayo 2009]. p. 400-411.*

Laguado W G 2003 De Ganadería extensiva a sistemas silvopastoriles: Una opción de cambio en el Uso de la Tierra y de proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). *Cambium* 1 (6):1-3: www.carbonoybosques.org/publicaciones/V1n6.pdf

Lambers, H.; Chapin, S. & Pons, T. 1998. *Plant physiological ecology. Springer-Verlag. New York. Pp. 392*

Lascano, C.E.; Maass, B y Keller-Grein, G. 2005. Forage quality of shrub legumes evaluated in acid soils. In: *Proceedings of the Workshop "Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils". Evans, D.O. and L.T. Szott (eds.). Nitrogen Fixing Tree Association (NFTA) and Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. pp 228-236.*

La, O.; Chongo, B.; Dayleni, F.; Schull, I y Ruiz, T.E.; 2003. Características químicas de diferentes ecotipos de *Leucaena leucocephala*, según la época del año. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 37, No. 2, 193-199

León, M. 2004. *Ampiando la frontera ganadera. Informe Técnico N° 1. INTA. ISSN 1668-2890. Pp 28*

Ligier, D. 2002. *Análisis ambiental-productivo de sistemas alternativos a la ganadería en la provincia de Corrientes. XIX Reunión de Grupo Técnico en forrajeras del Cono Sur. Zona Campos. Memorias. Mercedes Corrientes, Argentina. 60-66*

Lins, C. 1985. *Sistema silvopastoril na Jari. In: Informe del Curso Taller sobre Investigación Agroforestal en la Region Amazonica. Nairobi, ICRAF. P. 372-90.*

Lissarrague, J.R.; Baeza, P y Sanchez de Miguel, P. 2014. *La Fotosíntesis. <http://ocw.upm.es/produccion-vegetal/viticultura/contenidos/Fotosintesisvid.pdf>. Consulta: enero 2015*

Lok, S. 2006. *Estudio y selección de indicadores de estabilidad del sistema suelo-planta en pastizales en explotación. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. ICA, La Habana, Cuba. 120 p.*

Lombo Ortiz, D.F. 2012. *Evaluación de la disponibilidad de biomasa y capacidad de rebrote de leñosas forrajeras en potreros del trópico seco de Nicaragua. Tesis de Magister. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9284E/A9284E.PDF>*

Ludden, P.A. y Kerley, M.S. 1997. Amino acid and energy interrelationship in growing beef steers: 1. The effect of level of feed intake on ruminal characteristics and intestinal amino acid flows. 75:2550-2560.

Ludlow, M.M. y Wilson, G.L. 1971. Photosynthesis of tropical pasture plants. 2. Temperature and illuminance history. *Aust. J. Biology Science*, 24: 1065-76.

Maass, B. L. 1995. *Evaluación Agronómica de Cratylia argentea (Desvaux) O. Kuntze en Colombia. En: Potencial del Género Cratylia como Leguminosa Forrajera.*

Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). EMBRAPA, CENARGEN, CPAC y CIAT, *Memorias Taller sobre Cratylia realizado del 19 al 20 de julio de 1995 en Brasilia, Brasil*. p. 62-74.

Machado, R y Yeseika, O. 2004. Evaluación de genotipos mejorados de *Panicum maximum* en condiciones de pastoreo simulado y sombra. *Pastos y Forrajes*, Vol. 27. N° 2 (abril-junio).

Mahecha, L., Duran, C. V., Rosales, M., Molina, C. H., Molina, E., 2000. Intake of African stargrass (*Cynodon plecostachyus*) and leucaena (*Leucaena leucocephala*) in a silvopastoral system. *Pasturas Tropicales*, 22 (1): 26-30.

Mahecha E. y M. Rosales. 2005. Valor nutricional del follaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Helmsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. *Livest. Res. Rural Dev.*, 17 (9): <http://www.lrrd.org/lrrd17/9/mahel7100.htm>

Mahecha L., J.P. Escobar, J.F. Suárez y L.F. Restrepo. 2007. *Tithonia diversifolia* (Helmsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). *Livest. Res. Rural Dev.*, 17 (9): <http://www.lrrd.org/lrrd19/2/mahe19016.htm>.

Mahecha, L.; Murgueitio, M.; Angulo, J.; Olivera, M.; Zapata, A.; Cuartas, C.; Naranjo, J.; Murgueitio, E. 2011. Desempeño animal y características de la canal de dos grupos raciales de bovinos doble propósito pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 24(3):470.

Makkar H.P.S. 2003. *Quantification of Tannins in Tree and Shrub Foliage. A Laboratory Manual*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, Netherlands.

Manterola, H. 2014. La Mororera una interesante alternativa forrajera para la gandería mayor y menor en Chile. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/44-morera.pdf

Martín, G.; Yepes, I.; Hernández, I. y Benavides, J. E. 1998. Evaluación del comportamiento de cuatro variedades de Morera (*Morus alba*) durante la fase de establecimiento. *Memorias III. Taller Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería"*. EEPF "Indio Hatuey". Cuba

Martín, G., García, F.; Reyes, F.; Fernández, I.; González, T y Milera, M., 2000. Estudios agronómicos realizados en Cuba en *Morus alba*. *Pastos y Forrajes*. 23(4):323.

Matías, C. y Ruz, V. 1996. Efecto de la distancia entre plantas en el potencial de semillas de *A. lebeck*. *Resúmenes. Taller Internacional "Los árboles en los sistemas de producción ganadera"*. EEPF "Indio Hatuey". Cuba

May, P.H.; Anderson, A.B.; Frazao, J.M.F. y Balick, M.J. 1985. Babassu palm in the agroforestry systems in Brazil's Mid-North region. *Agroforestry Systems*, 3:275-95.

Medina, M.M., García, D.E., González, M.E., Cova, L.J y Moratinos, P., 2009. Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Trop.* v.27 n.2 Maracay

Medrano L J 1999 Informe técnico final, Evaluación del valor nutritivo y uso en dietas para rumiantes del follaje de árboles utilizables en sistemas silvopastoriles del trópico de alturas. *Pasto, Nariño, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) - Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria (PRONATTA)*. 57 p

Mehrez A.Z. y E.R. Ørskov. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci.*, 88: 645-649.

Milera, M. 2013. Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y el medio Ambiente. *Avances en Investigación Agropecuaria* • 17(3): 7- 24 ISSN 0188789-0

Milera, M., Martín, H.; Hernández, I.; Sánchez, T y Fernández, E. 2007. Resultados preliminares del forraje de *Morus alba* en la alimentación de vacas lecheras. *Rev. AIAlI* (2) 3-14

Milera, M.; Sánchez, S.; Alonso, O.; Hernández, D. y Machado, R. (2010). Los recursos forrajeros herbáceos y arbustivos en la alimentación de rumiantes para mitigar el cambio climático. *Resúmenes. VI Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. Multiplicación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles para la adaptación y mitigación del cambio climático en territorios ganaderos*. (Ed. Muhammad Ibrahim y Enrique Murgueitio). Panamá. 45pp

Min, B.R. and Hart, S.P. 2003. Tannin for suppression of parasites. *J. Anim. Sci.* 81 (E.Suppl. 2.) 102-109.

Miranda B, JC (2004). Producción de biomasa de la leguminosa arbustiva *Cratylia argentea* bajo el efecto de diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el municipio de Nueva Guinea, Nicaragua.

Molina J., Ceballos A., Murgueitio E., Campos R., Rosero R., Molina E., Molina C., Suarez J., 2013 *Suplementación energética clave para vacas en sistemas silvopastoriles intensivos*. Revista Carta Fedegan 138 pp 20 a 26.

Montoya, O. J. 1980. "Efecto del arbolado de las dehesas sobre los factores ecológicos que actúan a nivel del sotobosque". XX Reunión de la Sociedad Española para el estudio de los Pastos. Badajoz. 19 p.

Mora Valverde, D. 2010. Consumo de Morera (*Morus alba*) fresca mezclada con ensilaje de maíz por el ganado jersey en crecimiento. *Agronomía mesoamericana* 21(2):337-341. 2010 ISSN: 1021-7444

Mott, G.O. y Popenoe, H.L. 1977. Grasslands. In: P.T. Alvim & T.T. Kozlowski (eds.). *Ecophysiology of tropical crops*. Academic Press, New York. p. 157-86.

Murgueitio E y Ibrahim M 2001 *Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería latinoamericana*. *Livestock Research Rural Development* (13) 3. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/murg133.htm>

Murgueitio E., M. Rosales y M.E. Gómez. 2001. *Agroforestería para la Producción Animal Sostenible*. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali, Colombia.

Murgueitio, E., Ibrahim, M. 2008. *Ganadería y Medio Ambiente en América Latina*. En: *Ganadería del Futuro: Investigación para el desarrollo*, Murgueitio E., Cuartas C. y Naranjo J. (eds). Fundación CIPAV, Cali – Colombia, pp 19 - 40.

Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., Solorio, B., 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*. 261(10), 1654–1663. Nair PKR,

Kumar BM, Nair VD. 2009. *Agroforestry as a strategy for carbon sequestration*. *J Plant Nutr Soil Sci* 172:10–23.

Naranjo, J.P.; Guiamet, P.S, Gómez de Saravia,S.G; 2009. Evaluación fitoquímica de extractos naturales de *Eucalyptus citriodora* y *Pinus caribaea* con actividad biocida. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8 (5), 445 – 448 BLACPMIA ISSN 0717 7917

National Research Council. 2012. *Nutrient requirements of swine*. 11th Ed. Nat. Acad. Press, Washington, DC. supplementation with a tree legume forage on the rumen function. *Livestock. Res. Rural Develop.* 5:58.

Navarro F y Rodríguez E F. 1990. Estudio de algunos aspectos bromatológicos del Mirasol (*Tithonia diversifolia* Hemsl y Gray) como posible alternativa de alimentación animal. Tesis Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima.

Navas, A. 1991. *Effect of varying the ratio of fibre to soluble sugars in the diet on rumen function and productivity of faunated and defaunated sheep*. Master of Rural Science. Thesis. U. of New England. Australia pp. 202.

Navas, A.; Cortés, J.E. y Gutierrez, E.A. 1997. Efecto de la reducción de protozoarios ciliados sobre el funcionamiento ruminal de ovinos alimentados con tamo de trigo. Tesis. F. de Zootecnia. U. La Salle. 153 p.

Navas, A.; Restrepo, C. y Jiménez, G. 1999. Funcionamiento ruminal de animales suplementados con frutos de *Pithecellobium saman*. IV Seminario Internacionales sobre sistemas agropecuarios sostenibles. CIPAV, Cali.

Navas,A., Patiño, H., Vargas,J.E y Estrada,J. 2014. *Producción de Gliricidia sepium (Matarratón) en bancos de alta densidad*. <http://www.fao.org/3/a-x6365s.pdf>

Negreiros, A.N. 1992. "Processing and Utilisation of *Prosopis juliflora* as an alternative source of food" Universidade federal do Rio Grande do Norte Natal Brazil. *Prosopis Species. Aspects of their Value, Research and Development*". Cord, University of UK.

Nepstad, D.C; de Carvalho, C.R; Davidson, E.A.; Jipp, P.H.; Lefebvre, P.A.; Negreiros, G.H.; da Silva E.D.; Stone, T.A.; Trumbore S.E. y Vieira, S. 2002. The role of deep roots in the hydrological and carbon cycles of Amazonian forests and pastures. *Nature* 372, 666 – 669.

Obispo,N.E; Yusmary Espinoza, J. L. Gil, F. O. y Rodriguez, M.F. 2008. Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril. *Zootecnia Trop.*, 26(3): 285-288.

Obispo,N.E; Yusmary Espinoza, J. L. Gil, F. O. y Rodriguez, M.F. 2008. Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril. *Zootecnia Trop.*, 26(3): 285-288. 2008

Obispo,N.E; Yusmary Espinoza, J. L. Gil, F. O. y Rodriguez, M.F 2012. Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril. <http://www.cuencarural.com/ganaderia/bovinos/57748-efecto-del-sombreado-sobre-la-produccion-y-calidad-del-pasto-guinea-pani>

cum-maximun-en-un-sistema-silvopastoril/?encuestas_id=42&ver_resultado=1. Consulta Mayo 2014

Orpin, C. 1977. *On the induction of zoosporogenesis in the rumen phycomycetes Neocallimastix frontalis, Pyromyces communis and Sphaeromonas communis*. *Journal of General Microbiology*. 101:181-189.

Ovalle, M.C. y Squella, F. N. 1996. "Terrenos de pastoreo con praderas anuales en el área de influencia climática mediterránea." En: Ruiz, I. (Ed.). *Praderas para Chile*. INIA. Ministerio de Agricultura. Cap. 20: 429 - 466.

Pachas, A. 2010. *Axonopus catarinensis y Arachis pintoi: Alternativas forrajeras en sistemas silvopastoriles de la provincia de Misiones, Argentina*. Tesis MS. Escuela para Graduados Ingeniero Agrónomo Alberto Soriano, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 99 p.

Pachas, N; Keller, A; Fassola, H; Lacorte, S; Pinazo, M. 2004. *Producción, morfología y calidad nutritiva de Axonopus catarinensis Valls bajo diferentes condiciones lumínicas e hídricas*. XI Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF, UNaM, INTA, EEA Montecarlo. [Eldorado, Misiones, Argentina, 7-9 oct. 2004].

Pachas, A; Colcombet, L; Correa, M; Henning, H. 2008. *Producción forrajera de Axonopus catarinensis Valls bajo diferentes densidades de Eucalyptus grandis en sistemas silvopastoriles*. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF, UNaM, INTA, EEA Montecarlo. [Eldorado, Misiones, Argentina, 5-7 jun. 2008].

Paciullo D.S.C., de Carvalho, C.A.B.; Aroeira, L.J.M.; Morenz, M.J.F; Lopes, F.C.F y Rossiello, R.O.P. 2007. *Morfofisiologia e valor nutritivo do capimbraquiária sob sombreamento natural e a sol pleno*. *Pesq. Agrop. Bras.*, 42(4): 573-579.

Padilla, C. 1974. *Reseña descriptiva de la Guinea*. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. 26Pp. Palacios Hilario, E. 2015. *Pastos y forrajes tropicales introducidos y experimentados en el alto de mayo*. <https://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/forrajes-pastura/articulos/pastos-forrajes-tropicales-introducidos-t5679/089-p0.htm>

Palma, J.M. y Román, L. 1999. *Prueba de selectividad con ovinos de pelo de harinas de frutos de especies arbóreas*. IV Seminario Internacionales sobre sistemas agropecuarios sostenibles. Fundación CIPAV, Cali.

Palma, J.M. 2005. *Evaluación de recursos arbóreos tropicales para la alimentación de ovinos*. III Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. I Congreso Internacional de Producción Animal Tropical. Palacio de Convenciones, La Habana, Cuba PF, (CD-ROM).

Palma, J.M. 2005. *Los árboles en la ganadería del trópico seco*. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 2º época. Vol. 9 n° 1. 316.

Pedreira, C.B, Behling, M., Wruck, F.J. y Barbosa, D.A. 2013. *Integración Cultivos Ganadería-Bosque: experiencias en Mato Grosso, Brasil*. <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/96358/1/cpamt-pedreira-cea-2013.pdf>

Pentón, G. 2000. *Efecto de la sombra de los árboles sobre el pastizal en un sistema seminatural*. Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 66 p.

Pentón, G y Blanco J. 1997. *Influencia de la sombra de los árboles en la composición química y rendimiento de los pastos*. *Pastos y Forrajes*, 20:101-110.

Pérez, A; Sánchez, T; Armengol, N y Reyes, F. 2010. *Características y potencialidades de Moringa oleífera, Lamark. Una alternativa para la alimentación animal*. *Pastos y Forrajes* v.33 n.4. ISSN 0864-0394. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba

Pérego, J.L. 2002. *Reunión del grupo técnico en forrajeras del cono sur zona campos*, XIX Memorias. I.N.T.A. E.E.A. Mercedes.* E.E.A. INTA Mercedes, Corrientes

Peters, M., Franco, L.H, Axel Schmidt, A y Hincapié, B. 2015. *Especies Forrajeras Multipropósito Opciones para Productores del Trópico Americano*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria. 210 p

Petitclerc, D.; Lacasse, P.; Girald, C.L.; Boettcher, P.J. y Block, E. 2000. *Genetic, nutritional and endocrine support of milk synthesis in dairy cows*. *Journal of Animal Science*. 78(S3):59-77.

Petruzzi HJ, NP Strizler, EO Adema, CM Ferri, JH Pagella. 2003. *Mijo perenne*. Publicación Técnica N° 51, EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas", INTA, 28 p.

Pezo, D. y Ibrahim, M. 1999. *Sistemas silvopastoriles. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ, Turrialba, Costa Rica.* p. 276.

Pinto, E; Gómez, H; Martínez, B; Hernández, A; Medina, F; Ortega, L y Ramírez, L; 2002. *Especies forrajeras utilizadas en el silvopastoreo en el centro de Chiapas. Avances en Investigación Agropecuaria, 2° época, Vol. 8. N° 2 Junio 2004*

Pizarro, E. A. 1995. *Introducción y evaluación de leguminosas forrajeras arbustivas en el cerrado brasileño. P. 40-49.*

Pizarro, E.A. 2005. *Especies arbustivas, gramíneas y leguminosas para el trópico americano. IX Seminario de Pastos y Forraje.* http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/127-EstebanPizarro.pdf

Posada Ochoa, S.L; Ramírez Agudelo, J.F y Rosero Noguera, R. 2014. *Producción de metano y digestibilidad de mezclas kikuyo (Pennisetum clandestinum) y papa (Solanum tuberosum). Agronomía Mesoamericana 25(1):141-150. ISSN:2215-3608.*

PRA-DC/IDR (2005). *Informe Técnico Anual Cuadrilátero Lechero, Programa de Rehabilitación Arrocera. Instituto de Desarrollo Rural, Cooperación Italiana (PRA-DC/IDR). Nueva Guinea, RAAS. Nicaragua.*

Preston, T.R. 1972. *Molasses as an energy source for cattle. World Review on Nutrition and Dietetics. 17:280-311.*

Quiceno A J, Ríos G J y Gómez G F 2003 *Arreglos Silvopastoriles Multipropósito para Ladera en el Eje Cafetero. Módulos de Capacitación. Manizales, Caldas, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) – Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria. 187 p.*

Quintans Rezk, I. 2013. *Determinación de la producción, estacionalidad y calidad de forraje de una colección de pasto miel (Paspalum dilatatum Poir.). Tesis de grado Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Univ. De la República. Uruguay. Pp. 136.* <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/1771/1/3893qui.pdf>

Ramírez, L.; Sandoval, C.; Ku Vera, J. y Estrada, J. 2005. *Integración del componente arbóreo en los sistemas de producción animal tropical. En: 1er Simposio Internacional de Forrajes Tropicales en la Producción Animal. Ed. Velasco, E.; Pinto, R y Martínez, B. Memorias, pág. 111.*

Ramírez U., J.G. Escobedo, P.E Lara y A.J. Chay. 2006. *Productividad agronómica del arbusto forrajero Tithonia diversifolia en Yucatán México. 4to Resúmenes Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal 3er Sostenible y Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción Ganadera Sostenible. EEPF “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba.*

Ramírez, L.M y García, I.I. 2004. *Renovación de pasturas degradadas de kikuyo, Pennisetum clandestinum Hoechst, con labranza mínima en una región alto andina de Colombia II. Productividad animal.* https://www.redib.org/recursos/Record/oai_articulo509845-renovacion-pasturas-degradadas-kikuyo-pennisetum-clandestinum-hoechst-labranza-minima-region-alto-andina-colombia-i-productividad-forrajera

Ramos, G., Frutos, P., Giraldez, F.J. & Mantecón, A.R. 1998. *Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. Arch. Zootec. 47:597*

Rearte, D. 2010. *Situación y prospectivas de la producción de carne vacuna. Agromercado. Año 29 302. junio de 2010. 4-9.* http://www.inta.gov.ar/balcarce/carnes/SituacionActual_Prostpectiva_Produccion_carnevacuna.pdf (Consulta 08/2015)

Rearte, D.H. y Santini, F.J, 1989. *Digestión ruminal y producción en pastoreo. AAPA Vol. 9 N°2 93-105*

Reynolds, S.G. 1981. *Grazing trails under coconuts in Western Samoa. Tropical Grassland, 15:3-10.*

Ribaski, J.; Inoue, M.T.; Lima Filho, J.M.P. 1998. *Influência da Algaroba (Prosopis juliflora (Sw.) Dc.) sobre alguns parâmetros ecofisiológicos e seus efeitos na qualidade de uma pastagem de Capim-Búfel (Cenchrus ciliaris L.), na região semi-árida do Brasil. In: Congresso Brasileiro em Sistemas Agroflorestais 2. Belém, PA. No contexto da qualidade ambiental e competitividade: resumos expandidos. Belém: Embrapa-CPATU. p. 219-20.*

Riesco, A. y Ara, M. 1994. *Perspectivas de la Integración de Sistemas Agrosilvipastoriles. In: J.M. Toledo (ed.). Biodiversidad y Desarrollo Sostenible de la Amazonia en una Economía de Mercado. Memoria del Seminario - Taller, Pulcapa. Gobierno Regional de Ucayali, Pullpa, Peru. p. 83-107.*

Ríos C.I. 1999. *Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. En Sánchez M.D. y M. Rosales (Eds.) Agroforestería para la Producción Animal en América Latina.*

Estudio FAO Producción y Sanidad Animal N° 143. FAO, Roma. Italia. pp. 311-325.

Ríos C.I y Salazar, A. 1995. Botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) una fuente proteica alternativa para el trópico. *Livest. Res. Rural Dev.*, 6(3): <http://www.lrrd.org/lrrd6/3/9.htm>.

Ríos G J, Quiceno A J y Gómez G F 2003. Informe final, Validación y ajuste de tecnología en sistemas silvo-pastoriles en la región del Eje Cafetero, dirigido a productores pequeños y medianos del sistema ganadero doble propósito. Manizales, Caldas, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) – Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria. 139 p.

Ríos, N., A. Cárdenas, H. Andrade, M. Ibrahim, F. Jimenez, F. Sancho, E. Ramírez, B. Reyes y A. Woo. 2007. Escorrentía superficial e infiltración en sistemas ganaderos convencionales y silvopastoriles en el trópico sub-húmedo de Nicaragua y Costa Rica. *Agroforestería de las Américas*. 45: 66-71.

Ríos Katto, C.I y Salazar, A (1995). Indigenous knowledge in utilization of local trees and shrubs for sustainable livestock production in central Tanzania *Livestock research*. Vol 6 N°3. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV) - Instituto Mayor Campesino (IMCA) <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/lrrd6/3/cont63.htm>

Roberts, G. 1984. Plotting a better future for lambs. *Queensland Agricultural Journal*, 110 (1): 25-26.

Robinson, P.H.; Fredeen, A.H.; Chalupa, W.; Julien, W.; Sato, H.; Fujieda, T., y Suzuki, H. 1995. Ruminally protected lysine and methionine for lactating dairy cows fed a dier designed to meet requirements for microbial and postruminal protein. *Journal of Dairy Science*. 78: 582-594.

Romero, L. 2014. Pasturas templadas y tropicales. <http://www.infortambo.com/admin/upload/arch/pasturastt.pdf> (Consultado 12/2014)

Roncallo, B.; Navas, A. y Garibella, A. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En: II Seminario Internacional. Silvopastoreo: Alternativa para una ganadería moderna y competitiva. Valledupar, Neiva y Villavicencio. pp 231-244.

Roncallo, B.; Torres, E. y Alvarez, M. 1999. Producción de vacas de doble propósito suplementadas con frutos de algarrobbillo *Pithecellobium saman* durante la época de lluvias. IV Seminario Internacionales sobre sistemas agropecuarios sostenibles. Fundación CIPAV, Cali.

Rosales, M. 1996. In vitro assessment of the nutritive value of mixture of leaves from tropical fodder trees. Tesis de Doctorado D. Phil. Department of plant sciences, Oxford University Oxford UK 214 pp.

Rosales Méndez, M, Murgueitio E, Osorio H, Speedy A y Sánchez M 1998. Agroforestería para la producción animal en América Latina. Estudio FAO 143 <http://www.fao.org/docrep/014/x1213s/x1213s00.pdf>

Rosengurtt, B. 1979. “ Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay” *Fac. Agr. Univ. Rep.* Octubre.

Rossi, C. A. 2003. Componentes Antinutricionales en Especies leñosas Forrajeras de los Pastizales del Chaco Árido Argentino. Tesis de Postgrado para M Sc. Escuela para Graduados, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 119 p.

Rossi C., Torrá E., González G., Lacarra H., Pereyra A. 2005. Evaluación de las hojas de álamo y sauce como forraje en un sistema silvopastoril del Delta del Paraná. XIX Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción animal, Tamaulipas, México.

Rossner, M; Guerrero, D; Domínguez, M. 2009. Evaluación de Técnicas de Multiplicación de *Axonopus catarinensis* Valls para Implantación en Sistemas Silvopastoriles. Actas, 1er. Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, Aspectos relacionados a pastizales y especies forrajeras. [Posadas, Misiones, Argentina, 14-16 mayo 2009]. p. 1-3.

Ruiz, T. E.; Febles, G.; Jordán, M.; Castillo, E. y Funes, F. 1995. Alternativas de empleo de las leguminosas en la producción de leche y carne en el trópico. Seminario Científico Internacional XXX Aniversario del Instituto de Ciencia Animal. Cuba

Ruiz, T. E.; Febles, G.; Jordán, M. y Castillo, E. 1996. El género *Leucaena* como una opción para el mejoramiento de la ganadería en el trópico y subtropico. En: Leguminosas forrajeras en la agricultura tropical. La Universidad de Zulia. Venezuela

Ruiz, T.E. y Febles, G. 2005. Factores que influyen en la producción de biomasa durante el manejo del sistema silvopastoril. [cd-rom]. II Curso Intensivo de Silvopastoreo Colombo-Cuba. Bogotá, Colombia. s/p

Ruiz, T.E, Febles, E., Castillo, E., Jordan, H., J.L. Galindo, J.L., Chongo, B., C. Delgado, R.A. Mejias y Crespo. G.J. 2008. Tecnología de producción animal mediante *Leucaena leucocephala* asociada con pastos en el 100% del área de la unidad Ganadera (ICA, Cuba). http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/112-leucaena.pdf

Sadeghian, S.; Rivera, J.M. y Gómez, M.E. 1999. Impacto de la ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. In: M.D. Sánchez & R. Méndez (eds.). Agroforestería para la producción animal en América Latina. Roma, FAO. p.123-41.

S.A.G.P.y.A. 1999. Sistemas Silvopastoriles para la Región Pampeana y Delta del Paraná. Boletín de la Secretaría de Agricultura, Ganadería Pesca y Alimentación (SAGPyA) N° 13. Dic. 1999. 11 pp. Buenos Aires, Argentina. Salisbury, F. B. y Ross C. W. 1994. Fisiología vegetal. Editorial Iberoamericana 759p.

Sánchez, M. y Preston, T.R. 1980. Sugar cane juice as cattle feed: Comparison with molasses in the presence or absence of protein supplement. *Tropical Animal Production*. 5:117-124.

Sánchez M 1999 Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. Conferencia electrónica de la FAO sobre "Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica". <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Agrofor1.htm>

Santini. F. J. 2004. ¿Sistema pastoril o feedlot?. <http://www.engormix.com/MA-ganaderia-carne/manejo/articulos/sistema-pastoril-feedlot-t782/124-p0.htm> Statistical Analysis System (SAS)., 2001. SAS institute Inc., Software Versión 9.1 Cary, NC, USA.

SAS/STAT. 2005. User's Guide version 6 fourth edition. Vol.2, Cary NC: SAS Institute Inc. Pp.846 Seguí, E; Blanco F. y Machado, H. 1998 Selección de híbridos promisorios de *Panicum maximum* Jacq. para el periodo poco lluvioso. *Pastos y Forrajes*. 21:205.

Shelton, H.M.; Humphreys, L.R. y Batello, C. 1987. Pastures in the plantations of Asia and the Pacific performance and prospect. *Tropical Grasslands*, 21(4):159-168.

Simón, L.; Hernández, I. y Duquesne, P. 1995. Efecto del pastoreo de *Albizia lebbbeck* Benth. (algarrobo de olor) en el comportamiento de hembras bovinas en crecimiento. *Revista Pastos y Forrajes*. No. 18. Cuba

Singh, B y Makkar, HPS. 2002. The potential of mulberry foliage as a feed supplement in India. *Mulberry for animal production*, FAO Animal production and health paper 147:139-155.

Solarte A. 1994. Experiencias de investigación participativa en sistemas de Producción Animal en dos zonas del Valle del Cauca. *Memorias III Seminario Internacional Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios*. Cali p 49 - 72.

Solorio-Sánchez, FJ; Bacab-Pérez, HM; Ramírez-Avilés, L. 2011. Sistemas Silvopastoriles Intensivos: Investigación en el Valle de Tepalcatepec, Michoacán. Pp. 7-15 En: Xóchitl-Flores, M; Solorio-Sánchez, B. (Eds.). Establecimiento de Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la producción de leche y carne en el trópico de México. Primera etapa del proyecto estratégico de prioridad nacional. Morelia, Michoacán, SAGARPA, Fundación Produce Michoacán, COFUPRO, UADY. Sotomayor, A., Helmke, E. y García, E., 2002. Manejo de plantaciones forestales. Instituto Forestal, Santiago, Chile. 32 p. Sotomayor, A., 2009. Manejo silvopastoral con *Pinus contorta* Dougl.ex.Loud. como alternativa productiva sustentable para propietarios ganaderos en la Región de Aysén, Chile. Tesis Doctoral, Universidad de Córdoba, España. 304 p.

SPSS. 2006. Software estadístico SPSS para Windows. Versión 15.0.1. Copyright IBM Corporation 2010 IBM Corporation, Route 100 Somers, NY 10589 Tajuddin, I. 1986. Integration of animals in rubber plantations. *Rubber Research Institute of Malaysia*. In: P.K.R., Nair (ed.). *Agroforestry Systems*, 1(3): 269-72.

Tilley, J.M. y Terry, R.L. 1963. A two stage technique for in vitro digestion of forage crops. *J.Br. Grassland Soc.* 18:104-111

Toledo, J.M. y Torres, F. 1990. Agroforestry land-use systems. In: *Proceedings of a Special Section on Agroforestry Land-use Systems in International Agronomy*. American Society of Agronomy Meeting. Nov. 28-29. 1988. Anaheim, CA. A special publication of Nitrogen Fixing Tree Association. Hawaii. 112p.

- Toral, O.; Simón, L. y Matías, Y. 1998. Aceptabilidad relativa de 27 especies arbóreas forrajeras en condiciones de pastoreo. Resúmenes. Taller Internacional "Los árboles en los sistemas de producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey". 1996. Cuba
- Tothill, J.C., Hargreaves, J. N. G. and Jones, R. M. 1978. "BOTANAL – A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 1. Field Sampling". Tropical Agronomy Technical Memorandum N° 8. CSIRO. Australia.
- Uhl, C.; Bushbacher, R. y Serrao, E.A.S. 1988. Abandoned pasture in eastern Amazonia: I. Patterns of plant succession. *J. of Ecology*, 76: 663-81.
- Urdaneta, J. (2005). AVPA (Asociación Venezolana de producción ganadera). Recuperado el 2007, de <http://www.geocities.com>
- Ustarroz E. 1995. Calidad del heno y su influencia en la respuesta animal. Cuaderno de actualización técnica N°1. INTA PROPEFO.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, 74, 3583–3597
- Van Soest, J.P 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd. Ed. Comstock Publishing Associates. Ithaca, N. Y. U. S. A. 476p.
- Van Soest, P.J. 2012. Effect of environment and quality of fibre on the nutritive value of crop residues. <http://www.fao.org/wairdocs/ilri/x5495e/x5495e06.htm> Consultado: 12/2014.
- Van Soest PJ 2014. Evaluación de forrajes y calidad de los alimentos para rumiantes. <http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/shortcourse2/minisite/pdf/Calidad%20de%20Alimentos%20para%20Rumiantes/articulo%20Van%20Soest.pdf> (Consultado 2015)
- Varella, A; Ribas, K; Silva, V; Soares, A; Moraes, A; Morais, H; Saibro, J; Barro, R; Poli, C; Paulino, B. 2008. Recomendações para a escolha e manejo de plantas forrageiras em sistemas silvipastoris no sul do Brasil. Bagé, Rio Grande do Sul, Brasil, Embrapa Pecuária Sul. p. 11-20.
- Vargas J E. 1994. Caracterización de recursos forrajeros disponibles en tres agroecosistemas del Valle del Cauca. En: Memorias II Seminario Internacional Desarrollo sostenible de Sistemas Agrarios, Maestría en Sistemas Sostenibles de Producción Animal en los Trópicos. Cali. P 135-149.
- Varga, G. y Kolver, E. 1997. Microbial and animal limitations to fibre digestion and utilisation. *J. of Nutr.* 127:819-823.
- Veiga, J.B. 1995. Rehabilitation of degraded pasture areas. In: PARROTTA, J. A. & KANASHIRO, M. (ed.) Management and rehabilitation of degraded lands and secondary forests in Amazonia. Proceedings of an International Symposium/Workshop. Santarém-PA. Rio Piedras, IITF/USDA. p. 193-202.
- Veiga, J. B. y Serrao, E. A. S. 1990. Sistemas silvipastoris e produção animal nos trópicos úmidos: A experiência da Amazônia brasileira. In: Pastagens. Piracicaba, Sociedade Brasileira de Zootecnia. FEALQ. p.37-68.
- Veiga, J. B.; Tourrand, J. F. y Quanz. 1996. A pecuária na fronteira agrícola da Amazônia: O caso do município de Uruará, PA, região da Transamazônica. Belém, Embrapa-CPATU. 61p. (Embrapa-CPATU, Documentos, 87).
- Velasco, J.A. 1998. Productividad forrajera, aporte de fósforo foliar y dinámica de los hongos endomicorrízicos y lombrices, en una pradera de *Brachiaria humidicola* sola y en asociación con *Acacia mangium*. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 45
- Wanjau S, Mukalama J y Thijssen R. 1998. Transferencia de biomasa: Cosecha gratis de fertilizante. Boletín de ILEIA. Marzo de 1998. p25.
- Wei-Lian Hu, Jian-Xin Liu., Jun-An Ye, Yue-Min Wu, Yan-Qiu Guo 2005. Effect of tea saponin on rumen fermentation in vitro *Animal Feed Science and Technology*, 120: 333–339
- Wilson, J.R.; Hill, K.; Cameron, D.M. y Shelton, H.M. 1990. The growth of *Paspalum notatum* under the shade of a *Eucalyptus grandis* plantation canopy or in full sun. *Tropical Grasslands*, 24. p.24-28.
- Wilson, Q.T y Lascano, C.E 1997. *Cratylia argentea* como suplemento de un heno de gramínea de baja calidad utilizado por ovinos. *Pasturas Tropicales* 19: 2-8.

Wood, T. A, Wallace, R. J., Rowe, A, Price, J., Yáñez-Ruiz, D. R., Murray, P. y Newbold, C. J. 2009. Encapsulated fumaric acid as a feed ingredient to decrease ruminal methane emissions. *Animal Feed Science and Technology* 152: 62–71.

Xavier, D. F. y Carvalho, M. M. 1995. *Avaiiação Agronômica da Cratylia argentea na Zona da Mata de Minas Gerais. En: Potencial del Género Cratylia como Leguminosa Forrajera. Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.). EM-BRAPA, CENARGEN, CPAC y CIAT, Memorias Taller sobre Cratylia realizado del 19 al 20 de julio de 1995 en Brasilia, Brasil. p. 29-39*

Zúñiga Y. 2002. *El Nacedero, Cultivo, Características y Uso. Folleto. INTA- FITTACORI. 11 p.*

Los Sistemas Silvopastoriles representan una valiosa alternativa productiva (carne y leche), que además de generar servicios ambientales (reducción de los gases de invernadero) buscan mejorar las condiciones para el desarrollo de especies forrajeras megatérmicas (gramíneas y leguminosas) en regiones tropicales o subtropicales o especies templadas frías en regiones homónimas, creando un ambiente propicio (temperatura y humedad) para la ganadería de carne o leche y producir, además, madera o frutos.

En todos los casos, la meta final es crear un sistema productivo sustentable donde se puedan articular 3 componentes: árbol-pasto-animal. Además, existen otros Sistemas productivos llamados **agroforestación** con algunos principios similares al anterior pero incorporando cultivos anuales para cosecha (granos o legumbres) con el objetivo de reducir los costos de implantación de los árboles y cumplir con los tiempos de restricción (4 a 6 años), según especie, al ingreso de animales para que no se dañen los jóvenes árboles.

Esta publicación realiza un abordaje, lo más amplio posible, buscando mejorar no sólo los sistemas productivos (carne y leche bovina) sino también el medio ambiente.



Ministerio de Agroindustria
Presidencia de la Nación