

LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA GANADERÍA BOVINA DEL TRÓPICO BAJO COLOMBIANO

Manual técnico



Por : Diego R. Chamorro V.
Belisario Roncallo F.
Matilde Cipagauta H.
Manuel H. Sánchez.
Juan C. Arcos D.
Justo Barros H.
Ruth Bonilla B
Álvaro P. Becerra M.
Luis A. Baquero D.
John J. Zuluaga P
Saida Buevas S.
Selvis Lanao Z.
Ernesto Torres V.
Miguel Sierra A.
José M. Trochez G.
Juan D. Hernandez D.
Jazmyn Acero A.
Guillermo Carrero H.
Humberto Romero H.
Miguel Vanegas R.

**PLAN DE MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA DE
LA GANADERÍA BOVINA COLOMBIANA**

 **Corpoica**

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria

MANUAL TÉCNICO

**PLAN DE MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA DE
LA GANADERÍA BOVINA COLOMBIANA**

**LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES EN LA GANADERÍA
BOVINA DEL TRÓPICO BAJO COLOMBIANO**

PUBLICACIÓN DE CORPOICA

Con el apoyo económico del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural,
FEDEGAN -Fondo Nacional del Ganado y Colciencias.



SEPTIEMBRE DE 2002

**COMITÉ NACIONAL DEL PLAN DE
MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA DE
LA GANADERÍA BOVINA COLOMBIANA**

Principal

CARLOS GUSTAVO CANO SANZ
Ministerio de Agricultura

LUIS ARANGO NIETO
Corpoica

JORGE VISBAL MARTELO
Fedegan

MARGARITA GARRIDO DE PAYAN
Colciencias

Representante

XIMENA RUEDA FAJARDO
Ministerio de Agricultura

TITO EFRAÍN DÍAZ MUÑOZ
Corpoica

JAIME GIRALDO SAAVEDRA
Fedegan

ÓSCAR DUARTE TORRES
Colciencias

DIRECTIVOS CORPOICA

LUIS ARANGO NIETO
Director Ejecutivo

Tito Efraín Díaz Muñoz
Subdirector
Investigación Estratégica

Juan Guillermo Jaramillo Vázquez
Subdirector Investigación en
Sistemas de Producción

COMITÉ CENTRAL DE GESTIÓN DEL PLAN

José Idelfonso Pulido Herrera
Gerente Técnico
(Desde julio/99 hasta mayo /2002)

Jorge Medrano Leal
Gerente Técnico
(Desde mayo/2002 hasta la fecha)

Gustavo García Gómez
Coordinador Trópico Alto

Jorge Eliécer Plaza Mora
Coordinador de Transferencia de Tecnología del Plan

**PLAN DE
MODERNIZACIÓN
TECNOLÓGICA DE LA
GANADERÍA BOVINA
COLOMBIANA**

**LOS SISTEMAS
SILVOPASTORILES
EN LA GANADERÍA
BOVINA DEL
TRÓPICO BAJO
COLOMBIANO**

2002

**Corporación Colombiana de
Investigación Agropecuaria, Corpoica.
Bogotá D.C. Agosto de 2002
Primera Edición**

**PUBLICACIÓN DE CORPOICA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y
DESARROLLO RURAL, FEDEGAN - FNG
Y COLCIENCIAS**

La información aquí presentada es el resultado de las investigaciones y de las demás acciones desarrolladas en el marco del convenio 094 de 2000, celebrado entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, con el apoyo ejecutor de CORPOICA.

**COMITE INTERVENTOR DEL MINISTERIO DE
AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL**

Plinio Arias Arias
Hugo Ramos Castro
Guillermo Iregui Rodríguez

COORDINACIÓN DEL DOCUMENTO
Jorge Eliécer Plaza Mora

DIAGRAMACIÓN Y DISEÑO
Elizabeth Martín Martínez

EDICION
Álvaro Morales Aguilar
Lic. Filosofía y letras

IMPRESIÓN
Litopapeles Ochoa
Tiraje: 300 ejemplares
Impreso en Colombia
Printed Colombia

Se permite la reproducción total o parcial de esta publicación solo con fines didácticos y siempre que se den los créditos correspondientes a los autores personales o institucionales.

*Dirección: C.I. Tibaitatá, km 14 vía Mosquera
A.A. 240142, Las Palmas, Bogotá, Colombia
WWW. corpoica.org.co.*

AUTORES

Diego R. Chamorro V.
Zootecnista MSc.

Belisario Roncallo F.
Medico Veterinario Zootecnista, Msc.

Matilde Cipagauta H.
Zootecnista

Manuel H. Sánchez.
Ingeniero Agrónomo MSc.

Juan C. Arcos D.
Medico Veterinario Zootecnista

Justo Barros H.
Ingeniero Agrónomo MSc.

Ruth Bonilla B.
Microbióloga

Álvaro P. Becerra M.
Medico Veterinario Zootecnista

Luis A. Baquero D
Zootecnista

John J. Zuluaga P
Ingeniero Forestal

Saida Buevas S.
Medico Veterinario

Selvis Lanao Z.
Ingeniero Forestal

Ernesto Torres V.
Zootecnista

Miguel Sierra A.
Medico Veterinario Zootecnista

José M. Trochez G.
Técnico Administración agropecuaria

Juan D. Hernández D.
Zootecnista

Jazmyn Acero A.
Zootecnista

CONTENIDO

PRESENTACIÓN.....	1
CAPÍTULO I LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES Y SU IMPACTO EN LA GANADERÍA DEL TRÓPICO BAJO COLOMBIANO.....	4
CAPÍTULO II ESPECIES DE ARBOLES Y ARBUSTOS DE MAYOR UTILIZACIÓN EN SISTEMAS SILVOPASTORILES DEL PIEDEMONTE CAQUETEÑO.....	9
CAPÍTULO III CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE PLANTAS ARBÓREAS Y NATIVAS DEL BAJO MAGDALENA.....	29
CAPÍTULO IV MÉTODOS DE PROPAGACIÓN, SIEMBRA Y ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS ARBÓREAS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES.....	33
CAPÍTULO V ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL MULTIESTRATO EN EL VALLE CALIDO DEL ALTO MAGDALENA.....	39
CAPÍTULO VI EVALUACIÓN DE <i>Leucaena leucocephala</i> BAJO PASTOREO EN UN SISTEMA DE BOVINOS DOBLE PROPÓSITO EN EL MAGDALENA MEDIO COLOMBIANO.....	54
CAPÍTULO VII PRODUCCIÓN ANIMAL CON ACACIA FORRAJERA (<i>Leucaena leucocephala</i>) EN EL VALLE DEL CESAR.....	58
CAPÍTULO VIII PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN ESTRATÉGICA DE FORRAJE DE CERCAS VIVAS DE MATARRATÓN <i>Gliricidia sepium</i> COMO SUPLEMENTO PARA BOVINOS DE LEVANTE	61
CAPÍTULO IX APORTES NUTRICIONALES EN LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES.....	70
CAPÍTULO X UTILIZACIÓN ESTRATÉGICA DE FRUTOS DE ARBÓREAS EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS.....	81
CAPÍTULO XI EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES (ÁRBOLES MADERABLES - BOVINOS) EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE.....	89

FIGURAS

Capítulo I

Figura 1.1	Sistema silvopastoril compuesto por angleton, arbustos de matarratón, (<i>Gliricidia sepium</i>), Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>) y totumo (<i>Crescentia cujete</i>).....	7
Figura 1.2	Sistema silvopastoril de ramoneo (Matarratón, Leucaena y Totumo).....	7
Figura 1.3	Sistema silvopastoril Leucaena - algarrobo y pasto estrella.....	7

Capítulo II

Figura 2.1	<i>Gmelina arborea</i> (Melina).....	15
Figura 2.2	<i>Clitoria Fairchildiana</i> (Bohío).....	15
Figura 2.3	<i>Erythrina fusca</i> (Cachimbo).....	15
Figura 2.4	<i>Trinchanthera gigantea</i> (Nacedero).....	19
Figura 2.5	<i>Inga edulis</i> (Guamo).....	19
Figura 2.6	<i>Phitecellobium longifolium</i> (Carbón).....	19
Figura 2.7	<i>Bauhinia tarapotensis</i> (Patevaca).....	19
Figura 2.8	<i>Cratylia argentea</i>	24
Figura 2.9	<i>Codariocalyx giroides</i> (Cora-cora).....	24
Figura 2.10	<i>Flemingia Macrophylla</i> (Flemingia).....	24
Figura 2.11	<i>Clibadium surinamense</i> L. (Carrasposo).....	26
Figura 2.12	<i>Helinocia</i> sp. (Bijao).....	26
Figura 2.13	<i>Cecropia membranacea</i> (Yarumo).....	26

Capítulo IV

Figura 4.1	Secuencia de producción en vivero.....	34
------------	--	----

Capítulo V

Figura 5.1	Esquema de siembra leucaena, algarrobo y pasto.....	44
Figura 5.2	Uso de arado de cincel vibratorio para preparación del suelo donde se establecerá el sistema silvopastoril multiestrato.....	44
Figura 5.3	Siembra mecánica de leucaena en el sistema silvopastoril multiestrato.....	44
Figura 5.4	Vista panorámica del sistema silvopastoril multiestrato de 6 meses de edad listo para primer pastoreo.....	47
Figura 5.5	Sistema silvopastoril multiestrato en época de sequia listo para Pastorear.....	47
Figura 5.6	Vacas de doble propósito ramoneando Leucaena en el sistema silvopastoril multiestrato (Leucaena, Algarrobo y Estrella).....	48

Capítulo VI

Figura 6.1	Sistema silvopastoril Colosuana - Leucaena.....	52
Figura 6.2	Rebrote de Leucaena.....	53
Figura 6.3	Cuantificación de la altura , fracción fina y producción de follaje.....	53
Figura 6.4	Ramoneo de leucaena por las vacas experimentales.....	54

Capítulo VIII

Figura 8.1	Proceso de podas estratégicas de cercas vivas para estimular la emisión de forraje. Valle de San Juan (Tolima).....	63
Figura 8.2	Emisión de rebrotes después de realizar las podas estratégicas. Finca San Joaquín. Valle de San Juan (Tolima).....	64
Figura 8.3	Proceso de corte y suplementación de rebrotes de Matarratón en terneras de levante. Finca San Joaquín. Valle de San Juan (Tolima).....	65

Capítulo IX

Figura 9.1	Vaciado ruminal	71
Figura 9.2	Recolección de licor ruminal.....	72
Figura 9.3	Identificación y recuento de protozoarios.....	72
Figura 9.4	Consumo de materia seca (Kg MS/100 Kg PV) con relación al tiempo de pastoreo en tres diferentes sistemas de alimentación.....	75
Figura 9.5	Bovinos experimentales en el SSPR en el cual se observó un mayor consumo voluntario.....	75
Figura 9.6	Notese que en la época de sequía los árboles son una excelente fuente de forraje en los SSPR.....	79

Capítulo X

Figura 10.1	Las vacas experimentales en el momento de la suplementación.....	83
Figura 10.2	Procesamiento de los frutos de <i>P. Saman</i>	83
Figura 10.3	Capacidad de carga y precipitación. Finca Pensilvania.....	84

Capítulo XI

Figura 11.1	Producción de Materia Seca del forraje bajo Sistemas Silvopastoriles y en Cielo Abierto. Pivijay - Magdalena.....	94
Figura 11.2	Arreglo guayacán rosado - guinea.....	96

TABLAS

Capítulo II

Tabla 2.1	Crecimiento de la especie <i>Gmelina arborea</i> asociada con otras especies en arreglos agroforestales de El Caquetá.....	11
Tabla 2.2	Producción de materia seca por planta y calidad nutritiva de la hoja de <i>Gmelina arborea</i>	11
Tabla 2.3	Producción de materia seca comestible de <i>Clitoria fairchildiana</i> en plantas Jóvenes.....	13
Tabla 2.4	Producción de materia seca comestible de la planta y calidad nutritiva de la hoja de <i>Erythrina fusca</i>	15
Tabla 2.5	Producción de materia seca de <i>Bauhinia tarapotensis</i> por planta en suelo de terraza.....	18
Tabla 2.6	Producción promedia de materia seca por planta (tallo-hoja) con cortes de 12 semanas a un metro de altura para tres ecotipos de <i>Codariocalyx gyroide</i> con mejor respuesta en El Caquetá.....	22
Tabla 2.7	Aporte de materia seca de <i>Flemingia Macrophylla</i> en parcelas agroforestales del C.I. Macagual	24

Capítulo III

Tabla 3.1	Especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero identificadas en la microrregión Bajo Magdalena.....	30
Tabla 3.2	Contenido de materia seca del follaje de plantas arbóreas en época de mínima y máxima precipitación. El Banco (Magdalena). 1998.....	31
Tabla 3.3	Medidas dasométricas de follaje (Kg/MS/árbol de plantas arbóreas en épocas de mínima precipitación. El Banco Magdalena. 1998.....	31
Tabla 3.4	Valor del follaje de arbóreas. El Banco, Magdalena. 1998	31
Tabla 3.5	Promedio de consumo diario de forraje verde por animal durante la etapa experimental. Finca La Esperanza, El Banco.....	32

Capítulo IV

Tabla 4.1	Costos instalación 3 hectáreas de leucaena para ramoneo. Finca Palo Hueco-1998.....	38
-----------	---	----

Capítulo V

Tabla 5.1	Producción y disponibilidad de biomasa del sistema multiestrato Algarrobo, Leucaena- estrella en el Municipio de Piedras- Tolima.....	46
-----------	---	----

Capítulo VI

Tabla 6.1	Resultados agronómicos de <i>Leucaena leucocephala</i>	53
Tabla 6.2	Comportamiento productivo de pradera de Colosuana en monocultivo y asociada con <i>Leucaena</i>	54

Tabla 6.3	Composición química (%) de los componentes de Colosuana en monocultivo y asociada con <i>L. Leucocephala</i> en la Hacienda Palo Hueco. Guaduas Cundinamarca.....	54
Tabla 6.4	Comportamiento zootécnico de vacas y terneros de colosuana en monocultivo y asociada con <i>L. Leucocephala</i> en la Hacienda Palo Hueco. Guaduas.Cundinamarca.....	55

Capítulo VII

Tabla 7.1	Costos de establecimiento en siembra directa y por transplante de 1 ha de Acacia forrajera Finca La Unión. 1997.....	58
Tabla 7.2	Valor nutritivo del follaje de Acacia en épocas de verano. 1998.....	59
Tabla 7.3	Efectos del sistema de siembra y las frecuencias de cortes en la producción de King-grass en asocio de acacia forrajera. C.I. Motilonia. 1984.....	59
Tabla 7.4	Ganancia de peso de novillas con acacia forrajera en el C.I. Motilonia. 1995.....	59
Tabla 7.5	Producción de carne de novillas en pastoreo en bancos de acacia forrajera durante el verano. C.I. Motilonia. 1995.....	60
Tabla 7.6	Análisis económico de la producción de leche en vacas de doble propósito en praderas de gramíneas asociadas con acacia forrajera. Finca La Delicias.1998.....	60

Capítulo VIII

Tabla 8.1	Parámetros promedio por árbol en cercas vivas de matarratón en el municipio del Valle de San Juan (Tolima).....	63
Tabla 8.2	Parámetros productivos y de calidad por árbol en cercas vivas de <i>G. Sepium</i> en el municipio del Valle de San Juan (Tolima).....	64
Tabla 8.3	Ganancia de peso diario por animal (g/día) en terneras de levante suplementadas con <i>G. Sepium</i> . Valle de San Juan (T.).....	66
Tabla 8.4	Parámetros técnicos de producción y utilización estratégica de forraje de Cercas vivas de matarratón como suplemento para bovinos de levante.....	67
Tabla 8.5	Estructura de costos e ingresos con utilización de cercas vivas de <i>G. Sepium</i> para la alimentación animal. Valle de San Juan (T.).....	67

Capítulo IX

Tabla 9.1	Composición química de la oferta de forraje.....	73
Tabla 9.2	Composición química de las arbóreas forrajeras.....	74
Tabla 9.3	Fraccionamiento de la proteína en leguminosas forrajeras.....	74
Tabla 9.4	Consumo voluntario vs. Tiempo de pastoreo.....	74
Tabla 9.5	Composición química de la dieta seleccionada.....	75
Tabla 9.6	Población de Bacterias Totales Ruminales (UFC/ml de fluido ruminal).....	76
Tabla 9.7	Población de bacteria celulolíticas ruminales (UFC/ml de fluido ruminal).....	76
Tabla 9.8	Población de protozoarios (Cel*10 ⁴ ml).....	77
Tabla 9.9	Cinética ruminal de bovinos en pastoreo en el Caribe Colombiano.....	77
Tabla 9.10	Concentración De MUN (mg/dl) de vacas en pastoreo.....	78
Tabla 9.11	Producción de leche en tres sistemas de alimentación.....	78

Capítulo X

Tabla 10.1	Análisis químico del suelo. Finca Pensilvania.....	84
Tabla 10.2	Valor nutritivo del forraje en los diferentes potreros.....	85
Tabla 10.3	Promedio de producción de leche de vacas de doble propósito suplementadas con frutos de algarrobillo.....	85
Tabla 10.4	Composición de la leche de vacas de doble propósito suplementadas con frutos de algarrobillo (<i>Pitheccellobium saman</i>).....	86
Tabla 10.5	Ganancia de peso y porcentaje de preñez de vacas de doble propósito suplementadas con frutos de algarrobillo en épocas de lluvias.....	87
Tabla 10.6	Análisis económico de la suplementación de vacas de doble propósito con frutos de algarrobillo durante época lluviosa. Finca Pensilvania. 1998.....	87

Capítulo XI

Tabla 11.1	Características químicas del suelo en arreglos silvopastoriles. Refocosta, Pivijay (Magdalena).....	91
Tabla 11.2	Densidad aparente y humedad del suelo en arreglos silvopastoriles.....	92
Tabla 11.3	Población microbiana presente en suelos bajo sistemas silvopastoriles y a cielo abierto.....	92
Tabla 11.4	Capacidad de rebrote del pasto guinea en sistemas silvopastoriles y a cielo abierto en periodos de ocupación y descanso de 35 días.....	93
Tabla 11.5	Producción de materia seca en arreglos silvopastoriles y a cielo abierto.....	93
Tabla 11.6	Composición botánica de las praderas y los sistemas silvopastoriles.....	94
Tabla 11.7	Valor nutritivo del pasto guinea a cielo abierto y bajo arreglos Silvopastoriles.....	95
Tabla 11.8	Ganancia de peso de novillos arreglos silvopastoriles a cielo abierto.....	96
Tabla 11.9	Evaluación forestal de arreglos silvopastoriles.....	96
Tabla 11.10	Incremento volumétrico de los árboles con arreglos silvopastoriles.....	97

PRESENTACIÓN

La ganadería colombiana toma cada vez mayor importancia para el desarrollo social y económico del país, importancia que se refleja en su alta contribución a la generación de empleo y en su aporte al PIB nacional.

El Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina Colombiana es el resultado de la concertación entre el sector público y el sector privado, con la activa participación de gremios, ganaderos de diferentes regiones del país y de investigadores de Corpoica de los niveles nacional, regional y local; con el soporte económico del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Fedegán-Fondo Nacional del Ganado y Colciencias.

En el marco de este Plan, se desarrollaron y evaluaron productos y procesos tecnológicos en las áreas de recursos forrajeros, nutrición y alimentación, silvopastoreo, reproducción, recursos genéticos, salud animal y gestión empresarial. En su conjunto, la tecnología generada ha contribuido a mejorar la competitividad y sostenibilidad de la ganadería colombiana.

Con relación a los sistemas silvopastoriles, la Corporación Colombiana de Investigación agropecuaria Corpoica, ha realizado investigaciones en estos Sistemas encontrando que son una alternativa tecnológica real de producción ganadera con grandes perspectivas para las condiciones tropicales, pues intervienen en la conservación y utilización de la biodiversidad, contribuyen de manera significativa a solucionar el problema de la degradación de praderas a través del mejoramiento de indicadores en la relación suelo-planta-árbolanimal, optimizando factores fisicoquímicos y biológicos del suelo, con mayor reciclaje de nutrientes con el aumento en la oferta y la calidad del forraje particularmente en las épocas de sequía; Reducen la presión sobre los bosques para la obtención de madera, leña, postera, mejorando así, indicadores de sostenibilidad y generando bienes y servicios ambientales. Los Sistemas Silvopastoriles aportan con el follaje y frutos nutrientes digestibles y sobrepasantes que mejoran directamente el balance nutricional, modifican microambientes permitiendo una reducción del estrés calórico incrementando el consumo voluntario, lo cual está directamente relacionado con mayores rendimientos zootécnicos.

Dentro de este marco CORPOICA, ha considerado importante presentar los últimos avances en la investigación, que sobre los Sistemas Silvopastoriles se han desarrollado dentro del Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Colombiana, en espera, que esta información sea utilizada por los sectores de investigación, académico y ganadero para rediseñar sistemas ganaderos productivos y sostenible en el país.

Tito Efraín Díaz Muñoz
Subdirector Investigación Estratégica
CORPOICA

LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES Y SU IMPACTO EN LA GANADERÍA DEL TRÓPICO BAJO COLOMBIANO

Diego R. Chamorro V.

Las investigaciones realizadas en el área de Silvopastoreo principalmente por: La Corporación Colombiana de Investigación agropecuaria Corpoica, con apoyo de Fedegan, Colciencias y el Ministerio de Agricultura; La Corporación Nacional de Investigaciones Forestales (CONIF). El Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Costa Rica; la Estación experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" en Cuba; el Instituto de Ciencia Animal (ICA) de Cuba; el Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible; EMBRAPA-CNPAB, Brasil; La Universidad de Chapingo, México; The Forestry Research Institute de Taiwán; the Nitrogen Fixing Tree Association; The Australian Tree Centre CSIRO, the Oxford Forestry Institute. UK entre otros, han demostrado que estos sistemas son una alternativa tecnológica real e integral de producción pecuaria de grandes perspectivas para las condiciones tropicales

Estos sistemas intervienen en la conservación y utilización de la biodiversidad, contribuyen de manera significativa a solucionar el problema de la degradación de praderas a través del mejoramiento en los indicadores de la relación suelo-planta-árbol-animal; Optimizando factores fisicoquímicos y biológicos del suelo, mejorando el reciclaje de nutrientes, incrementando así la oferta y calidad del forraje particularmente en las épocas de sequía, disminuyen la presencia de plagas como el mion y el chinche (*Aeneolamia* y *Blyssus sp*); aportan a los rumiantes nutrientes sobrepasantes por intermedio del follaje y frutos que mejoran directamente el balance nutricional; reducen el estrés calórico que limita el consumo voluntario y directamente la producción de leche y carne modificando microambientes, reducen la presión sobre los bosques para la obtención de madera, leña, postería, el mejoramiento general de indicadores de sostenibilidad en los sistemas ganaderos y la generación de bienes y servicios ambientales.

Producción Animal En Los Sistemas Silvopastoriles

Uno de los factores prioritarios a considerar en el mejoramiento de la productividad de los sistemas ganaderos en pastoreo es el incremento del consumo voluntario de materia orgánica digestible de rumiantes que se logra en los sistemas silvopastoriles. Este incremento, tiene efectos sinérgicos sobre la respuesta animal ya que incrementa no solo el consumo de energía digestible, sino la absorción de aminoácidos de origen microbial en el intestino delgado (capítulo IX).. El mayor consumo se refleja en los mejores resultados zootécnicos en varios experimentos silvopastoriles, las respuestas zootécnicas medidas en producción de leche en estos sistemas de la región Caribe se incremento en 1.4 litros/vaca/día, este incremento también se dio en el mejoramiento de la calidad nutricional de la leche, ya que se incrementó en un 0.50% y 1.38% los niveles de proteína y grasa de la leche respectivamente. Las vacas suplementadas con frutos de leguminosas en épocas de sequía lograron además de ganancias de 263.4g/ vaca /día una respuesta en reproducción sorprendente al incrementar el porcentaje de preñes en un 16.6%, relacionado con la reducción del estrés por calor y mejor balance de Nutrientes, reflejo del incremento en la oferta en calidad y cantidad del forraje, el cual se incremento en 1.62t/ha de materia seca, con incrementos en los niveles de proteína de la oferta entre un 3 y 6%, respuesta económicamente mucho más importante que la producción de leche.

Estos resultados son aplicables directamente en toda la zona ganadera de la región Caribe, donde predominan praderas en monocultivo 3.510.780 ha.

La respuesta animal medida en producción de leche fue superior en los sistemas silvopastoriles *B. pertusa* "colosuana"+ Arbóreas (*L. leucocephala*; *G. sepium*; *G. ulmifolia*) forrajeras los cuales lograron una producción promedia de 1.36 l/vaca día, con relación al testigo *B. pertusa* en monocultivo

que obtuvo una producción de 0.70 l/día. Permitiendo ofrecer con los arreglos silvopastoriles evaluados una alternativa económica real al sistema ganadero.

La zona de influencia directa de estos resultados son 1.242.230 ha, en las sabanas de Córdoba, Sucre y Bolívar. Es de anotar, que la especie *Bothriochloa pertusa* se encuentra establecida natural o artificialmente en aproximadamente 5 millones de hectáreas del bosque seco tropical (bs-T) de la Región Caribe y Valles interandinos y la especie *L. leucocephala* es una alternativa real para mejorar la producción y el valor nutritivo del "colosuana".

Los frutos que se han trabajado son los de Trupillo (*Prosopis juliflora*) caracterizados por poseer moderado contenido de Proteína Cruda (10.2%), buena digestibilidad (67.8%), alto niveles de carbohidratos solubles (32.5%) y una buena relación Calcio:Fósforo; los frutos del algarrobillo (*Pithecellobium saman*) presentaron altos contenidos de proteína cruda (23.9%), bajo contenido de FDN (22.9%) y alta DIVMS (73.7%) (capítulo X).

En relación con la proteína, muchas de las arbóreas estudiadas presentan baja o media degradabilidad ruminal de la fracción proteica lo cual permite aumentar el flujo de proteína dietética al intestino delgado y de allí mejorar el balance proteína energía en los nutrientes absorbidos. El aporte de micronutrientes, igualmente mejora la población y actividad de los hongos y bacterias celulolíticas ruminales, incrementándose de esta forma la digestibilidad de la fracción fibrosa de la dieta. Se debe continuar caracterizando especies de leguminosas arbustivas y arbóreas Colombianas para incorporarlas a sistemas silvopastoriles. Los resultados de este experimento tienen influencia directa en la microrregión valle del Sinú (763.493 ha).

Desde el punto de vista de competitividad, los sistemas silvopastoriles exploran múltiples posibilidades de usos de los recursos disponibles en los diferentes agroecosistemas, disminuyendo de esta forma la dependencia de insumos externos. y al mismo tiempo resultan congruentes con el uso racional del ecosistema.

Algunas Experiencias Exitosas

1. *G. Sepium* + *L. leucocephala* + *C. cujete* + *Tabebuia rosea* + *Swietenia macrophylla* y *pachira quinata* ($P < 0.05$), se incremento la producción de leche 1.1 litros/vaca/día tienen una zona de influencia de 1.512.818 ha (Faja litoral; Golfo de morrosquillo y Valle del Sinú).

2. *G. Sepium* + *L. leucocephala* + *G. ulmifolia* ($P < 0.001$) superaron en 1.36 L/vaca/día sabanas de Córdoba Sucre y Bolívar 1.242.230 ha

3. En los valles interandinos en praderas de *Leucaena leucocephala* + *Bothriochloa pertusa*, se incremento ($P < 0.001$) la producción de leche en 1.07 l/vaca/día (5.83 vs 4.76 l/vaca/día), el peso de las vacas en 16 Kg (23.37 vs 7.37 Kg/vaca/periodo), y las concentraciones de MUN (15.49 mg/dl vs. 12.25mg/dl) (capítulo VI). Adicionalmente en esta región, con el sistema silvopastoril *Leucaena* - algarrobo- pasto estrella se esta produciendo 15 litros/vaca/día (capítulo V).

4. Con podas estratégicas de cercas vivas de *G. sepium* después de 120 días se logra incrementos del 295% en la producción de MS (2,6 toneladas de MS/km), y al utilizar el rebrote en 30% del Consumo de MS se logran incrementos de peso de 28.2 kg./animal (38.8 kg/animal vs 10.6 kg/animal/42 días), lo que representa ingresos adicionales de \$69.090 por animal/42 días (capítulo VIII).

5. Las vacas suplementadas con frutos de leguminosas en épocas de sequía lograron además de ganancias de 263.4g/vaca/día, incremento en la producción de leche de 1.1 l/vaca/día y en la calidad 0.50% y 1.38 % los niveles de proteína y grasa, se incremento el porcentaje de preñes en un 16.6% (capítulo X).

Indicadores Biológicos y de Sostenibilidad en los Sistemas Silvopastoriles.

Indicadores de sostenibilidad como el incremento en 30% del porcentaje de

leguminosas nativas en sistemas silvopastoriles, manifiestan no solamente la relevancia en el incremento en cantidad y calidad de la oferta, si no que además, estos sistemas con árboles permiten la conservación y utilización de la gran biodiversidad de especies de leguminosas herbáceas a las cuales, en nuestro País desafortunadamente no se les ha dado su real importancia. El incremento de la disponibilidad del componente leguminosa, se debe fundamentalmente al mejoramiento de las condiciones de humedad, sombra y reciclaje de nutrientes ofreciendo condiciones favorables para el desarrollo de leguminosas.

Análisis parciales de la población microbiana presente en el suelo revelan mayor presencia de bacteria y hongos en la asociación Roble- *P. maximun* en relación con el tratamiento Eucalipto- *P. maximun*; (5.62 y 12.6 UFC/1g de suelo). Esta situación puede atribuirse a la mayor humedad edáfica presente en la asociación Roble- *P. maximun*; entre tanto, se observa una mayor presencia de actinomicetos en el tratamiento Eucalipto- *P. maximun*, debido posiblemente a que estos microorganismos se desarrollan mejor en ambientes secos (capítulo XI).

El desarrollo del proyecto ha permitido explorar, la existencia de especies nativas que potencialmente podrían ser incorporadas en arreglos silvopastoriles como estrategia de diversificación, mejoramiento de la oferta de forraje y de aprovechamiento de los recursos existentes en la Amazonía. El proceso de colonización de esta zona ha conllevado a la utilización de la mayor parte del espacio productivo a la actividad ganadera (capítulo II).

En los últimos años se ha estimado que 2.5 millones de has de bosque han sido derribadas y quemadas para el establecimiento de potreros. La sustitución del bosque por pastos, ha alterado el equilibrio ecológico de los suelos, observándose a los pocos años (5 o más) signos de degradación como erosión, compactación, enmalezamiento, pérdida de nutrientes y disminución de la capacidad de producción de las pasturas. Los grados de erosión son tan graves que, se han

determinado pérdidas de suelo de cerca de 30 Ton/ha/año en suelo desnudo y pérdida de 57.5 Ton/ha de carbono orgánico al cabo de 15 años de uso bajo pastura natural.

Se reconoce que los sistemas de producción ganaderos establecidos en la región amazónica, han sido la única actividad lícita, que ha dado soporte económico a la región, siendo el Piedemonte del departamento de caquetá, una de las principales regiones de producción de leche en el Trópico Húmedo alcanzando una producción promedio de 300.000 litros/día en 1998. Sin embargo, el proceso de degradación de los suelos constituye uno de los principales factores que ocasionan baja productividad e insostenibilidad agropecuaria en el mediano y largo plazo. Por lo que se considera que la explotación ganadera mediante sistemas silvopastoriles podrían ser los más adecuados, para que la producción sea mantenida en el tiempo con tratamiento racional y adecuado del recurso tierra.

Existen grandes posibilidades de incorporar especies nativas con potencial forrajero en la reorientación de los sistemas de producción ganadero tradicionales hacia sistemas de producción más sostenibles como son los silvopastoriles. En muchas partes de la Amazonia, los bovinos ramonean o son suplementados con mezclas de follaje de árboles y arbustos., En el desarrollo del proyecto se han recolectado 40 especies que los bovinos consumen en alguna época del año los cuales están siendo caracterizados nutricional y productivamente

En Colombia Alrededor del 50% de las áreas de pastoreo se encuentran en algún grado de degradación, esto significa que algunos de los retos más importantes de la investigación en el corto plazo son la rehabilitar praderas y la intensificar los sistemas de producción, donde los arreglos silvopastoriles tienen un papel fundamental, principalmente por su efecto en el incremento de la cobertura vegetal y en la

disponibilidad en calidad y cantidad de la oferta de forraje. Se ha planteado que en la Amazonia la sostenibilidad del sistema productivo depende en parte, de hacer uso y conservación de los diferentes recursos locales.

Indicadores de Sostenibilidad en Sistemas Silvopastoriles

1. En la Amazonia, se han recolectado 40 especies que los bovinos consumen en alguna época del año, los cuales están siendo caracterizados nutricional y productivamente, en esta zona la sostenibilidad del sistema productivo depende en parte, de hacer uso y conservación de los diferentes recursos locales (capítulo II).

2. Incremento en la microbiota del suelo: Análisis parciales de la población microbiana presente en el suelo revela mayor presencia de bacteria y hongos en la asociación Roble *P. maximun* en relación con el tratamiento de Eucalipto *P. maximun*. (5.62 y 12.6 UFC/1g de suelo) (capítulo XI)

3. Conservación y utilización de la biodiversidad: Incremento en el porcentaje de leguminosas nativas en un 30% en la composición botánica de sistemas en sistemas silvopastoriles, haciendo más eficiente la disponibilidad de nutrientes y conservación de la biodiversidad.

4. El incremento en la cobertura del suelo y en la producción y calidad de la biomasa forrajera, en sistemas silvopastoriles se lograron, principalmente con especies de rápido crecimiento y que soportan mayores niveles de sombra como es el caso de la especie *Panicum maximun*, especie que a pesar de tener una ruta fotosintética C4 presenta laminas foliares más anchas que el promedio de las gramíneas tropicales, característica que la hace ideal para trabajarla en sistemas silvopastoriles en el trópico Colombiano, posibilitando la rehabilitación de praderas degradadas.

Figura 1.1 Sistema silvopastoril compuesto por la pradera de angletón, arbustos de Matarratón (*Gliricidia sepium*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*) y Totumo (*Crescentia cujete*)

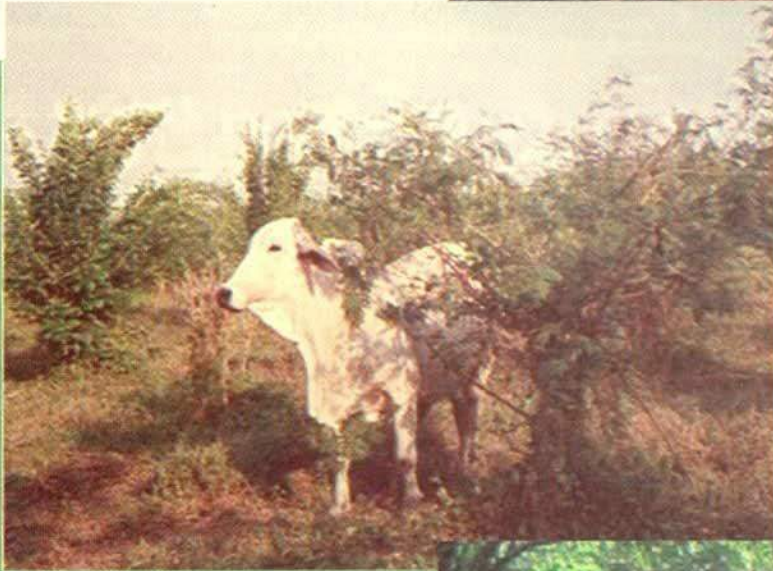


Figura 1.2 Sistema silvopastoril, de ramoneo (Matarratón, Leucaena y Totumo).

Figura 1.3. Sistema Silvopastoril Leucaena - Algarrobo y Pasto Estrella



5. El asocio de las gramíneas con leguminosas o arbóreas fijadoras de nitrógeno, reducen los requerimientos de fertilización nitrogenada en las praderas hasta en un 50% y aumentan la concentración proteica de las gramíneas de 9 a 14%. (Capítulo VI)

En resumen los sistemas silvopastoriles incrementan la producción de forrajes y alimentos como los frutos de alta calidad nutritiva, particularmente en la época de verano; igualmente, permiten elevar la oferta de productos de la empresa para el auto consumo o el mercado; contribuyen marcadamente al incremento de la fertilidad del suelo, reciclaje y conservación de nutrientes a través de la diversificación de la

cobertura vegetal, disminuyendo la presión sobre los reductos de bosque todavía presentes en las zonas de producción, por lo tanto, las leguminosas arbóreas en los sistemas ganaderos sin lugar a dudas ocupan un papel fundamental en la relación suelo-planta-animal, mejorando así la eficiencia de utilización de Nutrientes y la respuesta animal.

Por todo lo anteriormente planteado, cada día que pasa y no se han sembrado árboles multipropósito en las fincas es un tiempo precioso que nunca se recupera y siempre se dirá porque no lo hice antes, es el momento de devolverle los árboles a la ganadería y los beneficios no se harán esperar.

ESPECIES DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE MAYOR UTILIZACIÓN EN SISTEMAS SILVOPASTORILES DEL PIEDEMONTES CAQUETEÑO

.....

Matilde Cipagauta H.
José María Tróchez G.
John Jairo Zuluaga P.

El cambio de la cobertura natural de bosque para el desarrollo de un sistema ganadero extensivo tradicional con pastoreo de gramíneas en monocultivo, en áreas de vocación forestal de La Amazonia Colombiana, ha creado una situación de desequilibrio ecológico en los suelos, observándose a los pocos años signos de degradación como erosión, compactación, enmalezamiento, pérdida de nutrientes y disminución de la capacidad de producción de las pasturas, lo cual ocasiona baja productividad e insostenibilidad en el mediano y largo plazo.

Se ha considerado que el peligro de la degradación y el conflicto de uso del suelo podrían reducirse mediante el establecimiento de sistemas agrosilvopastoriles, donde la ganadería pueda seguir cumpliendo con la satisfacción de necesidades básicas de los productores, bajo estrategias de manejo más convenientes, buscando, a la vez, otras posibilidades de diversificar la producción que garantice seguridad alimentaria y nuevos ingresos a la familia.

Desde 1994, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, con el respaldo de varias Instituciones como el Pronatta, el CIAT, Colciencias, Nestlé, Cifisam, los fondos ganaderos, etc., ha orientado sus acciones hacia la incorporación de especies arbóreas de uso múltiple para el desarrollo de sistemas

productivos ambientalmente sostenibles, luego, con la puesta en marcha del Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Colombiana, y con la participación de los productores, se apoyó la identificación de recursos arbóreos nativos con potencial forrajero para integrarlos a los sistemas silvopastoriles.

En general, la productividad de los sistemas ganaderos de El Caquetá, está influenciada en forma directa por la oferta de forraje, cuyos rendimientos dependen, a su vez, de factores de suelo y clima. Por el exceso de lluvias, pérdida de fertilidad de los suelos, compactación por pisoteo del ganado y susceptibilidad a la erosión, se produce un proceso acelerado de degradación de las praderas, siendo la escasez de forraje el principal problema en los sistemas de producción pecuaria de El Caquetá, proceso que podría revertirse con la adopción en el corto y mediano plazo de tecnologías agroforestales.

Por lo anterior, la incorporación de plantas arbóreas y arbustivas de uso múltiple en las áreas de pastoreo, lo cual se denomina sistemas silvopastoriles, favorece la productividad ganadera a través del mejoramiento de la fertilidad del suelo, aumento en la disponibilidad de forraje y reducción del estrés por calor de los animales.

Dada la importancia de los sistemas de producción ganaderos en la región consolidada de El Caquetá, las especies de mayor interés, además de las maderables, son las forrajeras fijadoras de nitrógeno y protectoras del suelo, y aquéllas que brinden sombrero y protección al ganado. A continuación se describen las principales especies nativas, introducidas y adaptadas a las condiciones edafoclimáticas del Piedemonte Caqueteño, que han hecho parte de arreglos silvopastoriles.

El principal objetivo de este documento es proporcionar información sobre las especies que han presentado mejor adaptación y buena producción en la región de El Caquetá y promocionar su uso en los diferentes sistemas de producción ganaderos.

Gmelina arborea

Nombre científico: *Gmelina arborea* Roxb.
Nombre común: Melina, yemane.
Género: *Gmelina*.
Especie: Arbórea Roxb.
Familia: Verbenaceae.

Hábitat. La *Gmelina arborea* es una especie que crece y se desarrolla bien en suelos con altitud hasta los 1000 m.s.n.m, temperatura de 18-35° C y precipitación de 750-4000 mm. Soporta períodos de sequía y su zona de vida es bastante amplia: bosque muy seco tropical (bms -T), bosque seco tropical (bs-T), bosque húmedo tropical (bh-T), con una alta exigencia de luz.

Se adapta bien en suelos de buen drenaje, profundos, resiste inundaciones cortas, se comporta bien en suelos ácidos (>5.5) y alcalinos, incluyendo los calcáreos.

Morfología. Es un árbol muy ramificado que alcanza alturas de 20 a 30 metros y entre 60 cm a 80 cm de D.A.P. (1.30 m de altura) (Figura 2.1). Sus hojas son grandes, simples,

opuestas, con bordes dentados, glándula en la base de la lámina, pubescentes en el envés, que se desprenden durante los meses menos lluviosos (enero-febrero), apareciendo las nuevas en el mes de marzo. La inflorescencia se produce en panículas terminales con flores de coloración pardusca, con labio y garganta amarillos. El fruto tiene forma de drupa ovoide, es succulento y de color amarillo cuando está maduro. Las semillas son unos cuercos ovoides, puntiagudos en un extremo, con dos lóculos y dos semillas.

Semillas. Cuando las condiciones ambientales permiten un mayor número de horas de brillo solar, considerando que el promedio de la región fluctúa entre 1329 y 1829 horas, la especie produce buena cantidad de semilla: 1 kg puede tener entre 625 y 1500 semillas. El porcentaje de germinación es de 90-100%, la cual es epigea y tiene un periodo que oscila entre 14 y 28 días.

Las semillas son de color carmelita y deben recolectarse del piso, lavarlas, macerarlas, limpiarlas y secarlas, y como pierden con rapidez su poder de germinación, no es conveniente almacenarlas por largo tiempo. El pretratamiento para su germinación consiste en sumergirlas en agua tibia durante 24 horas.

Sistemas de propagación. Por semillas o estacas: si la propagación se efectúa por semilla, y considerando que la planta es susceptible a la marchitez, es mejor utilizar plantas deshojadas en el momento de trasplantarlas. Al emplearse pseudo estacas, se corta el tallo a 10 centímetros del cuello y las raíces a 5 centímetros.

Usos. Como madera, por ser liviana para trabajos de carpintería y elaboración de pulpa, triplex, etc., y como combustible para leña y carbón; en calidad de planta forrajera, porque sus hojas son comestibles, de gran preferencia por el ganado, y en agroforestería para constituir cercas vivas, banco de forraje para corte, franjas de ramoneo, sombrero para el ganado y barreras rompevientos, y dado que sus flores producen néctar en abundancia, es apreciada por las abejas.

Susceptibilidad a plagas. A nivel sanitario es susceptible a la defoliación por la hormiga arriera (*Atta sp.*) y en ocasiones se reporta en la región el ataque de un coleóptero barrenador del tallo, el cual, en estado inmaduro (larva), hace galerías amplias a lo largo del fuste, iniciando la perforación en las axilas que se forman entre las ramas y el fuste. Esta planta se destaca por su competitividad con las malezas.

Productividad. Es una especie que se ha adaptado muy bien a las condiciones de El Caquetá y por su rápido crecimiento es preferida en la instalación de cercas vivas (Tabla 2.1). Se considera que por su capacidad de rebrote y aceptación por el ganado posee un gran potencial como especie forrajera, acerca de cuyo rendimiento de materia seca (MS) y de su calidad se presentan algunos indicadores en la Tabla 2.2.

Tabla 2.1 Crecimiento de la especie *Gmelina arbórea* asociada con otras especies en arreglos agroforestales de El Caquetá.

Indicadores	Tipos de suelo		
	Terraza	Vega	Mesón
Tasa de crecimiento/año (cm)	313	266	186
Diámetro tallo/año (1.30m altura) (cm)	5.3	4.9	2.6

Tabla 2.2 Producción de materia seca por planta y calidad nutritiva de la hoja de *Gmelina arbórea*.

Indicadores	Alturas de corte (cm)			Promedios
	20	50	100	
M.S/planta inicial a 6 meses (g)	1440.6 ± 46	1072 ± 266	441.6 ± 70	984.7
M.S/planta cortes cada 60 días (g)	177.6 ± 40	192.5 ± 43	150.0 ± 38	173.4
M.S/planta cortes cada 90 días(g)	808.5 ± 146	947.7 ± 195	349.1 ± 72	701.8
Proteína cruda (%)				14.5 ± 0.7
Digestibilidad De M.S. (%)				61.0 ± 25
Extracto etéreo (%)				1.4

Clitoria fairchildiana

Nombre científico: *Clitoria fairchildiana*.
Nombre común: Bohío
(paraguas- sombrero).
Orden: Leguminoceae.
Género: *Clitoria*.
Especie: *Fairchildiana* R. Howard.
Familia: Fabaceae).
Subfamilia: Faboideae.

Hábitat. Se adapta bien en zonas con altitud hasta de 1200 m.s.n.m., temperatura de 20^o 30 °C, precipitación de 1200 a 3600 mm anuales. Su zona de vida es el bosque húmedo tropical (bh-T) y crece bien en suelos ácidos (pH 4.0-5.0) prondos y con buen drenaje.

Se conoce poco de su origen, sólo se sabe que fue traída de El Brasil e introducida a Colombia (El Valle del Cauca), por el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT; (Mahecha, Vega. G. E. 2001. Página Internet, Universidad Distrital Francisco José de Caldas).

Morfología. Es un árbol de crecimiento erecto que puede alcanzar alturas hasta de 10 a 12 m, con una copa extendida en forma de paraguas de 8 a 10 m de diámetro (Figura 2.2). Su raíz principal es pivotante y las secundarias son laterales con nódulos de nitrógeno. Las hojas son trifoliadas y con estipulas alternas y sus foliolos son lanceolados de color verde claro, de aspecto suave. Las hojas tienen de 12 a 15 cm de largo por 4 a 6 cm de ancho, las flores son marcadamente zigomórficas (muy asimétricas), con un pétalo superior llamado estandarte, dos laterales o alas y dos inferiores que forman la quilla, y conforman vistosos racimos, con pétalos de 2 a 3 cm de color lila.

El fruto es una legumbre o vaina dehiscente aplanada, de color castaño oscuro, de 15 a 30 cm de largo por 1.5 a 2.0 cm de ancho, que contiene de 5 a 8 semillas en forma lenticular. La semilla de *Clitoria fairchildiana* germina muy rápido después de la cosecha, si encuentra

buenas condiciones de humedad. Por lo tanto, si demanda almacenamiento por algún tiempo, es necesario secarla muy bien y mantenerla después en refrigeración para conservar un buen porcentaje de viabilidad.

Propagación. *Clitoria fairchildiana* se reproduce muy bien por semilla sexual, alcanzando porcentajes de germinación de 58 a 90%. También se puede reproducir por estacas de 30 a 50 cm., aunque los rebrotes iniciales son un poco tardíos, pues aparecen dos y tres meses más tarde.

Usos. La *C. Fairchildiana* se ha evaluado en el C.I. Macagual (Florencia, El Caquetá) por estaca de 2 metros de largo para cerca viva. Por semilla sexual y estaca de 40 cm de largo se ha establecido como banco forrajero para corte o franjas para ramoneo. Por semilla sexual también se ha sembrado en potreros como árbol de sombrío para el ganado.

Productividad. En la evaluación de estacas largas de bohío para cerca viva se determinó que sólo el 22% de éstas emitieron rebrotes (5-7/estaca promedio) a una edad de 2 a 3 meses de plantadas, los cuales se ubicaron, en su gran mayoría (60%), en la parte inferior de la estaca. Debido a que esta planta es muy bien apetecida por el ganado, si la cerca viva no está protegida durante los dos primeros años, como mínimo, los rebrotes son consumidos de manera permanente, lo cual no les permite crecer. Por lo anterior, se pudo determinar que *Clitoria fairchildiana* tiene un buen potencial como forrajera por su capacidad de rebrote, aceptación por el ganado y resistencia al ramoneo.

La tasa de crecimiento por año, cuando se ha establecido en potreros de mesón con coberturas de braquiaria y gramas nativas ha sido de 44 y 75 cm, en su orden. Los rendimientos de forraje varían de acuerdo con la edad de la planta, su altura y la frecuencia del corte. Los rendimientos y calidad del forraje en plantas jóvenes de *Clitoria fairchildiana*, conseguidos en el C.I. Macagual, se consignan en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Producción de materia seca comestible de *Clitoria fairchildiana* en plantas jóvenes

Indicadores	Alturas de corte (cm)		
	20	50	100
M.S/planta corte inicial a 10 meses (g)	605 ± 416	762 ± 345	403 ± 199
M.S comestible/planta con cortes de 4 semanas (g)			96 ± 18.5
M.S comestible/planta con cortes de 8 semanas (g)			151.4 ± 25.9
M.S comestible/planta con cortes de 12 semanas (g)			290.7 ± 60.8
Proteína cruda (%) en Rebrote de 4 semanas			21.7 ± 3.9
Digestibilidad de M.S. (%)			5.0 ± 2.9
Extracto etéreo (%)			0.1
Taninos (%)			0.6

Erythrina fusca

Nombre científico: *Erythrina Fusca* Loureiro.

Nombre común: Búcaro, cachimbo, Anaco, písamo, Cámbulo, cantagallo, guisante, pito.

Orden: Leguminoceae.

Género: *Eritrina*.

Especie: *Fusca Loureiro*.

Familia: Fabaceae.

Subfamilia: Faboideae.

Grupo: Fanerógamas.

División: Espermatofitas.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Dicotyledoneae.

Sinonimia: *Erythrina glauca* Willd.

Hábitat. Especie perenne americana que se encuentra desde Guatemala hasta Perú, Bolivia, El Brasil y Venezuela. La *Erythrina fusca* se cultiva en Colombia, desde el norte de las sabanas de la Costa Atlántica, con un clima cálido seco, hasta el sur en la Amazonia, con un clima cálido-lluvioso. Se adapta bien en altitudes desde los 200 hasta 1500 m.s.n.m. y temperaturas desde 15 a 27°, con precipitación

desde 800 a 4000 mm. Su zona de vida es el bosque seco tropical (bs -T), el bosque húmedo tropical (Bh -T), el bosque húmedo premontano (bh -PM) y el bosque muy húmedo premontano (bmh-PM).

Los suelos donde se desarrolla pueden tener drenaje lento a algo excesivo y, por lo general, se cultiva en suelos arcillosos con pH neutro y alta saturación de bases, aunque, en el Caquetá crece sobre suelos con pH ácido, baja fertilidad, altas concentraciones de aluminio e inundados con mucha frecuencia.

Morfología. Es un árbol con una altura 20 m, y una copa extendida de 10 m de diámetro (Figura 2.3). La corteza del tallo es amarillenta, fisurada; está cubierta de verrugas o agujijones y produce una madera fina blanca y liviana.

Su raíz principal es pivotante y las secundarias son laterales con nódulos fijadores de nitrógeno. Las hojas son alternas trifoliadas, con peciolo largo y dos pares de glándulas. Sus folíolos tienen color verde en el haz y verde blancuzco en el envés, forma ovalada y miden 10 cm de largo por 7 cm de ancho.

Las flores son grandes (4 a 5 cm de largo), se presentan en vistosos racimos con una textura gruesa, suave al tacto y color entre amarillo y anaranjado, en forma de gallito o barquito. El fruto tiene forma de legumbre o de vainas derechas, cilíndricas, de color castaño oscuro, de 15 a 30 cm de largo por 1.5 cm de ancho; las semillas son parecidas a un frijol color café, de 1.5 cm de largo y de 5 a 7 mm de ancho; el embrión de la semilla es muy pequeño y está ubicado en una de las dos puntas de la misma, con la radícula dirigida hacia la zona de conexión de ésta con la vaina.

En El Caquetá, la *Erythrina fusca* se considera una especie siempre verde, aunque en los meses menos lluviosos se puede observar una defoliación escasa, seguida de una floración que trae consigo la generación de nuevas hojas. Hay registros de floración en esta región entre agosto y noviembre, aunque con poca producción de semilla debido a la baja radiación solar.

Propagación. Como en El Caquetá el promedio de las horas de brillo solar fluctúa entre 1329 y 1829 horas, y *Erythrina fusca* exige un mayor porcentaje de luz para producir semilla, ésta especie se puede reproducir con facilidad mediante estacas de 2.5 cm de gruesas en adelante y mayores 40 cm de longitud. Para la propagación por semilla sexual, se debe preparar el material desde el día anterior dejándolo en remojo y colocándolo luego en los germinadores, pero también directamente en la bolsa o bandeja, siendo su germinación del 90 a 100% y el periodo empleado de 4 a 12 días. Para el éxito de una plantación es requisito indispensable que las plantas de vivero sean vigorosas y sanas para soportar la radiación solar.

Usos. Esta variedad se emplea como recurso medicinal utilizando las flores en infusión como calmante de dolores. En Agroforestería, como cercas vivas, protección de nacimientos de agua, cortina rompevientos y sombrío de

cultivos y del ganado. En una especie muy útil como forrajera, como complemento proteínico de la alimentación del ganado, y a pesar de que la madera es poco valiosa, es adecuada para elaborar aglomerados de interiores, cajonería y tableros.

Rendimientos. En la multiplicación de *Erythrina fusca* por estacas de 30 cm de longitud y 3 cm de diámetro, en el C. I Macagual, los resultados de sobrevivencia sumaron, a los 120 días de plantadas, 72%, en promedio, con un número de rebrotes de 3 a 4 por estaca y longitud de rebrotes de 31 cm. Es buena la capacidad de enraizamiento de las estacas, con un promedio de 12 raíces por estaca de 2 cm de largo a los 120 días. Una posibilidad de establecer cercas vivas en potreros, es a través de estacas largas (2 a 2.20 m) plantadas sobre una cerca tradicional.

En la Tabla 2.4 se presentan los rendimientos de M.S. Comestible de *Erythrina fusca* obtenidos sobre suelos de vega, en el primer corte realizado a los nueve meses de plantadas con tres alturas y dos frecuencias de corte.

La producción de biomasa seca, bajo las condiciones del Valle del río Sinú, en el departamento de Córdoba, es de aproximadamente 1kg/planta año, de los cuales el 46% del peso corresponde al follaje y el 54% a los tallos.

Poda: De acuerdo con los trabajos realizados en El Caquetá, cuando se utilizan estacas largas de *Erythrina fusca* para cercas vivas, es necesario podar los rebrotes emitidos en la parte baja y media, con el fin de estimular el crecimiento de los rebrotes de la parte superior y para impedir que el ganado dañe la estaca al tratar de consumirlos. Del mismo modo, al emplear las plantas de *Erythrina fusca* para corte y ramoneo del forraje, lo más oportuno es cortar y podar a 1 metro de altura para garantizar la sobrevivencia de la planta, especialmente si ella es joven.

Tabla 2.4 Producción de materia seca comestible por planta y calidad nutritiva de la hoja de *Erythrina fusca*.

Indicadores	Alturas de corte (cm)			Promedios
	20	50	100	
M.S/planta iniciala 9 meses (g)	588.1 ± 355	853.8 ± 26	452.6 ± 77	631.5
M.S/planta cortes cada 60 días (g)	41.1	117.4	35.3	64.7 ± 37
M.S/planta cortes cada 90 días (g)	98.8	42.1	60.6	67.2 ± 24
Proteína cruda (%)				22.2 ± 4
Digestibilidad de M.S. (%)				55 ± 11
Extracto etéreo (%)				1.2
Taninos (%)				0.1

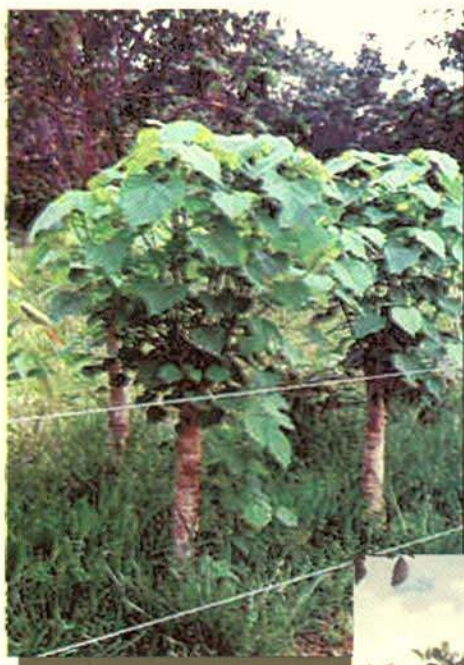


Figura 2.1
Gmelina arborea
(Melina)



Figura 2.2
Clitoria Fairchildiana
(Bohío)



Figura 2.3 *Erythrina fusca* (Cachimbo)

Trichantera gigantea 6

Nombre científico:	<i>Trichantera gigantea</i> (H. Et. B.) Nees.
Nombre común:	Nacedero, Quiebrabarrigo, Cajeto, Cuchiyuyo, Madre de Agua, Palo de Agua.
Género:	<i>Trichanthera</i> .
Especie:	<i>gigantea</i> .
Familia:	Acanthaceae.
Subfamilia:	Acanthoideae.
Clase:	Dicotiledónea.
Orden:	Tubiflorales.

Hábitat. La *Trichantera gigantea* es originaria del norte de la cordillera de los Andes. Es una especie que se adapta bien a climas con altitudes desde el nivel del mar hasta los 2500 m.s.n.m., con precipitaciones entre 1400 a 4000 mm y temperatura de 19 a 28 °C. Su zona de vida es bosque seco tropical (bs-T), bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque húmedo y muy húmedo premontano (bj-PM; bmh-PM). Se desarrolla bien en suelos húmedos, pero con buen drenaje, textura amplia, pH>4.5 y buena fertilidad.

Morfología. La altura del árbol es de 4 a 15 metros y su copa de 6 metros de diámetro, es muy ramificado (Figura 2.4) y sus ramas son tetragonales con nudos muy pronunciados; las hojas son simples, opuestas u oblongas, aserradas y vellosas, verdes muy oscuras por el haz y más claras por el envés; las flores son racimos terminales y acampanadas de color rojo y amarillo ocre con anteras pubescentes (peludas de allí su género *Trichantera*) que sobresale de la corola, con gran producción de néctar; sus frutos son cápsulas pequeñas redondeada de 1.5 a 2.0 cm de largo y 4 semillas orbiculares.

Sistema de propagación. Se propaga fácilmente por estaca. Para obtener forraje se siembran estacas de 45-50 cm de largo y 5 cm de diámetro; para cerca viva, estacas de 1.5 2.0 m de largo y 10 15 cm de diámetro. Las estacas se establecen directamente en el sitio, la parte basal con un corte en bisel y la parte superior debe cubrirse con parafina o con hojas para impedir la deshidratación en verano o la pudrición en invierno.

Usos. Sus hojas son medicinales y se destinan a curar el reumatismo y las afecciones del hígado y los riñones. Es importante como forrajera, pues sus hojas comestibles son del agrado del ganado bovino, equino y porcino. En sistemas agroforestales, protectora de nacimientos de agua, y en sistemas silvopastoriles como banco de proteína, fuente de ramoneo, cercas vivas y sombra.

Productividad. Para la región, el comportamiento de *Trichantera gigantea* depende sobre todo de las condiciones físico-químicas de cada unidad fisiográfica. Es así como en suelos de las unidades de mesón y terraza es muy pobre y manifiesta deficiencias nutricionales, al contrario de su buena adaptabilidad en los suelos de la unidad de vega, con producciones de forraje de 16.200 kg/ha/año, siendo posible suplementar la dieta alimenticia de unos 30 animales/ha/año (Oimt-Ceudes, 1999).

En corte o ramoneo tiene buena producción de rebrotes; en bancos de y proteína produce de 38 a 120 toneladas de forraje verde por hectárea año; posee 16-20% de proteína cruda, 58% de DIVMS y baja concentración de sustancias fenólicas.

Inga edulis

Nombre científico:	<i>Inga edulis</i> .
Nombre común:	Guamo churimo, Rabo de mico.
Orden:	Leguminoceae.
Género:	<i>Inga</i> .
Especie:	<i>Edulis</i> .
Familia:	Mimosácea.

Hábitat. Su hábitat es muy amplio y se ubican en cimas calientes, medios y aún fríos. De esta forma se adaptan a climas con altitud entre 300 y 1700 m.s.n.m., con temperatura de 18-30° C y precipitación de 1500-3800 mm. Su zona de vida va desde el bosque seco tropical (bs-T), el bosque húmedo tropical (bh-T) y el bosque húmedo premontano (bh -PM) hasta el bosque muy húmedo premontano (bmh-PM).

Se encuentra en forma silvestre en toda la región de La Amazonia, El Guaviare, La Macarena y Mapiripán, en áreas de rebalse periódico. Exige suelos con buen drenaje, un pH superior a 4.5, crece bien en suelos drenados y profundos, su exigencia de luz para fructificar es mediana. Según los requerimientos de luminosidad, es semiheliófito cuando joven y heliófito cuando adulta. Se propaga por semillas.

Morfología. El árbol mide de 10 a 17 metros de altura, con un sólo eje o tronco, tallo de color grisáceo, anillado, copa aparasolada, sin exudados, o sea, sin ningún brote (Figura 2.5). Su madera es liviana y muy durable en contacto con el suelo; las raíces son profundas y nitrificantes; las hojas alternas, compuestas y bipinnadas, de color verde claro, con peciolo tomentoso de 1 cm de largo, 8 folíolos elípticos de 10 a 20 cm de largo dispuestos en cuatro pares y raquis alados; las flores son blancas, sésiles, en una o dos espigas pedunculadas, subterminales; los frutos son vainas grandes hasta de 40 cm de largo, redondos y retorcidos; las semillas tienen color negro con pulpa blanca y pueden germinar directamente en el fruto maduro.

El número promedio de semillas por kg es de 112, con un 98 a 100% de germinación. Las semillas pierden su viabilidad con rapidez, germinando, en la mayoría de los casos, en la vaina, por lo cual es conveniente sembrarlas apenas se efectúe la recolección.

Usos. Como forraje, sus hojas y frutos son comestibles por los animales domésticos, silvestres y el hombre, y sus flores son nectíferas, melíferas y poliníferas. En sistemas silvopastoriles sirve para cercas vivas, como cortina rompevientos y para mejorar los suelos a causa de su capacidad para fijar nitrógeno, el reciclaje orgánico y la estimulación de la flora edáfica. Es muy adecuada para el sombrío de cultivos y del ganado y útil para el establecimiento de "bosques dendroenergéticos", o de "bosques para leña". Se asocia bien con otras especies y su fruto también es comestible por el hombre. En calidad de madera se emplea en la fabricación de cajas para empaques, moldes para

fundición, cabos de herramienta y como leña y postes para cerca.

Pithecellobium longifolium

Nombre científico: *Pithecellobium longifolium*.
Nombre común: Carbón, Carbonero, Amé.
Orden: Leguminosae.
Género: Pithecellobium.
Especie: Longifolium.
Familia: Mimosácea.

Hábitat. Se adapta en climas con altitud entre 600 y 1800 ms.n.m., temperaturas de 17 a 28° C, precipitación de 1400 a 3800 mm. en zona de bosque seco tropical (bs-T), bosque húmedo tropical (bh-T), bosque húmedo premontano (bh-PM) y bosque muy húmedo premontano (bmh-PM). Asimismo, en suelos franco arenosos y franco arcillosos, con pH ácido, fertilidad media y buen drenaje, aunque resiste alta humedad en el suelo. Es una planta silvestre que se desarrolla sin problemas en bosques de galería o ribera; cuando está joven es semiheliófito y heliófito cuando es adulta y se reproduce mediante estacas y semillas.

Morfología. *Pithecellobium* es un árbol muy ramificado, con un sólo tallo, eje o tronco, que alcanza hasta 8 metros de altura, en forma de copa (Figura 2.6), y hojas compuestas (con dos o más láminas), recompuestas (bipinnadas) y alternas (una en cada nudo), peciolo corto con estípulas libres o laterales, sin exudado, es decir, sin ningún brote y una colita entre las dos pinnas. Es un árbol que crece bien junto a las aguas y posee una buena capacidad de enraizamiento.

Usos. Esta es una especie con alto potencial de utilización dentro de los sistemas de producción regional como leguminosas fijadora de nitrógeno, dispuesta en forma de barreras viva. Es muy útil en la protección de cuencas hidrográficas, riberas de quebradas y ríos y de los suelos, como sombrío en potreros para el ganado y alimento para animales domésticos, silvestres y el hombre mismo, ya que sus flores y frutos son comestibles, así como para obtener leña, carbón y madera para la construcción y como recurso medicinal.

Bauhinia tarapotensis

Nombre científico:	<i>Bauhinia tarapotensis</i> .
Nombre común:	Patevaca, casco de vaca.
Género:	<i>Bauhinia</i> .
Especie:	<i>Tarapotensis</i> .
Familia:	Leguminosae.
Subfamilia:	Caesalpinioideae.

Hábitat. Proviene de Asia y en Colombia algunas especies del género *Bauhinia* se encuentran en estado silvestre, por lo general en bosques secundarios de La Amazonia, El Guaviare, La Macarena y Mapiripán. Por sus requerimientos de luminosidad es semiheliófito cuando joven y heliófito en estado adulto. En El Caquetá se adapta bien en suelos de terraza y vegas.

Morfología. Es un arbusto de un sólo tallo, eje o tronco, de dos a cuatro metros de altura, con ramificaciones bastante extendidas (Figura 2.7), hojas pecioladas, cuya lámina está dividida en más de 2/3 de su longitud en dos lóbulos oblicuos y oblongos, con cuatro nervaciones longitudinales cada uno.

La base del pecíolo posee dos estípulas espinosas y la hoja termina en una espina flexible; las flores son blancas, reunidas en racimos bastante efímeros; emite retoños radicales con gran facilidad y los frutos son vainas aplanadas. Esta especie es semirrústica y se reproduce por semilla o retoños radicales.

Usos. *Bauhinia sp.* tiene un uso potencial como fijadora de nitrógeno y como protectora y recuperadora de suelos. Esta planta se emplea para alimentar animales domésticos y silvestres, para sacar leña o carbón, como ornamentación y para postes vivos o cercas.

Productividad. En el C.I. Macagual se ha evaluado como cerca viva y fuente forrajera para el ganado. Como cerca viva, implantada en forma de estacas de 2 metros de longitud con 3 a 4 cm de diámetro registró un 42% de sobrevivencia, con una emisión de 10 rebrotes/estaca, en promedio. La propagación por medio de estacas de 40 cm, como fuente forrajera, a los 120 días de plantada produjo un promedio de 3 a 4 rebrotes con una longitud de 18 a 26 cm y de 14 raíces de 3 a 4 cm de largo. La producción de materia seca por planta, en el C.I. Macagual, se expresa en la Tabla 2.5.

Tabla 2.6 Producción de materia seca de *Bauhinia tarapotensis* por planta en suelos de terraza.

Indicadores	Alturas de corte (cm)		
	20	50	100
M.S/planta corte inicial a 10 meses (g)	3260 ± 2417	2184 ± 1800	1880 ± 1500
M.S comestible/planta con cortes de 8 semanas (g)	30 ± 28	52 ± 59	17 ± 72

Con alturas de corte de 20 y 50 cm, es alto el porcentaje de mortalidad, así como la variabilidad en la disponibilidad de forraje, por

lo cual se ha establecido que la altura de corte más indicada es de un metro, como mínimo.



Figura 2.4
Trichanthera gigantea
(Nacedero)

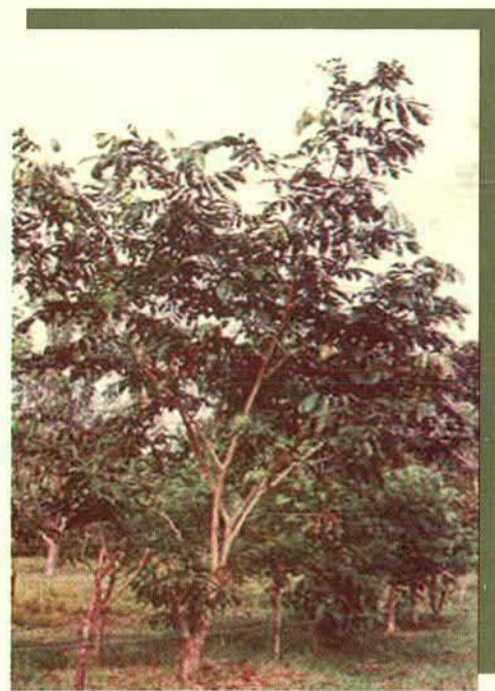


Figura 2.5
Inga edulis
(Guamo)



Figura 2.6
Phitecellobium longifolium
(carbón)

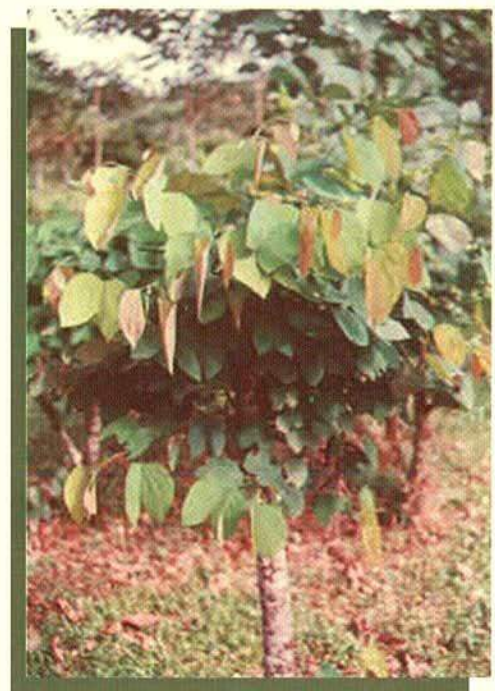


Figura 2.7
Bauhinia tarapotensis
(patevaca)

Cratylia argentea

Nombre científico: *Cratylia argentea*.
Nombre común: Cratilia.
Género: *Cratylia*.
Especie: *Argentea* (Desvaux)
O. Kuntze.
Familia: Leguminosae
Subfamilia: Papilionoideae.
Basionimia: *Dioclea argentea* Desv.
Sinonimia: *Cratylia floribunda* Benth.

Hábitat. Entre las leguminosas forrajeras arbustivas promisorias para suelos ácidos de baja fertilidad y períodos de sequía prolongados, se destaca una especie de *Cratylia*, hasta hace poco tiempo conocida como *Cratylia floribunda* hoy como *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze. Esta especie, distribuida desde Brasil hasta Panamá y el bosque amazónico, ha mostrado excelente adaptación en varias localidades de América tropical y alta retención de hojas en períodos de sequía prolongada.

Cratylia argentea, su distribución natural se sitúa al sur de la cuenca del Río Amazonas y al este de la cordillera de los Andes. Fue incorporada a El Caquetá por el CIAT, y desde el año 1996 Corpoica la ha venido evaluando por su excelente adaptación a las condiciones del Trópico Húmedo, en donde se comporta bien en sitios bien drenados, con rangos de precipitación entre 990 a 4000 mm anuales, en suelos ácidos (pH desde 3.8 a 5.9), desde arenosos hasta arcillosos, en especial en los suelos franco-arenosos, de baja fertilidad y alta concentración de aluminio (de 0 a 87%), aunque no prospera bien en zonas por encima de los 1200 m.s.n.m.

La recuperación de las plantas de *C. argentea* después de la quema, el corte o el ramoneo, ha sido buena y favorable por la alta retención de hojas y la tolerancia a plagas y enfermedades.

Morfología. Es un arbusto que mide entre 1.5 y 3.0 metros de altura y crece en forma de lianas volubles. Las hojas son trifoliadas y estipuladas; los folíolos membranosos o coriáceos con los dos laterales ligeramente

asimétricos (Figura 2.8). La inflorescencia es un pseudorracimo noduloso con seis o nueve flores por nódulo; las flores varían en su tamaño entre 1.5 y 3 cm con pétalos de color lila. El fruto es una legumbre dehiscente que contiene de 4 a 8 semillas en forma lenticular, circular o elíptica.

Semillas. La floración de *C. Argentea* es abundante y poco sincronizada: puede ocurrir al comienzo del final del periodo lluvioso y durar de uno a dos meses y las plantas pueden florecer durante el primer año de establecidas, pero con bajos rendimientos de semillas. La maduración de los primeros frutos puede demorar entre 1.5 y 3.0 meses; por lo tanto la colección de la semilla se debe efectuar de manera continua. En los estudios del CIAT en Colombia se ha encontrado una producción de 654 kg/ha de semilla, la cual pierde rápidamente su viabilidad debido a la falta de latencia. Por esta razón, es posible mantener esta viabilidad durante un año si se almacena en condiciones de refrigeración, reduciéndose, sin embargo, el porcentaje de germinación hasta en un 40%.

Usos. Es una leguminosa apropiada para uso forrajero, ya sea bajo corte o ramoneo. Por su excelente adaptación y producción de biomasa también se puede utilizar como protectora y recuperadora de suelos.

Propagación y crecimiento. *Cratylia argentea* se multiplica con facilidad por semilla, sin necesidad de escarificación si es recientemente cosechada. Las semillas se deben sembrar a menos de 2 cm de profundidad en el suelo, para evitar su pudrición. El crecimiento de *Cratylia argentea* es lento durante los primeros meses de establecida; sin embargo, dependiendo de la fertilidad del suelo y del manejo, su crecimiento puede ser mayor.

Productividad. Los rendimientos de materia seca de *Cratylia argentea* son afectados por la fertilidad del suelo, la densidad de siembra, la edad al primer corte y la edad de la planta. En el C. I. Macagual se ha encontrado un promedio de M.S/planta de 364 g en el primer corte realizado a los ocho meses de edad y a un metro de altura.

Cuando la especie está asociada en arreglos silvopastoriles con otras especies de diferente porte y con distancias de siembra de 3.0 m, la producción promedio de M.S/planta ha sido de 410 g. Si *Cratylia argentea* está sembrada en parcelas en monocultivo y a distancias de 1.5 m, la producción de M.S es de 316 g/planta, en promedio. Los cortes a un metro de altura o el uso de la especie en ramoneo deben hacerse entre las 10 y 12 semanas. Aunque los bovinos la prefieren tierna, el corte o uso cada cuatro semanas, al igual que los cortes por debajo de un metro, pueden ocasionar la muerte de la planta. La producción de M.S/planta con cuatro semanas es de 135 g.

Otros estudios de rendimiento con la especie en Brasil, han registrado hasta 14.3 toneladas de materia seca (MS) en 189 días. En plantas menores de un año, con cortes cada 8 semanas se obtuvo un rendimiento de 100 g/planta de MS cuando la densidad fue de 6000 plantas/ha y de 75 g/planta con densidades de 10000 plantas/ha. En Costa Rica, con plantaciones de cuatro años de edad se han logrado rendimientos de MS entre 200 a 300 g/planta.

Los contenidos de proteína y la digestibilidad de la M.S. de *Cratylia argentea*, en condiciones de El Caquetá, han sido de 22 y 57.5%, respectivamente. El contenido de taninos es bajo (2%). Se recomienda suministrarla a los animales en canoa en combinación con caña de azúcar, o bajo pastoreo directo.

Codariocalyx gyroides

Nombre científico *Codariocalyx gyroides*.

Nombre común: Cora-cora.

Orden: Leguminosae.

Género: *codariocalyx*

Especie: *gyroides* (Roxburgh ex Link)
Aasskari.

Familia: Fabaceae.

Subfamilia: Faboideae.

Grupo: Fanerógamas.

División: Espermatofitas.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Dicotyledoneae.

Ciclo de vida: Semiperenne.

Basionimia: *Hedysarum motorium*
Houttuyn.

Sinonimia: *Desmodium gyrans* (L.f.) DC.

Hábitat. El *Codariocalyx gyroides* es una especie perenne de tipo arbustivo, nativa del área comprendida desde Nepal e India, el sur de China e Indonesia, hasta Malasia. En la Amazonia Colombiana su introducción se reporta por el CIAT desde 1983, pero su cultivo se inicia a partir de 1993. *Codariocalyx gyroides* se cultiva tanto en los suelos de lomerío amazónico como en los suelos aluviales (vega y terrazas).

La especie se desarrolla normalmente bajo la luminosidad de la región, cuyos valores anuales oscilan entre 1329 y 1850 horas de brillo solar. Se adapta bien a las frecuentes y abundantes lluvias de la región, cuyo promedio anual sobrepasa los 2500 mm y a temperaturas entre de 20 a 34° C. La especie se desarrolla mejor en regiones con valores promedios de 80% de humedad, pues parece ser que la alta humedad del ambiente acelera la emisión de sus hojas y prolonga su longevidad.

Morfología. El arbusto tiene tallos de 1 a 3 m de altura, con dispersa a densa pubescencia (Figura 2.9). En su estado maduro puede superar los 4 cm de grosor. Las hojas poseen de 1 a 2 folíolos, el peciolo mide de 1 a 3 cm de longitud, su forma es elíptica o aovada con 2 u 8 cm de longitud y ápice obtuso. Las flores muestran una corola de tonos rosa que se tornan azul violeta, su longitud es de casi 1 cm y se presentan en forma de inflorescencias densas terminales o axilares de 5-15 cm de longitud. Los frutos son vainas de 2.5-5 cm de longitud por 4 a 6 mm de ancho, y están cubiertos de una densa pelusa amarillenta, con 5 a 13 lóculos que contienen semillas de 2.5 mm x 4 mm x 1.5 mm.

En el Centro de Investigación Macagual, se han registrado 69 racimos/planta en suelos de lomerío y de 84 en suelos aluviales (vega). Asimismo, el número de vainas/racimo varía entre 27 y 34; y el de semillas/vaina de 7 a 9 unidades. La floración empieza más o menos a los 12 meses y es permanente cada 32 días. La raíz principal es pivotante y algunas raíces laterales tienen nódulos que crecen en forma horizontal.

Propagación. La especie *Codariocalyx* se propaga en especial por semilla sexual, alcanzando valores de germinación entre el 90 y 100%. El tiempo de germinación es de unos 4 y 7 días sin aplicar ningún tratamiento pregerminativo. Los ecotipos que mejor se han comportado en El Caquetá, con relación a rendimiento de forraje, son 23.784, 33.129 y 13.979

Usos. Por su alto potencial de utilización, dentro de los sistemas de producción regional esta especie se emplea como leguminosa fijadora de nitrógeno, dispuesta en forma de barreras vivas, para abono verde en cultivos de callejones y en bancos o en potreros como fuente de forraje para el ganado.

Rendimientos. Según las experiencias realizadas en el Centro de Investigaciones Macagual, la altura más aconsejable de poda es 100 cm de altura. La primera poda del *C. gyroides*, cultivado en suelos Entisoles, se realizó a los 6 ½ meses de sembrado y produjo 242 g/planta de materia seca, correspondiendo a las hojas de 98 g/planta y a los tallos 144 g/planta. La segunda poda fue 4 meses después de la anterior, alcanzándose 321 g/planta de materia seca, distribuidos en 159 g/planta de hojas y 161 g/planta de tallos.

Para el material establecido en Ultisoles del lomerío, su primera poda fue a los 9 meses y sus rendimientos resultaron de 361 g/planta de

materia seca, con 153 g/planta de hoja y 218 g/planta para el tallo. Su segundo corte fue a los 5 meses con 346 g/planta, correspondiendo 115 g/planta para las hojas y 231 g/planta para los tallos. La calidad del forraje con corte a las seis, nueve y doce semanas no muestra grandes variaciones, con porcentajes promedios de proteína cruda y digestibilidad de 16.2 y 42%, respectivamente. La disponibilidad de M.S por planta para los ecotipos que mejor comportamiento han tenido en El Caquetá se incluyen en la Tabla 2.6.

Los análisis de calidad para *Codariocalyx gyroides* han mostrado los siguientes resultados:

Porcentaje de proteína cruda: 16.2 ± 1.4.

Porcentaje de digestibilidad de la materia seca *in vitro*: 41.8 ± 3.7

Porcentaje de taninos: 4.1%

Porcentaje de extracto etéreo: 1.6 ± 0.9.

Producción de semilla. Una de las ventajas más importantes de esta especie, es su producción de semilla sexual de buena calidad para su rápida propagación. Si se desea producir semilla, se deben seleccionar las plantas mejor desarrolladas, y una vez que éstas fructifiquen, se colectan las vainas para dejarlas secar a temperatura ambiente y recoger la semilla luego de la apertura natural de las vainas. Una planta normalmente desarrollada puede producir unos 125 gramos de semillas, es decir, cerca de 25 mil semillas.

Tabla 2.6. Producción promedia de materia seca por planta (tallo- hoja) con cortes de 12 semanas a un metro de altura para tres ecotipos de *Codariocalyx gyroides* con mejor respuesta en El Caquetá.

Ecotipos	En arreglo con otras especies M.S/planta (g)	En parcelas en monocultivo M.S/planta (g)	Promedio/planta cortes de 12 semanas (g)
Codariocalyx 23748	455.3	201.6	328
Codariocalyx 33129	34.3	379.2	356
Codariocalyx	544	137.1	340

***Flemingia macrophylla* (Willd.) Merr**

Nombre científico:	<i>Flemingia macrophylla</i> .
Nombre común:	Flemingia.
Orden:	Leguminoceae.
Género:	<i>Flemingia</i> .
Especie:	<i>macrophylla</i> Kuntze ex Merrill.
Familia:	Fabaceae.
Subfamilia:	Faboideae.
Clase:	Magnoliopsida.
Subclase:	Rosidae.
Basionimia:	<i>Crotalaria macrophylla</i> Willd.
<i>Sinonimia:</i>	<i>Flemingia congesta</i> (Ait.) Roxb.

Distribución y Hábitat. Es nativa del sur de Asia, se localiza desde el sureste del mismo continente e Indonesia, fue introducida a las regiones tropicales de África, Australia y América Latina, donde se ha naturalizado y adaptado. En El Caquetá el CIAT y Corpoica la evalúan desde 1992.

La *Flemingia* se ha cultivado tanto en los suelos de lomerío amazónico como en los aluviales (vegas y terrazas). Se desarrolla en forma normal bajo la luminosidad de la región, cuyos valores anuales oscilan entre 1329 y 1850 horas de brillo solar. Ha mostrado buena adaptación a las condiciones cálido-húmedas, con rango de variación entre 19 a 34° C, precipitación de 3.500 mm/año y humedad relativa de 80%, en promedio, en su orden.

Para las condiciones del Piedemonte del Caquetá, la floración se inicia aproximadamente 110 días después de la siembra y dura cerca de 40 días la madurez de los frutos, y continúa floreciendo y produciendo semilla en forma secuencial durante todo el año.

Morfología. Es un arbusto de casi 2 m de altura (Figura 2.10), con tallo cubierto por

pelos muy densos y presencia de estípulas que pueden tener hasta 15 mm de largo y caen al alcanzar su madurez. Las hojas son compuestas y alternas, con peciolo de 2 a 10 cm de largo, las hojas están formadas por tres folíolos digitados de 8 a 10 cm de largos por 4 a 7 cm de anchos, ápice acuminado, base redondeada y envés con penachos de pelos en las axilas de los nervios. La inflorescencia se produce en racimos axilares, aunque da la impresión de una espiga de 25 a 70 cm de largo, con pedúnculos delgados y cortos.

El largo de las flores es de 0.8 a 2 cm, con brácteas y cada una con pedicelos de 2 a 3 mm de longitud. El cáliz posee sépalos de 0.7 a 1.3 cm de largo, de color blanco con pintas rosadas a amarillentas y venas rojizas con alas. El fruto es una legumbre que puede medir entre 12 y 15 mm de largo por 7 cm de ancho, cubierto por pelos muy cortos y puntos glandulares; se presenta agrupado en racimos, cuyo número puede variar entre 15 y 40 por planta. Las semillas son negras y pueden medir hasta 3 mm de diámetro.

Propagación. *Flemingia macrophylla* se multiplica sobre todo por semilla sexual, alcanzando valores de germinación entre el 50-70% en un sustrato a base de arena.

Usos. Por su alta producción de biomasa, es una fuente de abono verde en parcelas agroforestales o en suelos descubiertos y sirve como cortina rompevientos.

Podas y producción de biomasa. El aporte de biomasa de esta especie, con base en la materia seca para dos tipos de paisaje en el C.I. Macagual, se anota en la Tabla 3.8.

En suelos de vega la producción total de la materia seca se distribuye en 29.2% de hoja, 56% de tallo, 4.3% de pedúnculo y 10.5% de semilla, mientras que en suelos de lomerío el 31.45% corresponde a las hojas, el 50.9% a los tallos, el 2.75% a los pedúnculos y el 14.9% a las semillas.

Tabla 2.7 Aporte de materia seca de *Flemingia Macrophylla* en parcelas agroforestales del C. I. Macagual.

Unidades agroecológicas	M.S/plantas (g)	Plantas/ha	Promedios t/ha
Vega (Kc)	678	3.200	2.17
Lomerío (Kn)	1097	2.380	2.61

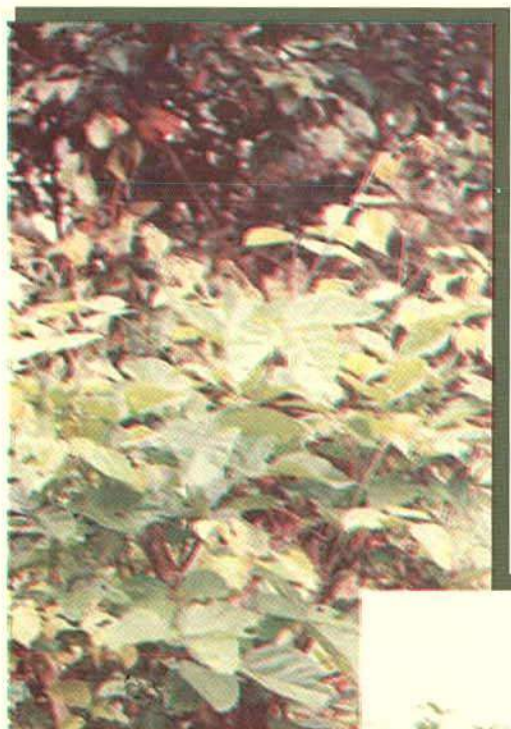


Figura 2.8
Cratylia argentea



Figura 2.9
Codariocalyx giroides
(Cora-cora)



Figura 2.10
Flemingia macrophylla
(Flemingia)

Especies Nativas con Potencial Forrajero

Clibadium surinamense L

Nombre científico: *Clibadium surinamense*.
Nombre común: Carrasposo, Cachetimbo.
Familia: Compositae.

Hábitat. Se encuentra en estado natural en rastrojos de La Amazonia, La Macarena y El Guaviare. Según la luminosidad es semiheliófito cuando está joven y heliófito cuando adulta.

Morfología. Es un arbusto que crece hasta 3 o 4 metros de altura, con un sólo tallo, eje o tronco, separado o en mancha dentro de los rastrojos. Sus ramas son tiernas, verdosas y lenticeladas; las hojas son simples, es decir, que constan de una sólo lámina opuesta (dos en cada nudo), sin exudado (sin ningún brote). Se propaga por brotes de cepa y semillas (Figura 2.11).

Usos. Se utilizan las ramas, las hojas y los frutos como planta medicinal y como alimento para animales domésticos, silvestres y el hombre, para quienes produce frutas o flores comestibles.

Los bovinos la consumen muy bien y la ramonean cuando la encuentran en rastrojos y potreros. La producción promedio de materia seca en rebrotes con cortes a un metro de altura, cada 8 semanas, en condiciones de rastrojo del Piedemonte Caqueteño, es de 58.6 g/planta, registrándose un porcentaje de materia seca de 25.6%, en promedio.

En un análisis de calidad nutritiva de las hojas del carrasposo, se halló un contenido de proteína cruda de 22.8%, digestibilidad de la materia seca de 63.5%, porcentaje de taninos de 1.22% y niveles de fósforo y calcio de 0.16 y 0.66%, respectivamente.

Heliconia sp

Nombre científico: *Heliconia* sp.
Nombre común: Bijao, platanillo.
Genero: Calathea.
Especie: Lutea.
Familia: Musaceae.
Tipo de planta: Plátano.
Hábito de crecimiento: Erecto.

Hábitat. Se encuentra en estado natural en rastrojos de La Amazonia, La Macarena y El Guaviare. Según la luminosidad es semiheliófito en estado joven y heliófito cuando es adulta y crece a orillas de las quebradas.

Morfología. Alcanza una altura de dos metros, es de un sólo tallo muy corto y se localiza en especial en rastrojos de vega en forma de varias plantas juntas o en manchas. Tiene hojas anchas simples, o de una sola lámina, alternas (una en cada nudo) y helicoidales (en forma de hélices). Se propaga por medio de rizomas o semillas (Figura 2.12).

Usos. La hoja sirve como alimento para los animales y para envolver alimentos como carne y panela. También es adecuada para elaborar esteras, sombreros y taparrabos, y produce frutas y flores comestibles para el hombre y los animales, entre los cuales los bovinos consumen las hojas con avidez. Se la considera como madre de agua, con utilidades didácticas, folclóricas, históricas y rituales.

Produce 17.5 g/planta de materia seca con cortes cada 8 semanas. Los contenidos de proteína cruda y la digestibilidad de la materia seca, con rebrotes de 8 semanas, son de 24.2 y 64.6%, en su orden.

Cecropia sp.

Nombre científico: *Cecropia membranacea*.
Nombre común: Yarumo, guarumo.
Género: *Cecropia*.
Especies: *Membranaceae*, disecolor.
Familia: *Cecropiaceae*.

Hábitat. En estado natural, este árbol se encuentra como una especie silvestre en rastrojos y sitios de rebalse ocasional de La Amazonia, El Guaviare, La Macarena y Mapiripán. Es de un sólo tallo eje o tronco y se encuentran varios árboles juntos o en manchas. Según los requerimientos de brillo solar, es semiheliófila en estado joven y

heliófila cuando es adulta. Se multiplica por medio de rebrotes de cepas y semillas.

Morfología. Este árbol se eleva a una altura de 20 metros con un diámetro en su tallo de 57 cm; sus raíces son zancudas o con forma de patas de araña, su corteza emite un látex de color marrón y sus hojas son alternas, peltadas, con lóbulos, de una sola lámina, cuyo envés es blanco, dándole al árbol un aspecto blanquecino (Figura 2.13).

Usos. Produce frutas o flores comestibles para el hombre y los animales domésticos y silvestres; los tallos se emplean como canales para conducir líquidos, como cajas para empaques, moldes para fundición, para la fabricación de triplex y corrales para animales domésticos.

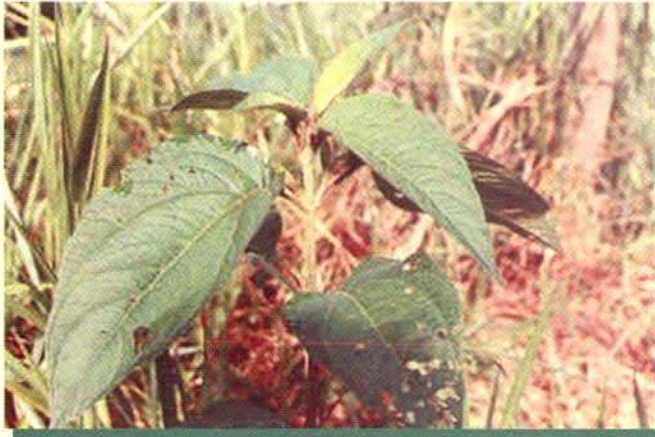


Figura 2.11
Clibadium surinamense L.
(Carrasposo)



Figura 2.13
Cecropia membranacea.
(Yarumo)



Figura 2.12
Heliconia sp.
(Bijao)

Bibliografía

- ARGEL, P. J.; LASCANO, C. E. 1998. *Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze: Una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos, en zonas subhúmedas tropicales. Gramíneas y Leguminosas Tropicales. Proyecto IP-5 Año 2, Número 2, Agosto 1998. 7p.
- CEUDES- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE - OIMT. 1999. Fichas técnicas de especies vegetales. Florencia, Abril de 1999.
- CIPAV, 1977. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. Segunda edición. p. 67-89.
- CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA (FLORENCIA, COLOMBIA). 1996. Leguminosas promisorias (*Codariocalyx gyroides*) y (*Erythrina fusca*). Florencia, Corpoica, Fondo Amazónico (Plegable divulgativo)
- CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA (FLORENCIA, COLOMBIA). 1998. *Flemingia macrophylla* (Willd) Merr. Florencia, Corpoica-Sena. (Plegable divulgativo).
- GUY, P. 1989. Guía de reforestación. Corporación de defensa de la Meseta de Bucaramanga- Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (ACDI)- Grupo Consultor Ltda. de Quebec, Canadá (Roche), Bucaramanga.
- LEWIS, G.P. 1987. Legumes of Bahia. Royal Botanic Gardens, Kew, England. P619
- LOCK, J.M., 1989. Legumes of Africa : A check list. Royal Botanic Gardens, Kew, England. 619p.
- MAHECHA, V. G.; CORPORACIÓN ARARACUARA. S. F. Uso de las especies vegetales superiores. Proyecto DAINCO-CASAM.
- OHASHI, H. 1073. The asiatic species of *Desmodium* and its allied genera (Leguminosae). In: Ginkgoana: Contribution to the Flora of Asia and Pacific Region. Gakujutsu Tosho Printing, Tokyo. 76 p.
- PIZARRO, E. A.; PEREIRA DA SILVA.; SCHULTZE-KRAFT, R.; CORADIN, L. 1997. Áreas de ocurrencia y recolección de germoplasma de *Cratylia argentea* en los estados de Goias, Mato Grosso, Minas Gerais y Tocantins en Brasil. Pasturas Tropicales - Centro Internacional de Agricultura Tropical, 19(1):10-15.
- POLHILL, R. M. AND RAVEN. P.H. (EDS.) 1981. Advances in legume systematics. Part 1. Royal Botanic Gardens, Kew, England. 425 p.
- TAPIA CANO M. N.; MARTÍNEZ MENDOZA N. 1997. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de forraje de la leguminosa arbustiva *Codariocalyx Gyroides* (Roxburgh Ex Link) Hasskarl en El Piedemonte Amazónico (Colombia). 1997. Florencia, Universidad de la Amazonia. (Tesis para optar el título de Zootecnista).

TORRES, G. A. M.; BELALCÁZAR, G. J.; MAASS, B. L.; SCHULTZR-KRAFT, R. 1993. Manual de las especies del germoplasma de forrajes tropicales del CIAT. (Documento de trabajo No. 125).

TROPICO LEGUME DATA BASE. 1991. Missouri Botanical Garden, St. Louis, Missouri, USA.

VERDCOURT, B., 1979. A manual of New Guinea legumes. Botany Bulletin 11 :1-645.

WIERSEMA, J.H. ;KIRKBRIDE, J.H. JR. AND GUNN, C.R., 1990. Legumes (Fabaceae) nomenclature in the USDA germplasm system. Technical Bulletin No.1757. U.S. Department of Agriculture. 572p.

CARACTERIZACIÓN NUTRICIONAL DE PLANTAS ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS NATIVAS DEL BAJO MAGDALENA

Belisario Roncallo F.
Saida Buelvas S.

La aspiración de los ganaderos de mantener niveles aceptables de disponibilidad y calidad de las gramíneas durante las épocas de verano no es muy probable en el inmediato futuro, a pesar de los esfuerzos de las investigaciones para obtener materiales adaptados a bajos requerimientos hídricos y tolerantes a los períodos de sequías.

Varios estudios indican que durante estas épocas los nutrientes se desplazan a las raíces y la actividad fisiológica de las plantas se reduce, permaneciendo seca la parte aérea.

Entretanto, las plantas arbóreas y arbustivas mantienen el follaje verde y brindan una considerable oferta de forraje, la cual puede contribuir a cubrir los déficits de alimentos durante estas épocas, constituyéndose, además, en una importante fuente de nutrientes para rumiantes, en especial de proteína y caroteno (Roncallo y col, 1997).

El presente estudio se realizó con el objetivo de identificar plantas arbóreas y arbustivas nativas con potencial forrajero para incorporar en los sistemas de alimentación de las explotaciones ganaderas del Bajo Magdalena.

Materiales y Métodos

Localización. El presente trabajo se realizó en la microrregión Bajo Magdalena, ubicada en el centro y sur del departamento de El Magdalena, a una temperatura media anual de 29° C, humedad relativa de 70% y precipitación media anual de 1.200 mm.

Encuesta. Para el estudio se realizaron 32 encuestas a propietarios de fincas ubicadas en los municipios de Sitio Nuevo, Remolino, Pedraza, Cerro de San Antonio, El Piñón, Salamina, Pivijay, Chivolo, Ariguaní, Plato, Tenerife, Santa Ana, San Sebastián de Buena Vista, San Zenón, Guamal y El Banco; el principal tópico analizado fue el relacionado con las especies arbóreas y arbustivas consumidas por los rumiantes en esta región.

Producción de Materia Seca. La producción de materia seca de cada especie evaluada se estimó *in situ* en época de mínima y máxima precipitación.

Medidas Dasométricas. Una muestra de 10 árboles de cada especie se seleccionó al azar, con el propósito de determinar el diámetro a la altura del pecho (1.3 metros), la altura y el diámetro de la copa y la altura del fuste.

Ensayo de Palatabilidad. La prueba de palatabilidad se efectuó con el empleo del follaje de guácimo, iguá amarillo, campano, jobo y mora, durante la época de mínima precipitación, utilizándose seis novillos Cebú comercial con 16 meses de edad y peso de 150 kg de peso vivo, en promedio.

Los animales permanecieron estabulados cuatro horas en corrales individuales, donde se les ofreció el follaje verde de las especies señaladas y de la gramínea pará (*Brachiaria mutica*) en comederos individuales, en cantidades equivalentes al 3% de su peso vivo, en cada ciclo de evaluación, y se pesaron día a día las cantidades ofrecidas y sobrantes. Cada ciclo duró 10 días y al final se excluyó el material más palatable hasta evaluar el de menor palatabilidad.

Valor Nutritivo. El contenido de proteína cruda se determinó por el método de Kjeldahl, A.O.A.C (1995), la fibra en detergente neutra (FDN) por el método modificado de Goering *et al.* (1979), la fibra en detergente ácido (FDA) por el método de Van Soest *et al.* (1991), la lignina por el método de Van Soest y Wine (1968) y la digestibilidad por el método de Tilley y Terry (1963).

Resultados y Discusión

Especies Arbóreas y Arbustivas Predominantes. En la microrregión Bajo Magdalena se identificaron las siguientes especies arbóreas y arbustivas de uso múltiple: jobo (*Spondias mombis*), dividivi (*Libidibia coriaria*), iguá amarillo (*Pseudosamanea guacchapele*), orejero (*Enterolobium cyclocarpum*), matarratón (*Gliricidia sepium*), gusanero (*Astronium sp.*), campano (*Samanea saman*), polvillo (*Tabebuia chrysantha*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), buche (*Pithecellobium sp.*), totumo (*Crescentia cujete*), vainillo (*Planifolia andre*), Coralibe (*Tabebuia coralibe*), uvito (*Cordia dentata*),

naranjuelo (*Capparis odoratissima*), guacamayo (*Basiloxylon sp.*), ceiba (*Ceiba pentandra*), santa cruz (*Triplaris americana*), aroma (*Acacia farnesiana*), balaustre (*Centrolobium spp.*), palma de vino (*Schellea butyracea*), peralejo (*Curatella americana*), roble (*Tabebuia roseae*), siete cueros (*Trilobium cyclocarpum*), papayuelo (*Jatropha aconitifolia*) y camajón (*Sterculia apelata*).

Estas especies se encuentran distribuidas en diferentes densidades desde 1-50 árboles/ha. La mayoría de los productores identifican muchas especies como fuente de forraje y otras útiles como sombra, madera y cercas vivas. Las especies que se utilizan con más frecuencia como fuente de alimento se registran en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Especies arbóreas y arbustivas con potencial forrajero identificadas en la microrregión Bajo Magdalena

Nombres	Porcentajes
Jobo	21.0
Dividivi	17.0
Iguá-amarilla	12.5
Matarratón	12.5
Orejero	12.5
Gusanero	12.5
Campano	8.0
Polvillo	4.0
TOTAL	100.0

Materia Seca y Medidas Dasométricas.

Los contenidos de materia seca oscilaron entre 34.0 al 44.0% en las especies estudiadas con pequeñas variaciones debidas a las estaciones (Tabla 3.2).

La mayor producción de forraje se obtuvo con campano (127.4 kg/MS/ha), guácimo (64.2 kg/MS/ha), jobo (41.4 kg/MS/ha), mora (28.2 kg/MS/ha) e iguá (19.5 kg/MS/ha). (Tabla 3.3)

Tabla 3.2 Contenido de materia seca del follaje de plantas arbóreas en época de mínima y máxima precipitación. El Banco, (Magdalena). 1998.

Épocas	Contenido de materia seca (%)				
	Guácimo	Campano	Iguá	Jobo	Mora
Sequía	38.7	41.0	39.6	38.2	37.0
Lluvia	37.0	44.0	38.0	35.0	34.0

Tabla 3.3 Medidas dasométricas de follaje (Kg/MS/ árbol de plantas arbóreas en épocas de mínima precipitación. El Banco, Magdalena. 1988

Parámetros	Plantas arbóreas				
	Guácimo	Campano	Iguá	Jobo	Mora
DAP (cm)	64.1	71.5	43.5	71.5	25.7
Altura del fuste (m)	0.76	3.4	2.5	3.2	1.4
Altura de la copa (m)	11.3	19.7	15.9	17.0	9.9
Diámetro de la copa (m)	15.4	24.1	13.7	16.8	9.0
Producción de biomasa (Kg/ árbol)	64.2	127.4	19.5	41.4	28.2

Valor Nutrición. Los resultados revelan que el follaje de las especies evaluadas poseen altos contenidos de proteína cruda, presentando los mayores valores el Iguá (22.8%) y el campano (19.6%). Existe una correlación negativa entre el contenido de

lignina y DIVMS, siendo mayor los porcentajes de DIVMS en el follaje de mora (71.4%) y Guácimo (65.2%) en relación con el Iguá (60.3%), el Jobo (59.9%) y el campano (45.6%) (Tabla 3.4).

Tabla 3.4 Valor del follaje de arbóreas. El Banco, Magdalena. 1988

Parámetros	Plantas arbóreas				
	Guácimo	Campano	Iguá	Jobo	Mora
PC (%)	12.17	19.62	22.82	11.68	16.77
Cenizas (%)	11.87	7.91	7.26	13.76	25.33
DIVMS (%)	65.20	45.55	60.28	59.85	71.40
FDN (%)	44.42	46.38	40.11	36.66	31.61
FDA (%)	37.35	28.64	17.19	21.63	32.13
Lignina (%)	5.72	15.13	7.96	11.98	4.05
Tanino, mg/ml	3.84	2.45	1.87	2.28	2.45

Palatabilidad. Los resultados indican el grado de aceptación de cada uno de los follajes suministrados, incluida la gramínea pará. En la tabla 3.5 se aprecia la tendencia en la preferencia que muestran los animales por cada uno de estos forrajes. Cabe resaltar la inclinación de los animales hacia el consumo

de la gramínea antes que del follaje de las plantas arbóreas. La palatabilidad relativa se presentó así, en su orden: pará, guácimo, iguá, jobo, mora. Los consumos de forraje verde de estas especies estuvieron alrededor de 5.5% de su peso vivo.

Tabla 3.5 Promedio de consumo diario de forraje verde por animal durante la etapa experimental. Finca La Esperanza, El Banco.

Promedios de consumo						
Etapas	Pasto Pará	Guácimo	Campano	Iguá	Jobo	Mora
1	2.3	1.7	0.5	1.2	1.2	0.8
2	-	3.1	0.8	1.1	1.3	1.2
3	-	-	2.3	1.5	1.4	1.0
4	-	-	-	2.9	2.2	1.5
5	-	-	-	-	2.6	2.4
6	-	-	-	-	-	3.4

Conclusiones

Bajo las condiciones que se realizó el presente estudio, podemos formular las siguientes conclusiones:

- En la microrregión bajo Magdalena se identificaron 11 especies nativas con potencial forrajero.
- Los consumos de los follajes de las plantas nativas son altos y presentan preferencias diferentes de acuerdo con las especies confrontadas, aumentando el consumo de las especies menos palatables cuando hay mayor restricción.

Recomendaciones

Se sugiere continuar con el proceso de investigación en los siguientes aspectos:

- Evaluación sobre el manejo agronómico de todas estas arbóreas con potencial forrajero para el ganado.
- Evaluación zootécnica encaminada a determinar niveles de inclusión de estas arbóreas en dietas de los bovinos y estimar la respuesta animal.
- Realizar pruebas de palatabilidad con otras especies arbóreas existentes en la región.

MÉTODOS DE PROPAGACIÓN, SIEMBRA Y ESTABLECIMIENTO DE PLANTAS ARBÓREAS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

.....

Manuel H. Sánchez

Las plantas arbóreas o leñosas perennes se pueden reproducir por semillas (reproducción sexual) o mediante propagación asexual, utilizando porciones vegetativas como ramas, de donde se seleccionan estacas para la reproducción.

En esta sección nos vamos a referir específicamente a la producción de árboles y arbustos por semilla sexual.

El establecimiento de plantas arbóreas se puede realizar por medio de la siembra directa en el sitio seleccionado o en vivero para luego transplantar los arbolitos o plántulas al sitio definitivo.

La decisión del método a implementar a nivel de la finca depende de varios factores, los cuales deben analizarse según sus ventajas o desventajas.

El Vivero

Es el lugar destinado a la producción de las plántulas que se emplean después en los sistemas agroforestales o silvopastoriles. Deben estar ubicados de manera conveniente teniendo en cuenta los siguientes factores:

El Agua. Es un recurso indispensable en el

vivero, el cual necesita una fuente de buena calidad y en suficiente cantidad. El agua de acueducto no es recomendable por los altos costos.

La Pendiente del Terreno. Lo ideal del suelo destinado a la reproducción de las plantas es que sea plano, o de pendiente suave, que facilite todas las labores.

La Textura del Suelo. Es preciso que el suelo sea suelto o de textura arenosa para que el agua drene con rapidez por infiltración o escurrimiento y evitar problemas fitosanitarios en el vivero.

El Manejo. El éxito del vivero depende de una buena administración y supervisión, determinándose por anticipado las especies a sembrar, la cantidad, las épocas de siembra o trasplante, los insumos necesarios y la mano de obra.

El Área del Vivero. El vivero debe situarse en un sitio aislado, debidamente cercado, para restringir la entrada de animales o personas que puedan estropear la producción.

El tamaño del vivero depende, sobre todo, del número de plantas a producir y del tamaño de las bolsas a utilizar. Lo aconsejable es hacer un plano detallado, indicando las respectivas áreas con sus dimensiones.

Las Eras de Germinación o Germinadores.

Estos espacios son los sitios donde se siembran las semillas para su germinación, cuyo ancho debe ser de un metro y de longitud variable; para su construcción se pueden emplear ladrillos, bloques, madera, guadua, etc., y para su cobertura es preferible el uso de mallas sombra que regulan la intensidad de la luz, pulverizan el agua de aguaceros fuertes y no son hospederas de

plagas y enfermedades.

Las Eras de Crecimiento. Están constituidas, por lo general, por bolsas de polietileno con tierra, a las cuales se transplantan las plántulas para su crecimiento y desarrollo. Las bolsas se colocan formando un rectángulo de 1 metro de ancho y una longitud variable, quedando entre eras o rectángulos una distancia de 50 centímetros.

La Producción en Vivero

En la Figura 4.1 se puede observar la secuencia de la producción en el vivero.

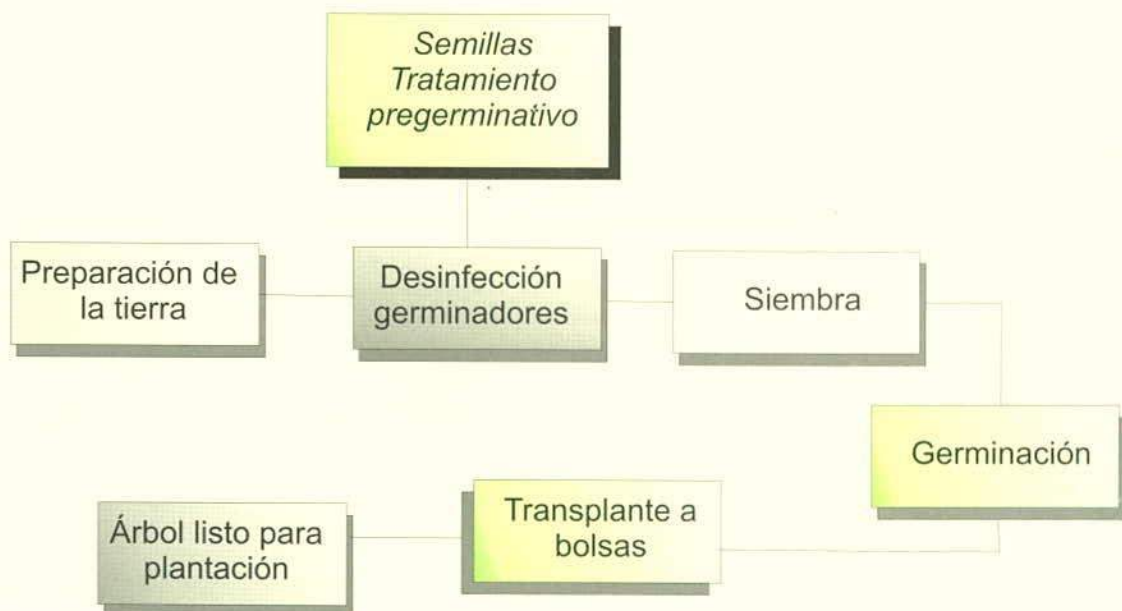


Figura 4.1 secuencia de producción en vivero. Adaptado de Trujillo

Preparación del Sustrato. Para los germinadores se utiliza una mezcla de tierra y arena, con el fin de lograr una textura suelta que facilite el desarrollo y profundización de la raíz, y permita un drenaje rápido del agua de riego, evitando la aparición de enfermedades. La preparación de la tierra y de la arena a mezclar depende de la textura de la tierra, las cuales se preparan mediante un pulverizado con la utilización de zarandas.

Desinfección de Germinadores. La mezcla de tierra y arena se desinfecta en los germinadores para evitar el ataque de enfermedades a semillas y plántulas, con el

uso de productos comerciales de amplia acción, teniendo en cuenta las recomendaciones que contienen en su etiqueta en lo referente a precauciones, preparación y dosificación.

Siembra en Germinadores. La siembra se puede hacer en líneas o al voleo: en línea se trazan surcos de una profundidad no superior a dos veces el tamaño de la semilla, y la distancia entre las líneas depende del tamaño de ésta. La semilla se distribuye a una distancia que impida la superposición de unas con otras. En la siembra al voleo las semillas se dispersan a mano sobre la superficie nivelada y se cubren l

ligeramente con el sustrato, regándose con abundancia, en los dos casos, una vez se efectúe la siembra, de tal modo que la semilla no quede al descubierto. Las siembras se deben programar procurando que para la época de lluvias las plántulas hayan alcanzado 15-30 cm de altura (longitud de plantación).

El Transplante de Plántulas. Cuando las plántulas miden entre 3 y 6 cm se trasplantan a bolsas de polietileno, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- Antes que todo, las bolsas se deben llenar con tierra fértil o abonada, de preferencia con abono orgánico.
- Las plántulas se extraen del germinador y se colocan en un balde con agua, protegiéndolas del sol.
- Se introducen en las bolsas con las raíces extendidas hacia abajo, podando, en el momento del trasplante, la raíz, para estimular el crecimiento de las raíces secundarias que aseguren un buen sistema de anclaje.
- El transplante se hace bajo sombra, condición en la cual se dejan, en climas cálidos, durante una o dos semanas, exponiéndolas al sol por poco tiempo.
- El riego debe ser abundante.

Labores Culturales

El riego: debe preferirse el de gota fina, una o dos veces al día, según las condiciones climáticas.

Control de malezas: los métodos manuales se privilegian frente a los químicos por su bajo costo y porque con ellos no existe ningún riesgo de afectar la producción del vivero.

Control de patógenos: el mejor control de éstos en el vivero es de carácter preventivo, el cual se inicia con una adecuada desinfección de los germinadores, aplicando fungicidas cuando sea necesario.

Fertilización: ésta se determina mediante un análisis de suelo de la tierra usada en el vivero. Los fertilizantes orgánicos como el compost y la gallinaza se adicionan, mezclando bien la tierra destinada al llenado de las bolsas.

Micorrizas. Más del 90% de las especies vegetales existentes están micorizadas cuando crecen en condiciones naturales y de estas el 95% corresponde a vesículo arbusculares. Las micorrizas son hongos que están en simbiosis con la raíz de las plantas. Estos hongos son de gran importancia ya que benefician a la planta en una mayor captación de nutrientes principalmente fósforo, mayor absorción de agua y tolerancia a la sequía, influyendo positivamente en el crecimiento y protección contra patógenos de las plantas y en la regeneración de los ecosistemas disturbados.

Cuando se desinfectan o esterilizan los germinadores, es conveniente emplear micorrizas, con las cuales se inoculan las plántulas en forma práctica, así: se obtiene tierra de la zona de las raíces de los árboles adultos y al trasplantar las plántulas a las bolsas se les añade una pequeña porción de esta tierra.

Por lo tanto, el inoculo de micorrizas está compuesto de suelo, esporas y raíces colonizadas.

Rizobios. Son bacterias que entran en simbiosis con las leguminosas y se caracterizan por su habilidad para colonizar las raíces e inducir la formación de nódulos fijadores de nitrógeno, el inoculante se le agrega a la semilla o al suelo en el cual se va a desarrollar la planta.

Un factor importante a tener en cuenta en este aspecto es la especificidad que puede existir entre el hospedante y los rizobios, pues existen leguminosas que nodulan bien con un amplio rango de cepas de éstos, mientras otras son específicas y nodulan de manera efectiva sólo con unas pocas cepas de rizobio. Para la inoculación de *Leucaena* se debe conseguir en Corpoica o CIAT, la cepa específica.

La Semilla

Existen semillas a las cuales se les llama "latentes" porque tienen capacidad para germinar y al colocarse bajo condiciones adecuadas no lo hacen; este fenómeno, denominado latencia o dormancia, es consecuencia de la combinación de factores ambientales y genéticos.

Tratamientos Pregerminativos. Para superar la latencia, uniformizar y acelerar la germinación se acude a los tratamientos pregerminativos, los cuales no son de uso generalizado y dependen de las características propias de cada especie.

A continuación se mencionan algunos tratamientos pregerminativos:

- * Escarificación mecánica con lija.
- * Inmersión en agua hirviendo.
- * Inmersión en agua a temperatura ambiente.
- * Estratificación en arena húmeda.
- * Tratamientos con ácidos sulfúrico y Clorhídrico.
- * Tratamientos con giberelina, ácido indolacético y kinetina.
- * Corte en la parte posterior de la semilla.
- * Exposición directa al sol y al agua.

Calidad de la Semilla. Los análisis de la calidad de la semilla se deben realizar antes de la siembra, efectuando pruebas sencillas de germinación a nivel de finca, así:

Se siembran 100 semillas en tierra, arena, papel absorbente o algodón, aplicando riego para que las semillas permanezcan húmedas, y se calcula el porcentaje de germinación teniendo en cuenta que las semillas no germinan de modo uniforme y que algunas requieren de más tiempo que otras. De modo simultáneo se pueden repetir y promediar las

pruebas para estar más seguros de su poder de germinación.

Establecimiento en el Campo

El tamaño adecuado de las plántulas para su establecimiento en el campo oscila entre 15-30 cm de altura. La siembra en vivero debe programarse con la debida anticipación previendo que estén listas para ello al inicio del período de lluvias.

Según el sistema silvopastoril, se adecúa el terreno y se efectúa el trazado para la siembra de los árboles. En cada sitio de siembra se limpia la vegetación en un radio de 50 cm y en el campo se cava un hueco que permita colocar el árbol, del cual se espera que sea capaz de competir con la vegetación circundante para hacer el control de las malezas. Por otra parte, el área plantada debe mantenerse libre de pastoreo hasta cuando el tamaño de los árboles les permita resistir el daño de los animales.

Experiencia de Siembra y Manejo de *Leucaena Leucocephala* en el Magdalena Medio, Zona Sur.

En la finca Palo Hueco se estableció un sistema silvopastoril, incorporando árboles de *Leucaena leucocephala* en una pradera establecida de *Bothriochloa pertusa* (colosuana). La distancia de siembra para la leucaena fue de 3 m x 3 m en triángulo con una densidad de 1280 plantas/ha, en una área de siembra de 3 ha.

Metodología

El establecimiento de casi 4000 árboles de *L. leucocephala* en las 3 ha programadas se hizo en dos fases:

A. Fase de Vivero. En el vivero La Dorada de Corpoica se sembró aproximadamente 1 kg de semilla con un porcentaje de germinación del 70% en un germinador de 1 metro de ancho por 4 de largo.

Preparación del Germinador. En la preparación del germinador se utilizó una mezcla por partes iguales de tierra negra de textura franco arenosa y arena, la cual se pulverizó mediante la utilización de una zaranda, y la cobertura del germinador se hizo con malla sombra (polisombra) colocada a una altura de 2.50 metros.

Desinfección del Germinador. Para desinfectarlo se empleó el producto comercial Basamid-granulado, siguiendo las instrucciones de la etiqueta para evitar así la aparición de problemas de competencia de malezas y enfermedades fungosas en las plántulas de leucaena.

Tratamiento Pregerminativo. El tratamiento pregerminativo para *L. leucocephala* consistió en sumergir las semillas, durante dos minutos en agua recién hervida.

Inoculación de las Semillas. Las semillas se inocularon el mismo día de la siembra con la cepa comercial de rizobio CIAT 1967, según el siguiente procedimiento: se colocaron en un balde limpio 50 gramos de inoculante por kg de semilla y se agregaron casi 3 - 4 cucharadas soperas de azúcar disueltas en agua, semillas limpias y 300 ó 400 g de roca fosfórica o de carbonato de calcio, todo lo cual se mezcló hasta recubrir bien las semillas, las cuales se extendieron a la sombra para que se secan por completo.

Siembra en el Germinador. La siembra se hizo en líneas distanciadas 5 cm, en surcos de unos 2 cm de profundidad, en donde se colocaron las semillas a chorrillo, bien distribuidas, procurando que no quedaran unas sobre otras. Después se procedió a taparlas con la misma tierra del germinador y se empleó el riego evitando destaparlas.

Trasplante. El trasplante de las plántulas se produjo cuando éstas medían entre 4 y 6 cm de altura, a partir de los 12 días de la siembra, en bolsas negras de polietileno de 1 kg que se llenaron antes con una mezcla de 5 partes de tierra negra y 1 parte de gallinaza, pasando la primera a través de una zaranda.

Durante la etapa de crecimiento de las plántulas en las bolsas se efectuaron labores

de riego y mantenimiento como control manual de malezas, período en el cual no se detectaron plagas.

Hay que señalar que alrededor de los 70 días de la siembra en el germinador las plántulas alcanzan de 20 a 25 cm de altura, con lo cual están listas para su establecimiento en el campo.

Conviene adelantar la fase de establecimiento en el campo, en el Magdalena Medio, a comienzos de los períodos de lluvia: a mediados de marzo, en el primer semestre, y a mediados de septiembre en el segundo semestre.

Es importante tener en cuenta que si el período que transcurre de la siembra en el germinador al establecimiento definitivo en la región, es para *L. leucocephala*, de 70 días, debemos hacer la programación y el cronograma de actividades en vivero de conformidad con estos factores.

B. Fase De Establecimiento en el Campo

Trazado y Ahoyado. El trazado y ahoyado en la pradera de *B. pertusa* se cumplió cavando huecos de 30 x 30 x 30 cm de ancho, largo y profundo, en su orden, con un plateo de 50 cm de diámetro en cada sitio.

Siembra o Trasplante. Para adelantar este proceso se distribuyeron las bolsas con los arbolitos por la pradera, cerca a cada sitio de siembra, y se procedió a sembrarlos sin la bolsa; y aunque en este trabajo no se fertilizó en el momento de la siembra, se recomienda aplicar un abono orgánico como gallinaza o bovinaza en dosis de 1-2 kg por hueco.

Mantenimiento. Durante el crecimiento y desarrollo de los árboles es necesario realizar el control periódico de las malezas para prevenir el daño por animales como bovinos, caprinos y plagas.

Después de seis meses de establecidos los árboles (ocho meses de sembrados en el vivero), miden entre 1 y 2 metros de altura según las condiciones climáticas, y se pueden comenzar a utilizar en ramoneo (consumo directo de arbustos y arboles por los bovinos).

Es de anotar que en este trabajo el establecimiento de *L. leucocephala* en

praderas de *B. pertusa*, la *B. pertusa* no afectó, el desarrollo y crecimiento de *L. Leucocephala*.

Tabla 4.1. Costos instalación 3 hectáreas de leucaena para ramoneo. Finca Palo Hueco - 1998

Concepto	Cantidades	Vr/ unitarios \$	V r/ totales \$
Fase vivero			
Semilla	1 kg *		
Tierra negra	8 m	24.000	192.000
Gallinaza	8 bultos	4.000	32.000
Bolsas plásticas	4.000		64.000
Desinfectante de suelo			10.000
Cepa rizobio	50 g	4.000	4.000
Materiales vivero			90.000
Mano de obra vivero			102.000
Imprevistos			50.000
Subtotal fase vivero			544.000
Fase de instalación			
Transporte material vegetativo	4.000 árboles		200.000
Trazado y ahoyado	78 jornales	9.000	684.000
Siembra	20 jornales	9.000	180.000
Subtotal fase instalación			1.064.000
Total fase vivero+fase instalación	3 ha		1.608.000
Costo establecimiento 1 ha de Leucaena			536.000

* Sin incluir costo semilla

Bibliografía

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1987. Simbiosis leguminosa rizobio; Guía de estudio. Serie 04 SL - 01, 03. Cali. 72 p.

CORTÉS, L. A.; OLMOS, M. E.; PALACINO DE W, A. M.; SUÁREZ, M. J. E.; VILLANUEVA, V.

E. 1985. Zonificación agroecológica de Colombia; memoria explicativa. Bogotá, IGAC - ICA. 53 p.

TRUJILLO, N. E. Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. De. Ceditrabajo. Bogotá. 152 p.

ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL MULTIESTRATO EN EL VALLE CALIDO DEL ALTO MAGDALENA

Guillermo A. Carrero H.
Miguel A. Vanegas R.
Humberto Romero H.
Diego Chamorro V.

En el Valle Cálido del Alto Magdalena los prolongados periodos de sequía y altas temperaturas afectan los rendimientos en las praderas que varían del 12 al 79% y disminuyen marcadamente la producción animal. El Valle Cálido del Alto Magdalena esta ubicada entre los 300 y 1.000 m.s.n.m., cuenta con un área de 1.491.729 hectáreas, de las cuales 969.238 has. están cubiertas con pastos naturales y manejados que representan un 65% del total. Adicionalmente, éstas áreas cuentan con 690.874 cabezas de ganado bovino, distribuidas en 20.000 unidades productivas y de estas 16.800 son explotaciones de doble propósito. Finalmente, es necesario indicar que, más del 50% del área no cuenta con posibilidades de riego, por lo tanto, la zona se encuentra en alto riesgo frente a fenómenos como el del Pacífico.

El Creced Tolima y El Plan de Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina de Corpoica, se viene investigando desde hace varios años, sobre sistemas silvopastoriles para la Zona del Valle Cálido del Alto Magdalena, en busca de proporcionar una mayor disponibilidad y calidad de biomasa

forrajera para una alimentación adecuada del ganado en sistemas doble propósito, a través de sistemas que integre las praderas conformadas principalmente por pastos (Gramíneas) que tradicionalmente se han manejado en monocultivo, con árboles que adaptados a las zonas secas del Valle, y que utilizados como árboles o arbustos, estén al alcance para el ramoneo directo de los animales, aportando alta producción y calidad de biomasa forrajera, con gran capacidad de rebrote, permitiendo que la empresa ganadera sea viable y sostenible ecológica y económicamente.

El sistema silvopastoril multiestrato esta compuesto por tres estratos definidos por la altura de las especies utilizadas (bajo, medio y alto); gramíneas y leguminosas herbáceas (bajo), leucaena manejada como arbusto para ramoneo (medio) y árboles como el algarrobo y matarratón manejados para sombra y frutos (alto).

En estos arreglos silvopastoriles, es necesario emplear ganado adaptado a la zona y hacer un manejo intensivo de la pradera a través de una rotación con periodos cortos de

ocupación, una carga animal alta y periodos de descanso o recuperación de la pradera, con base en la disponibilidad forrajera existente en el sistema, lo cual evita una mayor lignificación del forraje y por lo tanto suministro de energía y proteína de mejor calidad. Este tipo de manejo a su vez disminuye el riesgo de incendios por mantener una biomasa más verde.

Especies y Características

Toledo, 1994 indica que la producción de praderas en la mayoría de las regiones tropicales está limitada por la disponibilidad de nitrógeno y por consiguiente es necesario mejorar la oferta de nitrógeno disponible o aumentar la eficiencia en su utilización. Las leguminosas son una herramienta importante para mejorar la calidad nutricional de la dieta (Chamorro, D. Y col 1998)

Schlitz - Kraft et al 1994 señalan que la baja disponibilidad de cultivares comerciales con buena adaptación al trópico americano, parece algo paradójico, si se tiene en cuenta que el origen de la mayoría de los géneros más importantes de leguminosas es América tropical. (Chamorro, y col 1998)

En los sistemas silvopastoriles, se encuentran tres componentes, el primero el herbáceo conformado por las especies de gramíneas y leguminosas forrajeras herbáceas; el segundo constituido por arbustos que los bovinos ramonean y el tercero formado por árboles que aportan sombra, follaje, frutos y mejoran las características físico químicas de los suelos.

El uso de las leguminosas arbustivas y arbóreas en las praderas tiene importancia debida entre otras a:

- Economía del Nitrógeno pues estas plantas son fijadoras de N debido a la simbiosis con el *Rhizobium*. Diferentes autores citados por Chamorro, et al 1998; Indican que el rango de fijación de N varía entre 100 a 200 Kg. de Nitrógeno/Ha/año equivalente a 230 Kg. de urea.

- Alto valor nutritivo representado en elevados niveles de proteína, fósforo y calcio, que estimula un mayor consumo de la pradera asociada especialmente durante la época seca

- Mayor tolerancia a la sequía de las especies arbustivas y arbóreas, que les permite proveer alimento especialmente durante la época seca.

- Mejor balance de energía y proteína disponible que se presenta en los socios gramíneas - leguminosas, lo que se traduce en mayor utilización de los nutrientes del forraje y una mayor producción animal.

Leguminosas Arbóreas. La Acacia forrajera (*Leucaena leucocephala*), el Cují o Algarrobo (*Prosopis juliflora*) y el matarratón (*Gliricidia sepium*), son especies de buen comportamiento en las zonas secas semiáridas y áridas del Tolima y sur occidente de Cundinamarca, e indicadas para la implantación de un sistema silvopastoril multiestrato que permite tener pastoreo en condiciones normales de clima, en un periodo de 5 a 6 meses a partir de su siembra.

Acacia Forrajera (*Leucaena leucocephala*). La leucaena es un árbol de rápido crecimiento y alta producción de biomasa, estudios de disponibilidad de biomasa verde en esta zona y bajo este sistema, indican que puede generarse 2312.8 kg./ha./corte, con un contenido del 22.44% de materia seca, que significa 518.7 kg./ha./corte de materia seca. Con periodos de descanso de 35 días y 7 días de ocupación, con lo cual se puede efectuar 8.7 cortes al año, para un total 4507.8 kg. de materia seca /ha/año y un potencial de producción de leche de 16 litros/vaca/día. Este aporte permite un valor agregado al área de pastoreo del 45.8% de biomasa forrajera. (Romero, H. Y col, 2000)

- * Es una especie de tallo flexible que no se quiebra fácilmente, cuando es consumida directamente por los animales, lo cual puede suceder con otras especies leguminosas forrajeras, como es el caso del matarratón (*Gliricidia sepium*) que tolera manejo sólomente para corte o en cercas vivas.

- * Tiene un alto contenido de proteína cruda que la califica como una especie forrajera de excelente valor nutricional. Estudios realizados en la zona muestran que esta especie contiene un 23.9% de proteína cruda, lo cual significa un valor agregado de 124 kilogramos de proteína por hectárea/corte, es decir 133.4% de incremento en proteína, por

encima de la cantidad aportada por la sola gramínea. En el sistema silvopastoril multiestrato compuesto por la gramínea pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*), el aporte en proteína cruda de las gramíneas es de 8.2% y en el sistema silvopastoril el nivel proteico de la dieta esta por encima del 13% de proteína cruda.

* El follaje de Leucaena presenta altos valores de digestibilidad de la materia seca, análisis hechos con material de la zona indican porcentajes del 67.4%.

* Presenta buena adaptación a la zona seca y en suelos ligeramente ácidos, sin problemas de aluminio lo que permite su uso en zonas con bajas precipitaciones.

* Tiene una producción de forraje permanente, dada por su gran capacidad de rebrote lo que permite el pastoreo intensivo.

* Permite altas densidades de siembra, que pueden fluctuar entre 25.000 y 50.000 plantas/ha.

* Permite la siembra mecánica con sembradoras disponibles en la región.

Algarrobo o Cuji (*Prosopis juliflora*).

Es un árbol que debido a sus espinas no es consumido por el ganado y por lo tanto no requiere de protección en su establecimiento.

* Tiene una copa rala y ramas con tallos de diámetro reducido que permite el paso de la luz difusa, que favorece el crecimiento y la calidad del pasto.

* Los frutos del cuji tienen un alto contenido de proteína y carbohidratos solubles. En la zona los análisis muestran un contenido de 13.5% de proteína y 40% de carbohidratos solubles.

* A partir de los 18 meses puede suministrar sombra.

* Presenta buena adaptación a la zona seca y a suelos relativamente ácidos sin problemas de aluminio, que permite su uso en tierra de secano.

Matarratón (*Gliricidia sepium*). El matarratón es una leguminosa arbórea perenne de crecimiento acelerado. Posee raíces profundas, crece de 10 a 15 metros de altura y más de 40 cm de diámetro. Su copa es abierta, hojas paripinadas de color verde claro y brillante, las flores son rosadas y agrupadas en racimos. Los frutos son vainas aplanadas de hasta 14 cm de largo y poseen de tres a ocho semillas lenticulares de color amarillo ocre (Chamorro, et.al, 1988).

Es una planta de alto potencial productivo, y su cultivo intensivo para producción de forraje ha demostrado ser una alternativa para suplir las deficiencias alimenticias del ganado en épocas críticas, además de ser fijadora de Nitrógeno en el suelo. En Colombia se encuentra distribuido en zonas comprendidas entre cero y 1.600 metros sobre el nivel del mar, con precipitaciones de 800 a 2 300 mm/año (con buen drenaje), y temperaturas que oscilen entre 22 y 30°C, encontrándose como parte de cercas vivas, bancos de proteína, sombrío en potreros y como árboles espontáneos. Se desarrolla en una amplia variedad de suelos, incluidos los ligeramente ácidos y los erosionados; soporta bien la sequía, no crece bien en suelos pesados y húmedos, prefiere los livianos y profundos. Esta especie no tolera la competencia por luz y es consumido ampliamente por los rumiantes. En cercas vivas el matarratón produce 2600 kg/km de cerca, después de 120 días de la poda (Arcos, J y Chamorro, D.2002) (capítulo VIII).

Gramíneas

En la zona las especies gramíneas más comunes son: Pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), Pasto angleton "mono" (*Dichanthium aristatum*), Pasto angleton climacuna (*Dichanthium annulatum*), Colosoana (*Bothriochloa pertusa*), pasto india (*Panicum maximun*) y pasto puntero (*Hyparrhenia rufa*).

Para áreas de buena fertilidad y con condiciones de riego se recomienda los pastos Angleton climacuna y Estrella. Para condiciones de secano se recomienda

Preferiblemente los pastos india, Angleton mono, puntero y Colosuana.

Angleton mono (*Dichanthium aristatum*)

Bajo condiciones naturales alcanza rendimientos anuales de 40 a 50 toneladas/hectárea/año de forraje verde. En zonas con periodos secos de 4 - 5 meses el pasto angleton sostiene de 1.0 a 1.5 U.G.G./ha bajo condiciones naturales de crecimiento y manejo. En pastoreo alterno o rotacional y áreas con periodos secos más cortos se sostienen de 2.0 a 2.5 animales. La calidad del forraje Angleton es moderada y varía mucho de acuerdo con el manejo que se efectúe en la pradera (Chamorro y col. 1998)

Angleton Climacuna (*Dichanthium annulatum*). Excelente productor de follaje con hábito de crecimiento rastrero y cubre mejor el suelo, compite bien con la maleza pero es exigente en humedad y fertilidad.

Ensayos realizados por Vargas B., H. Donde evaluó dos accesiones de esta gramínea El tipo 1 o Angleton mono y el tipo 2 o común en el municipio de Coyaima (Tolima). En la época de mínima precipitación el *Dichanthium aristatum* tipo 1 logró una cobertura del 86%, una altura de 21 cm a las 12 semanas y una producción de 528.1 kgs. de Materia Seca MS/ha; el tipo 2 alcanzó coberturas del 96.3%, alturas de 29 cm y producción de 641.7 kgs. MS/ha.

Para la época de máxima precipitación, el tipo 2 produjo 2991 kg de MS/ha mientras que el tipo 1 alcanzó a 1810 kgs. de MS/ha (Chamorro y col. 1998)

Pasto India o Guinea (*Panicum maximum*). Las plantas de *Panicum maximum* son perennes y forman matas que alcanzan hasta 3 metros de altura y 1 metro de diámetro de la macolla.

La producción de biomasa es variable y esta condicionadas por factores de clima, suelo, manejo, por la edad y por la madurez de la planta. En Colombia los rendimientos de materia seca varían entre 15.7 y 28.0 toneladas/hectárea. En cuanto a la calidad como la mayoría de las gramíneas, disminuye

con la edad. La proteína cruda varía de 11% a las dos semanas de edad hasta 5.5% con cortes a los tres meses. La disminución en la calidad nutritiva de este pasto es más acentuada en época seca (Chamorro y col. 1998)

Colosuana o Kikuyina (*Bothriochloa pertusa*). Es un pasto que en el Valle del Alto Magdalena y en la Costa se presenta un proceso de colonización espontánea, desplazando otras gramíneas tanto nativas como introducidas. Tiene una amplia adaptación a condiciones de suelo y clima, baja palatabilidad y buena tolerancia al pisoteo por parte del animal.

Colosuana es una gramínea agresiva que posee buena adaptación a suelos pobres y tolera la sequía, en muchas zonas ha desplazado a angleton, guinea, estrella lo que lo convierte en una maleza, en otras zonas reemplazo a los pastos nativos y malezas (pajas) lo que lo convierte en una alternativa en áreas bajo condiciones donde otros pastos con mayor capacidad de producción no pueden subsistir (Chamorro y col; 1998)

Establecimiento del Sistema Silvopastoril Multiestrato

Operaciones Previas al Establecimiento de la Leucaena

Acondicionamiento del área de siembra cuando existe la pradera. Si la pradera cuenta con una buena biomasa es necesario antes de la siembra de la Leucaena según sea el caso, realizar un tratamiento que puede ser:

Aplastamiento: Este se puede realizar después que la pradera ha sido sobrepastoreada, empleando un rodillo o una cadena, y su finalidad es favorecer el rebrote y permitir que la sembradora, tenga una superficie nivelada y facilite la siembra. Normalmente se hace cuando han iniciado las lluvias y el lote tiene una humedad de capacidad de campo.

Roza: Esta labor se realiza cuando el lote procede de un rastrojo o cuando la pradera tiene un efecto de acolchonamiento del mismo pasto. Se realiza en lotes pequeños utilizando un machete, guadaña o Rotor speed. Esta labor además de permitir el acceso de la sembradora tiene como fin emparejar la pradera. De acuerdo a la cantidad de biomasa se debe dejar un par de días de sol con el fin de producir un secamiento del material cortado y reducir los defectos de siembra.

Enfardado: Cuando se tenga buen material de biomasa en la pradera y se cuente con la posibilidad de la maquinaria mínima, esta práctica además de emparejar la pradera permite el tener un material que puede estar almacenado y disponible para las épocas de escasez de pasto.

Acondicionamiento del área de siembra cuando no existe la pradera.

En este caso es necesario realizar la preparación del terreno la cual debe estar acorde con el tipo de suelo y las condiciones físicas del mismo. En lo posible, no es conveniente voltear el terreno por lo que se debe utilizar maquinaria de mínima labranza o utilizar el método de No Labranza. Es importante el análisis de suelo, para el establecimiento de arbóreas y gramíneas; en este caso asesórese de un técnico experto en esta área.

Análisis de suelo. El fósforo es un elemento importante en el establecimiento y producción del sistema. La leucaena como el matarratón contienen en su follaje aproximadamente un 0.25% de este elemento, el cual es muy importante principalmente en los procesos de producción y reproducción. Para que la planta pueda utilizar mejor el fósforo del suelo se recomienda la inoculación de Micorrizas buscando mejorar la producción y calidad del forraje y una mayor producción de semillas. Igualmente, la disponibilidad del fósforo es importante en las leguminosas para la mayor

actividad rizobial la cual le permite a la planta fijar el nitrógeno(N) a nivel de las raíces (Aguirre, F., Y Valdes.M. 1993)

Adicionalmente, la falta del nitrógeno en el suelo y su influencia directa en el crecimiento y calidad del follaje de las leguminosas, se requiere la inoculación con la bacteria *Rhizobium* a la semilla.

Siembra de Leucaena

Escarificación de la semilla. En Colombia no se produce semilla certificada de Leucaena, por lo tanto, se recomienda adquirirla en entidades o fincas de productores que tengan establecido y comprobado su consumo por el ganado.

A la semilla es necesario realizarle el proceso de escarificación y selección; colocando la semilla en un recipiente con agua y eliminando semilla que flota. La semilla que queda en el fondo se revuelve y se procede a eliminar nuevamente la semilla que flota. Repetido el proceso unas tres o cuatro veces se saca la semilla que no flota en el agua y se procede a escarificarla.

Para escarificarla se coloca agua al fuego hasta lograr que hierva. Una vez este hirviendo se baja del fuego, se coloca la semilla en una fibra de fique o de polietileno y se sumerge en el agua por un tiempo de 15 segundos y máximo 2 minutos, tiempo al cual se saca y se extiende para secar.

Inoculación de la semilla con *Rhizobium*. Para inocular el *Rhizobium* se utiliza una solución de agua con azúcar al 10% con la cual se va humedeciendo la semilla y se va asperjando el *Rhizobium*. Se utiliza una dosis de 50 gramos de *Rhizobium* por un kilo de semilla.

Siembra. Cuando se ha utilizado alguno de los métodos de aplastamiento, roza, rotor speed o enfardado se debe utilizar el método de siembra directa con cero labranza. Para ello

se recomienda la siembra con máquina en cuatro o cinco surcos con una distancia de siembra de 0.65 m. entre surcos y una calibración de 4 a 5 semillas por metro lineal.

La siembra se hace en forma alterna una faja de leucaena (2.6 metros de cuatro surcos) y una sin leucaena en sentido del recorrido del sol es decir de Este - Oeste. (Figura 5.1)

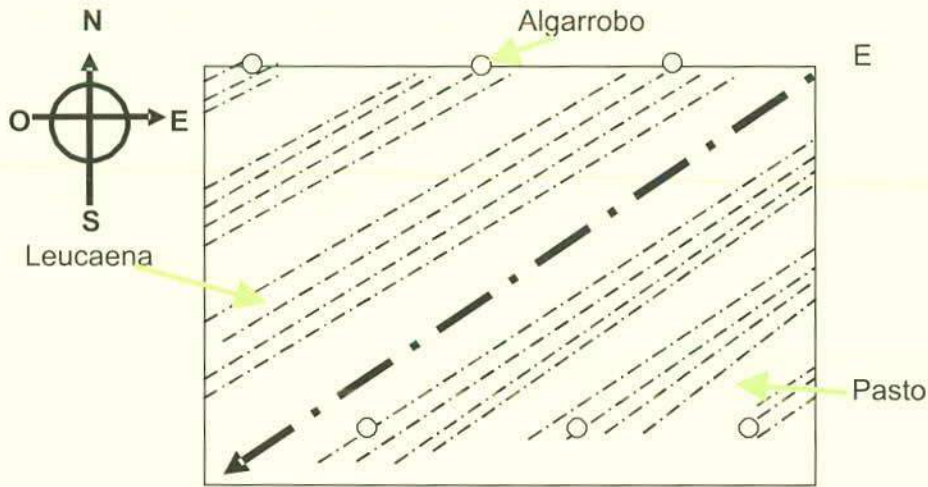


Figura 5.1 Esquema de siembra Leucaena, Algarrobo y pasto.

Cuando se ha utilizado el método de preparación tradicional con maquinaria Con arado de cincel (Figura 5.2). Se puede

utilizar una sembradora de surcos como las de algodón o sorgo (Figura 5.3).



Figura 5.2 Uso del arado de cincel vibratorio para preparación del suelo donde se Establecerá el sistema silvopastoril multiestrato.

Figura 5.3 Siembra mecánica de Leucaena en el sistema silvopastoril multiestrato.



Siembra del Algarrobo

El algarrobo si se va a sembrar simultáneamente con Leucaena, se debe sembrar en bolsa unos cuatro o cinco meses antes de la siembra de la leucaena, pero dada la característica de no ser consumido por el ganado se puede sembrar aún después de siembra del pasto y la leucaena. Para algarrobo, se recomienda hacer semillero con el fin de mantener un manejo adecuado hasta el momento de la siembra.

Para el semillero se prepara el sustrato (material de siembra) combinando una parte de suelo, una parte de arena, una parte de estiércol y una parte de ceniza. Con este material bien mezclado se llenan las bolsas plásticas de tamaño cafetero y se le introduce en el centro de la bolsa la semilla de algarrobo.

La densidad de siembra en el sistema silvopastoril multiestrato es de 100 árboles/ha, lo cual se logra con una distancia de siembra de 10 m entre surcos y 10 m entre plantas. Estos árboles se deben sembrar dentro de la faja de la leucaena (ver figura 5.1)

Siembra del Pasto

En suelos donde hubo preparación normal con maquinaria se puede regar la semilla sexual (pepas) con máquina o al voleo. Cuando la semilla es asexual (estolones) se espera que el lote tenga una humedad adecuada (normalmente después de una buena lluvia) y se procede a esparcir sobre el suelo los estolones y se pasa un rastrillo sin traba con el fin de enterrar la semilla.

Biofertilización

Para la fertilización del sistema se puede inicialmente favorecer el crecimiento de la leucaena, matarratón y algarrobo mediante la inoculación de bacterias capaces de aportar nitrógeno al suelo como el *Rhizobium* y la aplicación de Micorrizas (hongos) para incrementar la disponibilidad de nutrientes

específicamente fosforo. Adicionalmente, se puede aplicar el estiércol del corral cuando las praderas estén en el periodo de descanso.

Inoculación de la Semilla Con *Rhizobium*. En el primer caso *Rhizobium*, se hace inoculando la semilla mediante la siguiente formas:

- Pese y coloque la semilla en un recipiente limpio

- **Preparación de la solución azucarada al 10%.** Coloque en un recipiente 10 gramos de azúcar (dos sobres) y 90 c.c. de agua limpia y proceda a agitar hasta diluir bien y obtener la solución.

- Aplique a la semilla 100 ml de la solución azucarada al 10% (paso 2) y una dosificación de 50 gramos del inoculante por kilo de semilla de Leucaena o algarrobo. Es necesario mencionar que este *Rhizobium* debe ser de cepas específicas para cada cultivo.

- Mezcle bien hasta que la semilla quede impregnada del inoculante (color negra).

- Una vez inoculada la semilla se procede a peletizarla aplicando 400 gramos de cal agrícola (CaCO_3) o cal dolomítica y revuelva la semilla, y así obtener una mejor adherencia del inoculo a la semilla. Extienda la semilla peletizada y dejela secar a la sombra. (El sol mata el *Rhizobium*)

- Una vez este seca la semilla proceda a cargar la sembradora y tape la semilla inmediatamente después de su siembra.

Recomendaciones

- Inocule únicamente la semilla que alcance a sembrar el mismo día pues no es conveniente almacenar semilla inoculada porque pierde su efecto.

- No deje asolear la semilla ya inoculada pues pierde la inoculación.

- Conserve el inoculante refrigerado a 5°C de acuerdo con la fecha de vencimiento.

- Evite el contacto de la semilla con plaguicidas especialmente herbicidas, pues estos pueden afectar la semilla

Inoculación del Suelo con Micorrizas.

Las Micorrizas se aplican al suelo en dosis de 30 kilogramos por hectárea, mezclándola con un material inerte (ceniza) para obtener un mayor volumen y una mejor uniformidad en el área, se distribuye manual o mecánicamente, y se incorpora al suelo mediante una labor de rastrilla sin traba.

Nota. Estos biofertilizantes (*Rhizobium* y micorrizas) por ser productos microbiológicos no observables a simple vista, se recomiendan adquirirlos en empresas reconocidas técnica y comercialmente, que garanticen su calidad entre ellas recomendamos CORPOICA o CIAT.

Establecimiento de Cercas

Para facilitar el manejo es necesario cercar el lote y dividirlo en el número adecuado de potreros o mangas. Se puede utilizar el poste de madera (preferiblemente tratado) de 2.50 m de longitud y cada 4 metros de distancia, con tres hilos de alambre de púa, tanto para el encierro como para las divisiones. En caso de ganado manso (Lechería) se puede utilizar el encierro en cercas eléctricas y las divisiones con cuerdas eléctricas (Eléctrica o solar).

Para las cercas perimetrales se debe tratar de utilizar un árbol multipropósito como matarratón, que además de permitir la división ofrece alimento de buena calidad para los animales, sombra y semilla (estacas) para incrementar el número de potreros.

Determinación del Número de Potreros, Área Total a Utilizar y Número de Cabezas a Mantener Anualmente

Cuando el grupo de animales es solo uno por ejemplo las vacas de ordeño, se aplica la siguiente fórmula para conocer el número de parcelas a instalar:

$$\text{No de potreros} = \frac{\text{NDD}}{\text{NDO}} + 1$$

Donde:

NDD = Número Días en Descanso

NDO = Número Días de Ocupación

Ejemplo: Si tenemos un sistema rotacional de 28 días de descanso y siete días de ocupación necesitamos:

$$\text{No. potreros} = 28/7 + 1 = 5 \text{ potreros}$$

Se recomienda una carga de 2.5 a 3.0 cabezas/hectárea y áreas no mayores de 1.5 hectáreas.

Si cada potrero tiene una área de 1.5 hectáreas tendríamos:

$$\text{Área Total} = 5 \text{ potreros} \times 1.5 \text{ has.} = 7.5 \text{ ha.}$$

$$\begin{aligned} \text{Número de cabezas a pastorear} \\ &= 7.5 \text{ ha} \times 2.5 \text{ cabezas} = 18.75 \text{ ó} \\ &7.5 \text{ ha} \times 3.0 \text{ cabezas} = 22.5 \end{aligned}$$

Lo anterior indica que en sistemas silvopastoriles podemos trabajar con 19 cabezas para las épocas de verano y 22 cabezas para las épocas de lluvia. Lo que nos daría un promedio de 20 cabezas al año en las 7.5 hectáreas del sistema multiestrato.

Tabla 5.1 Producción y disponibilidad de biomasa del sistema multiestrato Algarrobo Leucaena - estrella en el Municipio de Piedras - Tolima.

Especie	Disponibilidad Forraje (Kg/ha/corte)M.S.	Proteína Cruda (%)
Leucaena	518.7	23.9
Pasto Estrella	1133.0	8.2
Algarrobo (Producción De frutos)	2.000	13.4

Manejo del Ganado

Cargas de ganado por hectárea y su evolución en el tiempo. Las mejores experiencias del sistema (Leucaena+ Algarrobo+ estrella) han sido bajo pastoreo intensivo rotacional con tiempos de ocupación y descanso. En el Valle cálido del alto Magdalena el tiempo de ocupación es de siete días y con un periodo de descanso que puede fluctuar entre 28 y 35 días, manejando el ganado en un solo grupo.

Los primeros pastoreos se inician con una carga de 1.5 cabezas/ha, equivalente a 11 vacas durante 7 días de pastoreo y 35 días de descanso, esto facilita el mejor desarrollo de la leucaena (Figura 5.4) . Después de tres meses y en épocas de verano, se mantienen 2.5 cabezas/ha equivalente a una carga instantánea de 18 cabezas con siete días de pastoreo y 35 días de descanso. Para las épocas de lluvias se maneja una carga general de 3.0 cabezas/ha equivalente a 22 cabezas durante siete días de pastoreo y 28 días de descanso (Figura 5.5).

Figura 5.4 Vista panorámica del sistema silvopastoril multiestrato de 6 meses de edad listo para primer pastoreo



Figura 5.5 Sistema silvopastoril multiestrato en época de sequía listo para pastorear.

Manejo del Ganado. En la selección del tipo de ganado se deben seguir las recomendaciones de CORPOICA o FEDEGAN teniendo en cuenta el clima, la oferta y calidad de forraje y el sistema de producción del ganadero: Cría, lechería o ceba.

El sistema silvopastoril planteado en este capítulo, se maneja con ganado media sangre Girolando (Gir + Holstein) y con media sangre Cebú + Pardo suizo en ganadería de doble propósito con prioridad lechería. (Figura 5.6)



Figura 5.6 Vacas de doble propósito ramoneando Leucaena en el sistema silvopastoril multiestrato (Leucaena, Algarrobo y Estrella).

Para un mejor aprovechamiento del sistema silvopastoril, se introducen vacas de primer periodo de lactancia (primeros 100 días), con producciones mayores de 13.0 litros de leche día y peso entre 400 y 450 kilos. Los terneros se destetan a los 7 meses pudiéndose adelantar o atrasar, según la disponibilidad de pasto y el peso del ternero. Se buscará tener entre 100 y 130 días abiertos. Dado el alto potencial de producción de leche de las vacas y su elevado consumo de leucaena (proteína y minerales), es necesario suplementarlas energéticamente, en este caso se recomienda la Harina de arroz (un kilo por cabeza por día) que ayuda a mantener la producción de leche y es de fácil consecución en la zona ganadera del alto Magdalena.

Manejo del sistema Multiestrato. Para el mantenimiento de una buena producción de biomasa forrajera de la leucaena, después del primer año, se debe hacer por lo menos cada seis meses, una labor de “despalille”, que consiste en efectuar un corte por debajo del sitio donde se ha venido produciendo continuamente los rebrotes, para eliminar el abultamiento o cabezón que producen tallos duros o lignificados, que limitan el rebrote. Con este manejo se consigue el rejuvenecimiento de la planta, la cual vuelve a incrementar su

producción forrajera.

Para el manejo del pasto en las épocas de lluvias, se requiere que una vez se halla retirado el ganado en producción de leche, ingresar un grupo de animales (vacas horras, terneros, novillas ó novillos), para efectuar un pastoreo de “repase” que reduce o elimina el pasto sobrante con mayor contenido de fibra, favoreciendo el rebrote de pasturas de mejor calidad.

Para el caso del algarrobo es necesario hacer a los seis meses de edad una poda de formación la cual se repite cada año.

Mientras el sombrío del algarrobo se torna efectivo, es necesario considerar la existencia de sitios de protección contra el sol, los cuales se logran mediante tres formas:

- Sembrando cercas vivas con especies de rápido crecimiento y de reproducción vegetativa, como el matarraton (*Gliricidia sepium*). Para esto se siembra estacas en estado medio de maduración, de 2.0 metros de longitud, de tal forma que permitan un sombrío temporal mientras se torna eficiente el sombrío del algarrobo.

- Realizando los viveros de algarrobo con cinco meses de anterioridad al establecimiento del multiestrato y sembrándolo simultáneamente con la leucaena, haciendo poda de formación un mes antes del primer pastoreo.

- Dejando crecer árboles de leucaena que producirán el sombrío temporal. Para esto se realiza una poda de las ramas inferiores dejando el cogollo fuera del alcance del ganado cuando se introduzca a ramonear.

Nota. No es conveniente establecer bosquetes dentro de los potreros, debido a que se convierten en sesteaderos para el ganado, formando áreas sin vegetación, que limita la producción de las pasturas.

Efectos Ecológicos

En el establecimiento del sistema cuando los lotes provienen de arroz, se logra una recuperación de la biodiversidad herbácea y ven favorecidas las especies leguminosas que estuvieron reprimidas cuando el lote estaba

bajo el cultivo. En el caso del estudio se observa una buena expresión de las especies: Frijolillo (*Macropitium erythroloma*), orejitas de ratón (*Rhynchosia mínima*), amor seco ó pega pega (*Desmodium barbatum* y *D. incanum*), y *Alysicarpus vaginalis*, entre otras.

Se mejora la fertilidad de los suelos ya que las leguminosas arbóreas fijan nitrógeno atmosférico a través de una relación simbiótica con la bacteria *Rhizobium*. Adicionalmente, se tiene una fuente adicional de Nutrientes que proporcionan las deyecciones de los animales.

El suelo tiene una cobertura vegetal del 100%, dada por la pradera de alta capacidad de protección, la cual, disminuye los riesgos de erosión y adicionalmente, con la leucaena y el algarrobo, proporcionan una cobertura con luz difusa, que permite un mejor aprovechamiento del sol y una disminución de la pérdida de humedad del suelo.

La cobertura y su manejo con el ganado disminuye los riesgos de incendios en épocas de verano y fuerte sequía.

Costos de Establecimiento y Vida Útil

De acuerdo al tiempo de evaluación (7 años) y teniendo en cuenta que las evaluaciones de la producción de biomasa aún están en ascenso,

se ha estimado como vida útil del sistema 30 años, realizando buenas prácticas de manejo como las descritas en este capítulo.

DETALLE	LABORES MECANICAS Valor en Pesos (\$)	LABORES MANUALES Valor en Pesos (\$)
Preparación de suelo	80.000	120.000
Semilla de Leucaena seleccionada	80.000	40.000
Acondicionamiento de semilla	7.500	7.500
Inoculación de semilla	7.000	7.000
Siembra de Leucaena	55.000	60.000
Siembra del pasto estrella	93.000	300.000
Labores a primer pastoreo	150.000	150.000
Siembra de algarrobo	150.000	150.000
TOTAL	622.500	834.500

Bibliografía

AGUIRRE, F., VALDES, M. 1993. Establecimiento de *Leucaena leucocephala* inoculando con *Rhizobium* en un suelo ácido en pasturas tropicales 15(2): 29-31

CHAMORRO V., Diego R.; GALLO B., Jorge E.; ARCOS D., Juan C.; VANEGAS R., Miguel, A., 1998. Gramíneas y leguminosas, consideraciones Agrozootécnicas para ganaderías de Trópico Bajo, Boletín de Investigación, CORPOICA, Regional 6, Centro de Investigación "Nataima", El Espinal, Tolima, Colombia.

ROMERO Y COL 2.000. Evaluación del arreglo silvopastoril *Leucaena leucocephala* y pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) para producción de leche en el Alto Magdalena. Artículo Técnico. COPOICA PMG. C.I. Nataima. Espinal, Colombia. En proceso de Publicación.

VANEGAS, MIGUEL Y COL 2000. Evaluación de gramíneas forrajeras durante el periodo de máxima y mínima precipitación en el municipio de Coyaima Tolima. En Ovinos colombianos de pelo. Alternativas para el sur del departamento del Tolima

EVALUACIÓN DE *Leucaena leucocephala* BAJO PASTOREO EN UN SISTEMA DE BOVINOS DOBLE PROPÓSITO EN EL MAGDALENA MEDIO COLOMBIANO

Manuel H. Sánchez
Diego R. Chamorro V.

El Magdalena Medio cubre una extensión de 857.540 ha. Está conformada por la intersección de los departamentos de Tolima, Caldas, Cundinamarca y Boyacá. Se localiza estratégicamente en un cruce de vías que la conectan en forma equidistante con Medellín, Bogotá, Ibagué, Pereira, Manizales y la Costa Atlántica (Ríos y col, 2000).

Esta microrregión tiene una vocación ganadera, representada por diferentes sistemas de producción y una población aproximada de 500.000 cabezas, de las cuales el 22% corresponde al sistema de producción doble propósito, el cual ocupa el 20% del área, es de praderas (495.000 ha), conformada por gramíneas mejoradas y gramas nativas.

Las condiciones de clima imperantes determinan la bimodalidad estacional, con una severa influencia negativa en la época seca sobre las pasturas, acentuándose la escasez de forraje, sobre todo en la zona de bosque seco tropical, al sur de la microrregión.

La desaparición de la cobertura vegetal arbórea, como resultado de la explotación ganadera en forma no planificada y con visión sólo extractiva, agrava el impacto sobre las pasturas y los animales por el efecto del estrés calórico.

La mejor alternativa para corregir las

deficiencias estacionales señaladas en la alimentación y nutrición de los bovinos y para un manejo sostenible de este sistema de producción, es la introducción de los sistemas silvopastoriles con el uso de las leguminosas arbustivas y arbóreas.

Leucaena leucocephala, es una leguminosa arbórea, originaria de Centroamérica y distribuida en los trópicos, se adapta bien a las condiciones de clima y en la mayoría de los suelos de la microrregión; es una leguminosa de buena aceptabilidad y calidad nutritiva que mejora la productividad y sostenibilidad del sistema de producción doble propósito.

Materiales y Métodos

Localización. La investigación se realizó en la hacienda Palo Hueco, en la vereda la Cimarrona, en el Km 11 de la carretera que conduce a Guaduas desde Honda, a 450 msnm, con una temperatura promedio anual de 28 °C y precipitación de 1.148 mm/año en los últimos 3 años (información generada en la finca) y en un área total de 233.4 ha. El 70% de la finca se caracteriza por ser quebrada, con una pendiente entre el 12 y el 50% y el 30% restante de topografía plana. Esta empresa se dedica a la ganadería de doble propósito, la cual ocupa 212 ha divididas en 25 potreros de 9 ha cada uno, en promedio.

La gramínea predominante es Colosuana o kikuyina, *Bothriochloa pertusa* en el 65% del área en pastoreo (130 ha), seguida por *Dichantium aristatum* (angleton) (20% con 65 ha) y *P. maximun* (guinea) con el 10% (21ha).

Lotes experimentales. El lote del sistema silvopastoril (*Leucaena* y *Colosuana*) abarca 3 ha y la distancia de la siembra de esta especie fue de 3 x 3 m en triángulo, la cual se efectuó entre el 27 de abril y el 5 de mayo de 1998, con una resiembra en el mes de diciembre. (Figura 6.1) La siembra del sistema se explica en el capítulo IV de este manual.



Figura 6.1 Sistema silvopastoril Colosuana-Leucaena

Pastoreo en los lotes experimentales.

Las 8 vacas con sus crías pastorearon y ramonearon el lote de Colosuana y *Leucaena* durante una hora diaria después del ordeño. El lote de vacas testigo pastoreó las praderas de *Colosuana*.

Producción de Leche. Para medir el efecto de los tratamientos en la producción de leche se seleccionaron 16 vacas entre 2 y 3 lactancias, en el primer tercio de lactación, con uniformidad en el peso (412-481 kg), en el tipo racial y en la condición corporal (3.5 - 4.5). El lote experimental se dividió en dos grupos de 8

vacas: un grupo tenía acceso a *Leucaena* y el grupo testigo no pesando diariamente la leche por vaca durante los 121 días del experimento y el ordeño se realizó de modo manual con apoyo del ternero..

Peso de las Vacas y de los Terneros. Las 16 vacas y los 16 terneros experimentales se pesaron al inicio del experimento y con una frecuencia de cada 30 días.

Indicadores Nutricionales. Se monitorearon las concentraciones de urea en la leche, MUN (Nitrógeno uréico en leche), el cual es un indicador del balance que existe entre el nitrógeno y la energía disponible. En este experimento, se efectuaron cinco muestreos de leche para determinar el MUN a 8 vacas (4 testigo y 4 en pastoreo con *L. leucocephala* durante todo el período experimental). A cada muestra de leche (50 ml), se le adicionaron 0.25 ml de una solución preparada con una pastilla de cuajo disuelta en 25 ml de agua, y el suero se congeló, se analizó con el Kit de urea de Bayer, y se leyó en el espectrofotómetro del laboratorio de nutrición animal del Centro de Investigación, Tibaitatá.

Diseño Experimental. Para los análisis de producción de leche, ganancia de peso en terneros, vacas y MUN, se aplicó un diseño completamente al azar, compuesto por cuatro ciclos de producción, durante los cuales se calculó la producción de leche en los dos tratamientos. Los análisis estadísticos se desarrollaron con el programa SAS (Statistical Analysis System), mediante procedimientos de Anova, y la comparación de medias por medio de las pruebas de Tukey.

Resultados

Evaluación Agronómica y Productiva.

En la evaluación del porcentaje de sobrevivencia, *L. leucocephala* presentó un 84%, representado en 1.075 árboles/ha. Las variables agronómicas y dasométricas medidas, se observan en la Tabla 6.1. (Figura 6.2 y 6.3)



Figura 6.2 Rebrote de Leucaena

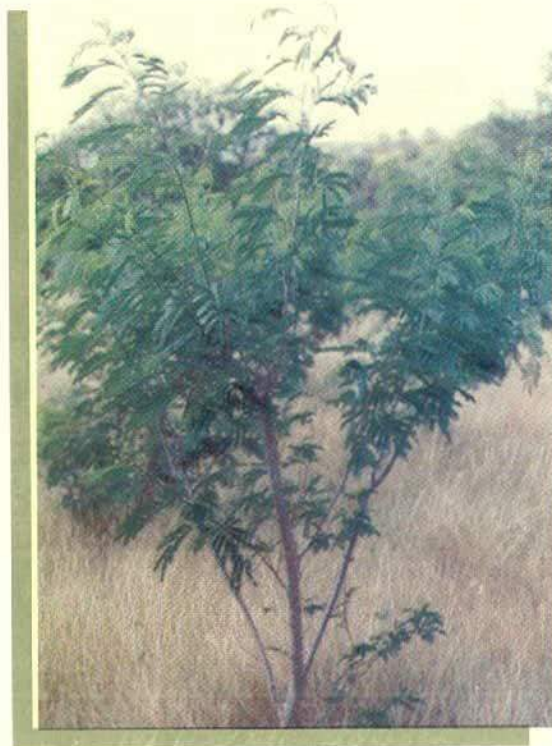


Figura 6.3 Cuantificación de la altura, fracción fina y producción de follaje

Tabla 6.1 Resultados agronómicos de *Leucaena leucocephala*.

VARIABLES	VALORES
Altura del árbol	2.43 m
Diámetro	3.27 cm
Altura de ramificación	70 cm
Materia fresca total/ha	1746.6 kg
Materia fresca gruesa/ha	551.8 kg
Materia fresca fina/ha	1194.4 kg
Materia seca fina/ha	505.4 kg
Materia seca fina (%)	65.5%
Materia seca gruesa (%)	34.5%

En la Tabla 6.2 se consignan los resultados en productividad y composición botánica de las praderas experimentales.

Composición Química de los Forrajes.

Como se observa en la Tabla 6.3, la especie colosiana es la de mayor oferta en las praderas, presenta bajos niveles de proteína cruda, porcentajes similares a los reportados por Chamorro D. y col. 1998. Es importante anotar el efecto directo de la leguminosa *Leucaena* sobre la calidad de la gramínea asociada, el incremento en los niveles de nitrógeno fue de 36.34%, adicionalmente, la gramínea, al estar asociada con la *Leucaena*, disminuyó sus contenidos de lignina en un 35.74 % y de FDA en 6.57%.

Esto corrobora la acción benéfica en el mejoramiento del valor nutricional de las gramíneas, asociadas con leguminosas arbóreas (Chamorro, D. y col. 1998), lo cual está estrechamente relacionado con los procesos de fijación de nitrógeno y el efecto sombra, que producen mayor reciclaje, mayor disponibilidad de nutrientes y mejoramiento de las condiciones físicas y biológicas del suelo.

Tabla 6.2 Comportamiento productivo de pradera de Colosuana en monocultivo y asociada con *Leucaena*

Variables	Pradera + banco de proteína colosuana + <i>L. Leucocephala</i>	Pradera en monocultivo <i>B. pertusa</i>
Producción MS kg/ha	1749.4	2075
Cobertura %	79.5	83
Composición botánica		
<i>B. pertusa</i>	94.5	90
Maleza	5.5	-
<i>D. aristatum</i>	-	10

Tabla 6.3 Composición química (%) de los componentes de colosuana en monocultivo y asociada con *L. leucocephala* en la Hacienda Palo Hueco. Guaduas, Cundinamarca

Muestras	PC(%)	FDN (%)	FDA(%)	Lignina(%)	Taninos (%)
lote la laguna	3.89	63.13	35.56	6.21	
lote la bolsa	4.97	65.56	37.18	6.84	
<i>L. Leucocephala</i>	16.98	59.51	34.98	11.56	5.32
colosuana + <i>L. leucocephala</i>	6.04	66.97	33.98	6.15	2.73

Respuesta Zootécnica. La producción de leche (5.83 l/día), fue significativamente superior en las praderas de colosuana + *L. Leucocephala* (Figura 6.4), comparándola con la producción de leche en praderas de

colosuana en monocultivo, la cual alcanzó 4.76 l/vaca/día.

Como se muestra en la Tabla 6.4, con el sistema silvopastoril colosuana + *L. leucocephala*, se obtienen un incremento de 1.07 l/vaca/día.

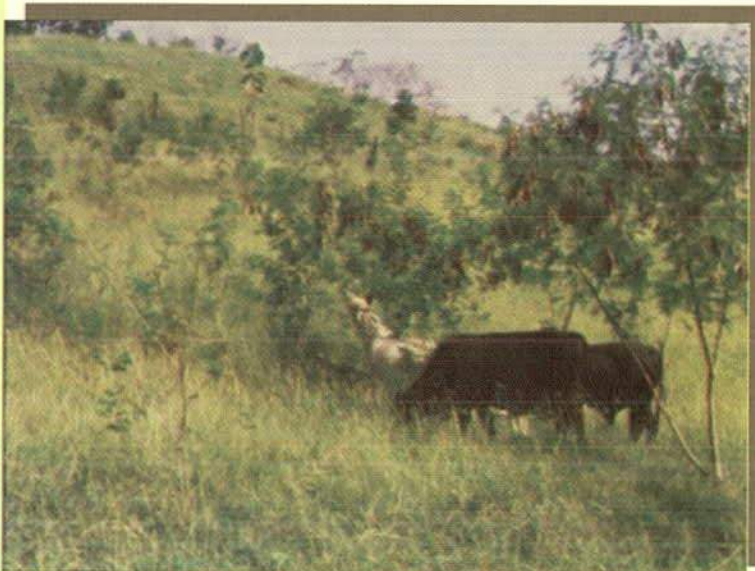


Figura 6.4 Ramoneo de leucaena por las vacas experimentales.

En esta investigación se observaron diferencias significativas para la ganancia de peso (kg/animal/período) de los terneros, la cual fue superior en los sistemas silvopastoriles de colosuana + *L. leucocephala*, con un valor de 58.8 kg/animal/período, en contraste con la ganancia en las praderas en monocultivo de colosuana (42.4 kg/animal/período) (Tabla 6.4).

Los ganancias de peso por períodos en las vacas fue significativamente mayor en las praderas de colosuana + *L. leucocephala*, con un aumento de 23.3 kg/vaca/período, en relación con el reportado en las praderas en monocultivo de colosuana, que fue de 7.3 kg/vaca/período. Estos valores, manifiestan la superioridad en calidad de la oferta forrajera en las praderas de *colosuana* y *L. leucocephala*, posiblemente asociado con un mayor consumo voluntario de los animales en estos sistemas silvopastoriles.

Es de resaltar, que debido al bajo potencial genético de las vacas para producir leche, el mejoramiento en la calidad de la oferta se refleja en forma muy marcada en mayores ganancias de peso y no en el aumento en la

producción de leche, a pesar de haber conseguido un incremento de 1.07 l/vaca/día, las vacas que pastorearon el sistema silvopastoril de colosuana asociadas con *L. leucocephala*.

Lo anteriormente expuesto se refleja en valores superiores en las concentraciones de urea en la leche, de las vacas en sistemas silvopastoriles de colosuana + *L. leucocephala*, con 15.49 mg/dl, superando las concentraciones de 12.25 mg/dl de MUN establecidas en las praderas en monocultivo de colosuana, las cuales son también un indicio de la superioridad en calidad de la oferta de forraje en los sistemas silvopastoriles de Colosuana y *L. leucocephala*. Aunque en ambos casos los niveles son normales, indicando un buen balance entre el nitrógeno y la energía disponible a nivel ruminal.

Este indicador, asociado con la información sobre el consumo y la composición química, permite diseñar con mayor precisión estrategias de suplementación ajustadas a las condiciones particulares de los sistemas de producción ganaderos, en donde la especie predominante, es colosana o Kikuyina.

Tabla 6.4 Comportamiento zootécnicos de vacas y terneros praderas de colosuana en monocultivo y asociada con *L. Leucocephala* en la Hacienda Palo Hueco. Guaduas, Cundinamarca.

Indicadores	Resultados según tecnología		Resultados de impacto
	Colosuana monocultivo	<i>Leucaena leucocephala</i> + Colosuana Sistema silvopastoril	<i>Leucaena leucocephala</i> + Colosuana Sistema silvopastoril
Vacas por tratamiento	8	8	
Días de evaluación (días)	121	121	
Producción leche (kg/vaca/día)	4.76	5.83	1.07(kg/vaca/día)
Producción leche (kg/vaca/período)	575.96	705.43	129.47 (kg/vaca/período)
Producción leche (kg/período/grupo)	4607.68	5643.44	1035.76(kg/período/grupo)
Ganancia de peso diario ternero (G/ternero/día)	351	486	135 (g/ternero/día)
Ganancia de peso período ternero (Kg/ternero/período)	42.47	58.8	16.33(kg/ternero/período)
Ganancia de peso diario Vacas (g/vaca/día)	60	193	133 (g/vaca/día)
Ganancia de peso período vacas (Kg/vaca/período)	7.37	23.37	16 (kg/vaca/período)

Conclusiones

La producción de leche fue significativamente más alta de las vacas en los sistemas silvopastoriles que ramonearon *L. leucocephala* (5.83 l/día), comparadas con las que no la consumieron (4.76 l/día).

Las concentraciones de urea en leche (MUN) resultaron mayores en forma significativa en vacas en sistemas silvopastoriles de praderas de colosuana y *L. leucocephala* (15.49 mg/dl), con relación a las vacas en pastoreo de colosuana en monocultivo (12.25 mg/dl).

Leucaena leucocephala mejoró la calidad nutricional de la gramínea asociada (colosuana), aumentando el contenido de

proteína cruda y disminuyendo los contenidos de lignina y FDA.

El incremento en la ganancia de peso de las vacas que pastorean en sistemas silvopastoriles de *L. leucocephala* y colosuana, fue de 193 g/vaca/día y en las vacas que pastorean *B. pertusa* en monocultivo fue de 60 g/vaca día, siendo significativas las diferencias en el aumento de peso.

La ganancia de peso diario de las crías fue de 486 g en la pradera de *L. leucocephala* y colosuana, y en la pradera de colosuana en monocultivo 351 g, con una diferencia significativa en el aumento diario de peso de 135 g/ternero.

Bibliografía

CHAMORRO, V. D.; GALLO B., J.; ARCOS, D. J.; VANEGAS, R. M. 1998. Gramíneas y leguminosas, consideraciones agrozoóticas para ganaderías del Trópico Bajo. C. I. Nataima, Corpoica.

RÍOS, W.; RÍOS, G.; ABAD, G.; PULIDO, J. I.; DUARTE, O.; ROMERO, M. 2000. Caracterización de los sistemas de producción bovina de la microrregión Sur del Magdalena Medio. En: Caracterización de los sistemas de producción agropecuarios en el departamento de Caldas. Corpoica, Manizales.

PRODUCCIÓN ANIMAL CON ACACIA FORRAJERA (*Leucaena leucocephala*) EN EL VALLE DEL CESAR

.....

Belisario Roncallo F.
Justo A. Barros H.
Luis A. Baquero D.
Alvaro P. Becerra M.

Entre los principales factores limitantes para la producción de carne y leche en la Región Caribe Colombiana, se han señalado la baja disponibilidad de forrajes durante las épocas de veranos y la moderada calidad de las gramíneas utilizadas como alimento básico en los sistemas ganaderos; por lo general, los contenidos de nutrientes, en especial de proteína y energía, presentes en los forrajes, no cubren los requerimientos nutricionales para obtener razonables niveles de producción y muchas veces son insuficientes para el mantenimiento de los animales.

Una de las estrategias encaminadas a incrementar la oferta de alimento y su calidad, es el uso de leguminosas, siendo relevante el papel que juegan las especies perennes y arbustivas, que se caracterizan por ofrecer alimento de excelente calidad a más bajos costos. Algunas especies pueden explotarse durante periodos prolongados (> 20 años), por su buena tolerancia al ramoneo y adaptación a las condiciones edafoclimáticas predominantes en la zona.

Dentro de las leguminosas arbóreas, la acacia forrajera (*Leucaena leucocephala*), es la especie más estudiada a nivel mundial, y los resultados de las investigaciones han demostrado los beneficios biológicos, económicos y ecológicos dispensados por el uso de esta especie a los sistemas de producción agrícolas y pecuarios.

Diversos estudios realizados en el Valle del Cesar permiten concluir, que el uso de la acacia forrajera tiene implicaciones importantes en el mejoramiento de la productividad y la competitividad de la explotación ganadera, y es inexplicable, que sus potencialidades no hayan sido suficientemente aprovechadas por los productores.

Siembra y Manejo Agronómico

La acacia forrajera prefiere suelos con pH neutro, de mediana a alta fertilidad y bien drenados y no tolera suelos ácidos. Según Skerman (1979), citado por García (1986), la faja de temperatura óptima para su crecimiento oscila entre 22 y 30° C, posee un amplio rango de adaptación a precipitaciones que varían de 500 a 3000 mm anuales, pero su gran cualidad es la tolerancia a la sequía. Se recomienda realizar el establecimiento en el inicio de la primera estación de lluvias; la siembra puede ser manual o mecanizada a una profundidad de 1.5 cm. Se aconseja escarificar la semilla en agua caliente, durante dos minutos, y realizar la inoculación con cepas de *Rhizobium* (50 g/1 kg de semilla).

La densidad de siembra depende del manejo posterior del cultivo. Cuando se utiliza para corte, se establecen cultivos densos, con distancias entre surcos de 1.0 metro y 0.50

metros entre plantas; cuando el cultivo se utiliza en pastoreo de ganados, la distancia entre surcos son mayores y pueden oscilar entre 1.5 a 4 metros. En ambos casos la siembra en el campo puede ser en su totalidad por trasplante o en forma directa; si se establece en forma directa, ese mismo día se siembra en bolsas de semillero el 10% de la semilla utilizada por hectárea, con el objeto de obtener plantas uniformes para trasplantarlas cuando fuere necesario.

El establecimiento de semilleros se realiza en bolsas de polietileno y las plántulas se trasplantan cuando alcancen entre 15 y 20 cm de altura.

Antes de la siembra hay que efectuar una prueba de germinación, la cual nos ayuda a

utilizar semilla de buena calidad y a estimar las cantidades requeridas, teniendo en cuenta que un kilogramo de semilla contiene de 20.000 a 21.000 semillas.

En la finca La Unión, ubicada en Codazzi (Cesar), en un suelo debidamente preparado y surcado a 1 metro, se estableció en forma directa 1.8 ha de acacia forrajera a una distancia de 0.50 m entre plantas; antes de la siembra la semilla se sumergió en agua hirviendo durante 2 minutos y se emplearon 2 ó 3 semillas por sitio y 3.5 kg/ha. Para el control de malezas de hoja ancha y de algunas gramíneas se aplicó Afalón® en dosis de 800 g/ha. La siembra directa, reduce en 73.3% los costos de establecimiento comparada con la siembra de trasplante total (Tabla 7.1).

Tabla 7.1. Costos de establecimiento en siembra directa y por trasplante de 1 ha de Acacia forrajera. Finca La Unión, 1997.

Insumos y actividades	Siembras directas (\$)	Transplantes (\$)
Semilla, 3.5 kg	17.500	17.500
Bolsas de polietileno	14.000	154.000
Preparación de semillero	18.000	180.000
Mantenimiento de semillero	9.000	90.000
Preparación de suelos	90.000	80.000
Transplante	60.000	600.000
Siembra directa	30.000	0
Afalón y aplicación	38.000	0
Control mecánico malezas	30.000	30.000
Costo Total	306.500	1.151.500

Fuente: Murgas (1997).

Cuando se siembra la acacia forrajera sobre un cultivo de gramínea establecido, es preciso pastorear de manera intensa el forraje existente, hasta bajar la altura y construir los surcos con arado de disco o cincel a la distancia seleccionada, procediendo más tarde a la siembra, y los pastoreos se inician entre 6 y 8 meses después de germinado el cultivo.

Producción de Forraje

Estudios realizados en diferentes países tropicales, han registrado rendimientos de 20 t de materia seca/ha/año. En las condiciones del

Cesar, una planta de acacia forrajera, en épocas de lluvia y a los 60 días después del corte, posee casi 20 rebrotes cuya longitud media individual es de 125 centímetros y dispone de 1.5 kg de forraje verde por árbol, con un contenido de materia seca de 33.5%.

Valor Nutritivo. La acacia forrajera es una excelente fuente de proteína para los animales, tiene un bajo contenido de fibra y la DIVMS es relativamente alta (Tabla 7.2). Durante las épocas de verano permanece verde haciendo un aporte importante de precursores de Vitamina A y es amplia su aceptación por los rumiantes en pastoreo.

Tabla 7.2 Valor nutritivo del follaje de Acacia forrajera en épocas de verano. 1998.

Nutrientes	Contenidos
Proteína cruda %	22.0
Fibra cruda %	18.0
Calcio %	2.3
Fosforo %	0.18
DIVMS %	71.6

Fuente: Becerra y Col (1998).

Acacia Asociada con Pasto de Corte. La acacia forrajera se asocia con pasto king-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. thypoides*) y se maneja bajo corte. En un experimento agronómico llevado a cabo en el Centro de Investigaciones Motilonia (Codazzi, Cesar) se evaluaron varias disposiciones de siembra de acacia forrajera y king-grass. Los resultados indican la obtención de mayor producción de materia seca (7.9 ton/ha) en cortes con intervalos de 7 semanas, con la disposición de siembra en surcos alternos separados 0.70 m, la cual fue 14.5% superior a la conseguida con la disposición en surcos dobles, y cuando se fertilizó el king-grass con 75 kg N/ha, la producción de materia seca fue 66.7% superior a la registrada con king-grass sin fertilizar (Tabla 7.3).

Tabla 7.3. Efectos del sistema de siembra y las frecuencias de cortes en la producción de King-grass en asocio con acacia forrajera. C. I. Motilonia. 1984.

Disposición de siembra	Acacia forrajera(%)	Materia seca(t/ha)
Surcos dobles de acacia	28	6.9
Surcos dobles de King-grass	24	6.7
Surcos alternos	25	7.9
King-grass + 0 kgN/ha		3.0
King-grass + 75 kgN/ha		5.0

Fuente: Barros (1984).

Levante de Novillas

La edad tardía de las novillas para llegar a su primer parto, es un denominador común en las ganaderías de doble propósito de la región, siendo atribuida la responsabilidad en mayor grado, al manejo nutricional recibido durante la fase de levante.

Cuando se comparan las ganancias de peso en novillas de levante, pastoreadas en potreros de ángleton, sembrados en fajas con acacia forrajera, se logró un mayor incremento de peso, equivalente al 16.3% en relación con el grupo testigo (Tabla 7.4). Estas ganancias de peso en las novillas que conformaban ambos grupos experimentales, se explica por la presentación atípica de lluvias en el verano, época durante la cual se realizó la evaluación.

Tabla 7.4 Ganancia de peso de novillas con acacia forrajera en el C.I. Motilonia. 1995.

Parámetros	Testigo (N=10)	Acacia forrajera* (n=10)
Peso inicial, kg	206.4	203.7
Peso final, kg	259.4	265.3
Ganancia de peso, kg	53.0	61.6
Ganancia de peso animal/día, g	588.9 b	684.4 a

Fuente: Roncallo y Barros (1995).

En otro experimento, se distribuyeron 18 novillas bajo un diseño de bloques al azar, en tres tratamientos consistentes en pastoreo de un banco de acacia forrajera por un tiempo de 6 horas diarias, pastoreo en banco de acacia forrajera por 12 horas diarias y pastoreo en potreros con mezclas de ángleton y kikuyina bajo un sistema alterno. Los resultados revelan una mayor ganancia de peso en las novillas que pastorearon en el banco de acacia forrajera durante seis horas diarias (444.8 g/día), seguidas de las novillas que

pastorearon 12 horas en el banco de acacia (396.6 g) durante el día, resultando menores las del grupo testigo (258.6 g) (Tabla 7.5). El empleo de los bancos de acacia en la época de verano durante seis horas diarias de pastoreo, permite un mejor crecimiento de las novillas, efecto que puede atribuírsele tal vez a que alimento ingerido posee una mejor relación energía-proteína.

Tabla 7.5 Producción de carne de novillas en pastoreo en bancos de acacia forrajera durante el verano. C.I. Motilonia. 1995.

Parámetros	Tratamientos*		
	Testigo	6 horas	12 horas
Peso inicial, kg	247.0	249.8	250.0
Peso final, kg	270.0	288.5	284.5
Ganancia de peso, kg	22.5	38.7	34.5
Ganancia de peso Animal/día, g	258.6	444.8	396.6

*Precipitación 23 mm. Fuente: Roncallo y Barros (1995).

Producción de Leche

En la finca Las Delicias, en Valledupar (Cesar) se evaluó la producción de leche en vacas de doble propósito durante la época de verano, con el siguiente resultado: las vacas que pastorearon en potreros conformados por la mezcla de las gramíneas kikuyina y ángleton, asociadas con acacia forrajera, lograron una mayor producción de leche (6.1 L/vaca/día) que el grupo testigo (4.3 l/vaca/día). En el análisis económico se observa una recuperación de la inversión realizada en el establecimiento y en el manejo del cultivo y, además, un aumento en el ingreso neto (Tabla 7.6).

Tabla 7.6 Análisis económico de la producción de leche en vacas de doble propósito en praderas de gramíneas asociadas con acacia forrajera. Finca Las Delicias. 1998.

Parámetros	Acacia forrajera + gramíneas	Gramíneas
Producción vaca/día, L	6.1 a	4.3b
Ingreso bruto, \$000*	854	602
Costo de establecimiento, y manejo de Acacia, \$000	195	0
Ingreso neto, \$000	659	602

*Valor litro de leche: 280.

Fuente: Becerra y Col., (1998).

Conclusiones

- La acacia forrajera es un recurso arbóreo que se adapta bien a las condiciones edafoclimáticas de El Valle del Cesar.
- En sistema de corte y acarreo, la acacia forrajera (*Leucaena leucocephala*) puede asociarse con el king-grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum thypoides* establecido en surcos alternos, obteniéndose buenas producciones de biomasa por unidad de área y ofreciendo una adecuada cantidad y calidad de forraje durante las épocas secas.
- La utilización de la Acacia forrajera (*Leucaena leucocephala*) en pastoreo mejora la productividad de los hatos doble propósito, a través de los incrementos de peso de las novillas y de la producción de leche en vacas.

PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN ESTRATÉGICA DE FORRAJE DE CERCAS VIVAS DE MATARRATÓN *Gliricidia sepium*, COMO SUPLEMENTO PARA BOVINOS DE LEVANTE

Juan C. Arcos D.
Diego R. Chamorro V.

La productividad de los sistemas ganaderos en la microregión Norte del Alto Magdalena esta limitada por la disminución en la disponibilidad de forraje como consecuencia de periodos de sequía e inviernos excesivos. De otra parte, el alto grado de deforestación que está asociado con los sistemas tradicionales de manejo de praderas en la microregion ha causado altos niveles de degradación de los recursos naturales y perdida de fertilidad del suelo.

Esta micro región se caracteriza por tener una fisiografía donde sobresale una planicie aluvial dominada por el río Magdalena, encontrándose suelos moderadamente profundos a profundos (Inceptisoles), texturas pesadas y alta saturación de bases, con pH de neutros a básicos y buena retención de humedad. Las restricciones del suelo en profundidad dificulta la penetración de las raíces de los diferentes cultivos, lo cual no es inconveniente para las leguminosas forrajeras arbóreas capaces de penetrar capas endurecidas del suelo (Chamorro *et al*, 1998).

La mayoría de los ganaderos generalmente adoptan en sus praderas nuevas gramíneas, sin embargo, las prácticas de manejo agronómico y de utilización de praderas

asociadas recomendadas, han sido poco adoptadas, lo que ocasiona la degradación rápida de las praderas y la poca valoración de los desarrollos tecnológicos por parte de un gran número de productores (CORPOICA, 1996).

A los sistemas de producción bovina se les da un manejo tradicional semi-extensivo en rotación con cultivos, constituyendo sistemas mixtos de explotación, con una clara tendencia a la incorporación de genes lecheros *Bos taurus* al ható cebú *Bos indicus*, presente en un alto porcentaje en las explotaciones ganaderas, lo que ha llevado a que se desarrolle el sistema de producción de doble propósito, asociando la ceba integral con la producción láctea (CORPOICA, 1999).

De acuerdo a las anteriores consideraciones los diferentes sistemas silvopastoriles como el manejo estratégico de cercas vivas, bancos energéticos, barreras rompevientos, bosques de pastoreo, entre otras, son una alternativa viable tanto económica, como sostenible a favor de preservar, mejorar y utilizar estos recursos naturales renovables en los diferentes sistemas de producción. (CORPOICA, 1996).

Antecedentes

A pesar de que el país dispone de un gran potencial en recursos arbóreos y herbáceos, es poca la utilización que de ellos se hace por parte de los sistemas productivos, sin embargo a partir de los años 70's se han venido estableciendo sistemas silvopastoriles con buenos resultados. En su mayoría las plantas que se han utilizado en estos sistemas pertenecen a la familia *Leguminosae*, la mayor parte de ellas son fijadoras de nitrógeno atmosférico, lo que confiere beneficios en áreas tropicales donde generalmente los suelos son pobres en materia orgánica (García, 1986). Las leguminosas pueden fijar en promedio 200 kg./N/ha/año y en algunas asociaciones "*Rhizobium* leguminosas", es posible encontrar valores hasta de 500 kg/N/ha/año (Novo, 1993).

Las leguminosas arbóreas tienen múltiples usos en los ecosistemas tropicales, por lo tanto, es necesario identificar aquellas de mayor producción de forraje que pueden ser utilizadas en los sistemas ganaderos con la finalidad de tener una producción sostenible y compatible con el manejo racional de los recursos naturales.

El matarratón *Gliricidia sepium* es una leguminosa arbórea tropical perenne y caducifolia de crecimiento acelerado. Posee raíces profundas, crece de 10 a 15 metros de altura y más de 40 cm de diámetro dependiendo del ecotipo. Su copa es abierta o piramidal, hojas paripinadas con longitud de 15 a 20 cm, de tres a siete folíolos compuestos, haz de color verde claro y brillante, las flores son pisciformes rosadas con longitud aproximada de dos cm y agrupadas en racimos. Los frutos son vainas dehiscentes aplanadas de hasta 14 cm de largo y poseen de tres a ocho semillas lenticulares de color amarillo ocre (Chamorro y col., 1988).

Es una planta con alto potencial productivo, y su cultivo intensivo para producción de forraje ha demostrado ser una alternativa para suplir las deficiencias alimenticias del ganado en épocas críticas, además de ser fijadora de

Nitrógeno en el suelo. La hojarasca y los residuos de cosecha (tallos lignificados que vuelven al suelo), constituyen un sistema donde los nutrientes son reciclados eficientemente. Ha sido descrito como uno de los árboles mejor conocidos en muchas partes de América, y se ha propagado a distintas partes del mundo, entre ellas África occidental, Asia y todas las regiones tropicales de América (Ruiz, 1987).

En Colombia se encuentra distribuido en zonas comprendidas entre cero y 1.600 metros sobre el nivel del mar, con precipitaciones de 800 a 2 300 mm/año (con excelente drenaje), y temperaturas que oscilen entre 22 y 30°C, encontrándose como en cercas vivas, bancos de proteína, sombrío en potreros y como árboles espontáneos. Se desarrolla en una amplia variedad de suelos, incluidos los ácidos y los erosionados; soporta bien la sequía, no crece bien en suelos pesados y húmedos, prefiere los livianos y profundos. Esta especie no tolera la competencia por luz y es consumido ampliamente por los rumiantes.

Metodología y Resultados

La investigación se realizó en el predio "San Joaquín" ubicado en el municipio del Valle de San Juan, vereda Michú a 400 metros sobre el nivel del mar. Utilizando las cercas vivas de matarratón en las divisiones de potreros. Los análisis de suelo de los lotes seleccionados indican un pH, de 5,5 con porcentajes medios de materia orgánica (2,02%) y textura franco-arenosa.

La investigación se desarrolló en dos fases así:

Fase I: Evaluación agronómica y dasométrica de cercas vivas de matarratón. (Estimulación de la producción forrajera mediante la realización de podas estratégicas en las cercas vivas).

Fase II: Evaluación productiva del forraje de matarratón utilizando rebrotes de cercas vivas como suplemento nutricional de bovinos.

FASE I. Evaluación agronómica, dasométrica y de calidad de cercas vivas de matarratón.

Los árboles utilizados para realizar las podas estratégicas fueron seleccionados al azar teniendo en cuenta su ubicación en las cercas vivas. Se obtuvieron los siguientes resultados: Diámetro promedio a la altura del pecho (DAP, a 1,35 metros del suelo) 55,6 cm. La circunferencia promedio de los troncos a 1,35 metros del suelo es de 87,3 cm. Número promedio de ramas principales (que salen del tronco principal) igual a 16,2.

La distancia de siembra, fue el parámetro que ofrece la mayor variación debido a que el establecimiento de los árboles no obedece a planes de forestación, igualmente, las condiciones climáticas de la región ha originado gran mortalidad de ellos sin realizarse prácticas de resiembra. La distancia de siembra promedio fue de 12.1 m.

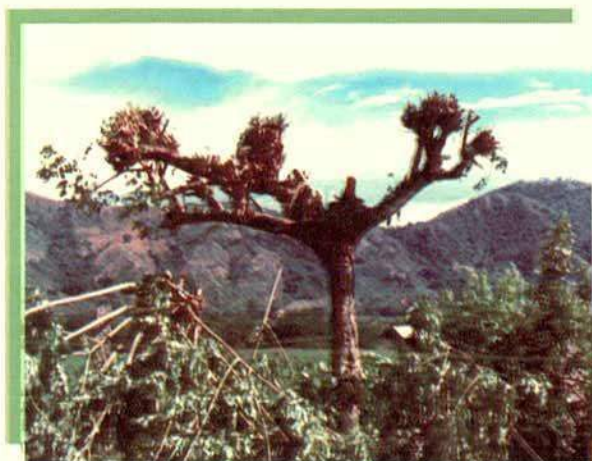
Determinadas las condiciones apropiadas para realizar las podas estratégicas, estas se iniciaron a finales del mes de abril 1999, coincidiendo con el final de las lluvias del primer semestre (Figura 8.1).

Los resultados muestran aumentos promedios del 295% de emisión de rebrotes (ramas principales), al pasar de 18 a 71 ramas después de realizar la poda de los árboles, y aunque a los 120 días pos-corte la longitud de las ramas fue menor, se aumento en 60% la producción de hojas, incrementándose igualmente el número de folíolos por cada una de ellas en un 23,5% (Tabla 8.1).

La digestibilidad "in situ" de la materia seca del forraje de árboles de matarratón sin podas estratégicas fue del 51,2% y para rebrotes de 120 días del 58,0%. El análisis fue realizado en el C.I. Nataima utilizando novillas canuladas ruminalmente pastoreando Colosuaña (*Bothriochloa pertusa*).

Tabla 8.1 Parámetros promedios por árbol en cercas vivas de matarratón en el municipio del Valle de San Juan (Tolima)

Parámetros de Medición	Primera poda estado inicial	Rebrotes 120 días	Incremento %
Número de ramas principales	18	71	295.0
Longitud de ramas principales (cm.)	230	189	(17.8)
Número de hojas por rama	15	24	60.0
Número de folíolos por hoja	17	21	23.5



Poda con machete

Arreglo de árboles con motosierra

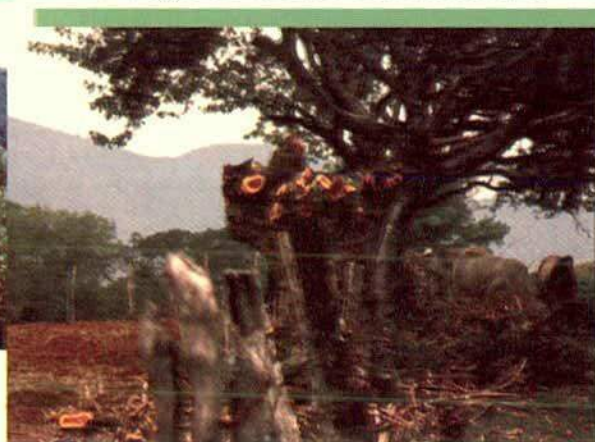


Figura 8.1 Proceso de podas estratégicas de cercas vivas para estimular la emisión de forraje. Valle de San Juan (Tolima.)

Las podas estratégicas permiten darle forma homogénea (de abanico o de cola de pavo real) a los árboles, estimulando la producción de ramas principales productoras de forraje (hojas, pecíolos y tallos de hasta cuatro milímetros de diámetro) utilizables para la alimentación animal, denominada fracción fina (FF), disminuyendo la formación de ramas gruesas que aumentan el porcentaje de material verde no utilizable en la alimentación animal, denominada fracción gruesa (FG). (Figura 8.2).

El análisis productivo de los árboles evaluados después de 120 días post-poda indica disminución del 64,2% en el peso verde de la FG, aumentando la relación FF vs. FG respecto al peso verde total del árbol. Esto da como resultado la mayor disponibilidad de forraje

aprovechable para la alimentación del ganado así como mejoramiento de la digestibilidad "in situ" de la materia seca, pasando de 51,19% al 58,0%. (Tabla 8.2).

Bajo las condiciones del experimento se pueden obtener 2,6 toneladas de materia seca por kilómetro (ms/km) de cerca viva de *G. sepium*, con un digestibilidad del 58,05%; resultados similares a los reportados por Hernández *et al.* (1994), los cuales obtuvieron 2,5 t de ms/km de cerca de *G. Sepium*, con 24% de proteína cruda y 57.6 de digestibilidad. Igualmente el CATIE (1991), donde en cercas vivas a los seis meses presentan producciones de cuatro toneladas de biomasa seca total/km.; y a los nueve meses la producción aumentó hasta 5,3 t/km.

Tabla 8.2. Parámetros productivos y de calidad por árbol en cercas vivas de *G. Sepium* en el municipio del Valle de San Juan (Tolima).

Parámetros de Medición	Primera poda estado inicial	Rebrotes 120 días	Incremento %
Peso verde total (kg.)	83.7	38.3	(54.2)
Peso verde fracción gruesa (kg.)	67.6	24.2	(64.2)
Porcentaje de la fracción gruesa	80.8%	63.2%	(21.7)
Peso verde fracción fina comestible (kg.)	16.1	14.1	(12.4)
Porcentaje de la fracción fina	19.2%	36.8%	91.6
Peso seco de la fracción fina (kg.)	5.0	4.4	(12.0)
Materia Seca (M.S.)	34.5%	29.6%	(14.2)
Digestibilidad "In situ" de la materia seca	51.19%	58.05	13.3



Rebrote de 15 días post - poda



Rebrote de 120 días post- poda

Figura 8.2 Emisión de rebrotes después de realizar las podas estratégicas. Finca San Joaquín. Valle de San Juan (Tolima).

FASE II: Evaluación productiva del forraje de matarratón utilizando rebrotes de cercas vivas como suplemento nutricional en bovinos.

Se seleccionaron 10 hembras destetas de aproximadamente ocho meses de edad, raza Cebú comercial, color blanco, con características homogéneas en peso y tipo racial. Los tratamientos experimentales evaluados fueron:

T₁ : 30% Matarratón. El 30% del consumo de materia seca fue suministrado con forraje de matarratón estimando un consumo de (2.5 kg. de materia seca por cada 100 kg de peso vivo); agua y sal mineralizada (8% de fósforo) a

voluntad.

T₂ : Testigo. Pastoreo rotacional sin alterar el manejo normal de la finca; agua y sal mineralizada (8% de fósforo) a voluntad.

El grupo experimental permaneció en rotación en 2 lotes, compuestos por las gramíneas "Colosoana" *Bothriochloa pertusa* y gramas nativas *Paspalum sp.* con presencia de las leguminosas nativas *Desmodium barbatum*, *D. triflorum*, *Aechynomene americana*, *Vigna lasiocarpa* y *Alisocarpus vaginalis* y en mínima cantidad gramíneas mejoradas como pasto Carimagua *Andropogon gayanus* y pasto India *Panicum maximun*.

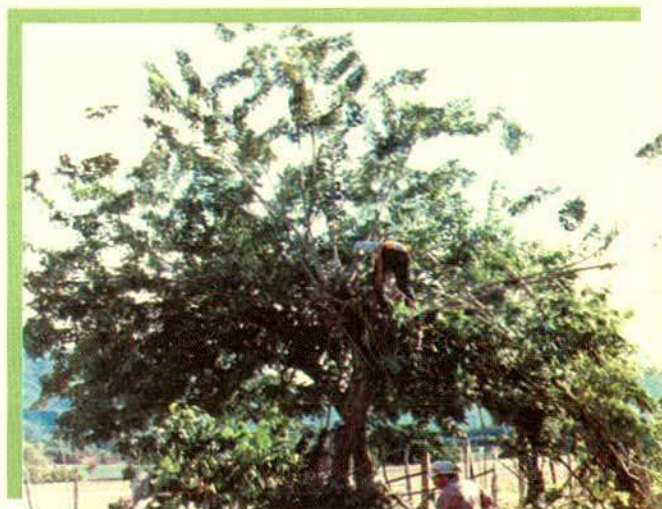
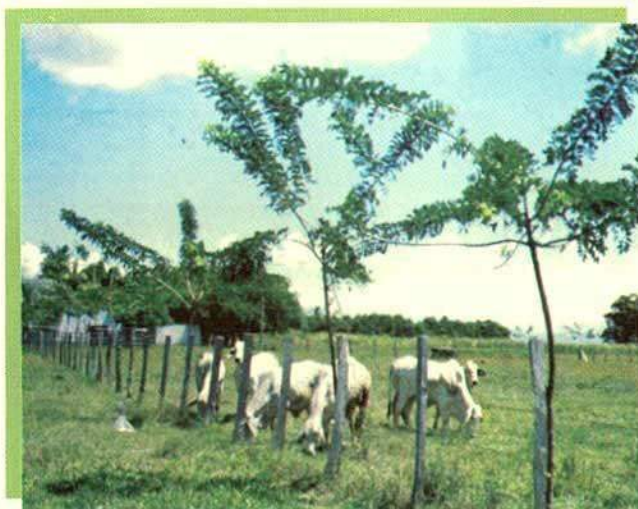


Figura 8.3 Proceso de corte y suplementación de rebrotes de Matarratón en terneras de levante. Finca San Joaquín. Valle de San Juan (Tolima).

El follaje de matarratón consistente en hojas y tallos (rebrotes de matarratón) de menos de cuatro mm de diámetro (FF), previamente oreado fue suministrado en las horas de la mañana, el oreo mejora el consumo y disminuye la degradabilidad de la proteica (Figura 8.3).

Los animales seleccionados se dividieron en dos grupos, utilizando un diseño de sobrecambio compuesto de tres periodos de 14 días, de los cuales los primeros siete días

fueron de adaptación y los últimos siete días de medición, con una periodicidad de pesaje cada 15 días, midiendo la ganancia diaria de peso.

La evaluación se realizó en el primer trimestre del año 2000, que coincide con el periodo seco. Los potreros, presentaban disponibilidad de forraje suficiente para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción de los animales seleccionados, y la producción fluctuó entre 276 y 989 kg de MS/Lote

Las ganancias diarias de peso promedio fueron superiores en el tratamiento con matarratón : 924 g/animal/día, con relación a las ganancias del Testigo : 252 g/animal/día (Tabla 8.3).

Estos resultados son superiores a los reportados por Isidor (1996), el cual encontró una ganancia de peso de 830 g/animal/día, en un grupo de novillas que consumieron 11% de suplemento de matarratón. De igual manera, las ganancias de peso de esta investigación superan los reportes de Gómez *et al.* (1995), los cuales obtienen con terneros ganancias de 634 g/animal/día, con 5% de suplemento de *G. sepium*.

Esta respuesta esta relacionada posiblemente a la composición química del matarratón, y principalmente a la proteína utilizable por el rumiante, conformada por la

proteína soluble (fracción a y b1), proteína lentamente degradable en el rumen y proteína sobrepasante (fracción b2 y b3) (Licitra *et al.* 1.996).

En el fraccionamiento de la proteína, el Matarratón presenta una proteína digestible del 69.48% y esta conformada por las fracciones solubles y degradables (a + b1=29.04%; b2=34.85%), con niveles del 5.59% de proteína sobrepasante (Chamorro *et al.* 2002). Estas características unidas al aporte de minerales mejoran el ambiente ruminal con disponibilidad potencial del nitrógeno en el rumen y en el tracto posterior, el suministro del 30% de forraje de matarratón optimiza el balance del nitrógeno e incrementa el consumo y la degradación de materia orgánica en el rumen, lo cual incide directamente con los incrementos de peso.

Tabla 8.3 Ganancia de peso diario por animal (g/día) en terneras de levante suplementadas con *G. sepium*. Valle de San Juan (T.)

Tratamientos	Periodo			Promedio
	1	2	3	
T (30% de matarratón)	1158	986	628	924
T (testigo)	728	186	-158	252
Diferencia	430	800	786	672 (P<0.01)

Esto fue observado por Pérez y col., (2000), al suministrar el 20% de follaje de matarratón a toretes (Cebú x Suizo), los cuales incrementaron el consumo de materia seca de 6456,7 g MS/día a 9937,9 g MS/día en época de sequía, de igual manera Ku y col., (1998), con suministros crecientes 10%, 20% y 30% de forraje de matarratón en ovinos, se incremento el consumo de materia seca y materia orgánica gradualmente a medida que se aumento en nivel de forraje, obteniendo consumos máximos de 1039,6 g MS/animal. Sin embargo, para una mejor utilización de las proteínas del forraje de matarratón, es probable que éste deba ir acompañado de fuentes de energía (almidones) de lenta degradación ruminal con el propósito de

maximizar la síntesis de proteína microbiana en el rumen, ya que la fuente de energía para la síntesis de proteína microbiana en el rumen procede, principalmente de los carbohidratos de la dieta y así aprovechar eficientemente las fracciones de la proteína del forraje.

Análisis de Costos

Con la incorporación de la tecnología utilización de cercas vivas de matarratón para producción de forraje y alimentación animal, en la actividad de levante de terneros, dentro de los procesos productivos del hato induce impactos económicos de corto, mediano y largo plazo.

En el corto plazo, se incrementa la producción de carne que se traduce en el mejoramiento de los ingresos de la empresa ganadera. En el mediano y largo plazo, si se incorpora la tecnología en forma permanente, se logran mejores incrementos de pesos en menor tiempo, disminución de costos operativos, aumento de los ingresos y mejoramiento de la competitividad de la empresa, permitiendo además ingresar al mercado animales jóvenes con un valor agregado. Esto, sin tener en

cuenta los efectos directos de los árboles sobre el incremento en la producción y calidad de la biomasa de la pradera y, en el mejoramiento de las características físicas y químicas del suelo.

En la Tabla 8.4 se observan los parámetros determinados en desarrollo de las Fases I y II, y en la Tabla 8.5, se muestra la estructura de costos que implica la aplicación de la tecnología propuesta, para ello.

Tabla 8.4 Parámetros técnicos de producción y utilización estratégica de forraje de cercas vivas de matarratón como suplemento para bovinos de levante

Parámetros	Respuesta
Destete de animales	8 meses. 240 días
Levante de animales	10 meses. 300 días
Peso al destete	147 kilogramos
Consumo de Materia Seca MS (2,5% PV)	3,7 kilogramos
Suplemento con matarratón (30% de MS)	1,1 kilogramos de MS/día
% MS De matarratón (rebrotos)	29,62
Suplementación Forraje Verde FV/día	3,7 kilogramos
Producción FV/árbol	15,5 kilogramos
Producción MS/árbol	4,6 kilogramos
Días de suplementación	42
Incremento de peso	28,2 kilogramos
Árboles requeridos/animal	10

**Equivalente a 672 g /día adicionales suplementando con forraje de matarratón

Uno de los principales objetivos de la utilización de las cercas vivas en nutrición de rumiantes es proporcionar nutrientes de buena calidad, disponibles en épocas de mínima precipitación, en donde el forraje base de la alimentación en pastoreo se encuentra en forma limitada, tanto en cantidad como en

calidad, pero además esta tecnología debe ser económicamente viable para los productores. Al observar la Tabla 8.5, se determina que el se obtienen ingresos superiores, lo cual se consigue con la planificación del establecimiento de las cercas vivas.

Tabla 8.5 Estructura de costos e ingresos con la utilización de cercas vivas de *G. sepium* para la alimentación animal. Valle de San Juan (T.)

Item	Unidad	Cantidad	Vr/U	Vr/T	Egresos	Ingresos
Corte del material (matarratón)	Jornal	0.20	10000	2000		
Suplementación animal (suministro)	Jornal	0.06	10000	600		
Manejo Animal	Jornal	0.10	10000	1000		
Insumos (melaza, sal, otros)				3300		
Incremento de peso / 42 días*	kg.	28.2	1630	45966	45966	
Total Egresos					6900	
Total ingresos						\$ 39.066
Total Ingresos (Levante 300 días)						\$279.042

**Equivalente a 672 g /día adicionales suplementando con forraje de matarratón

Conclusiones

- Utilizando la practica de estimulación de la producción de forraje, por medio de podas estratégicas en condiciones agro climáticas del municipio del Valle de San Juan, se pueden obtener 260 kg/MS/año por cada 100 metros de cerca viva de matarratón.
- Después de 120 días de la poda de los árboles de matarratón, se logra un incremento promedio del 295% en la emisión de rebrotes y un aumento del 60% en la producción de hojas, presentándose mayor disponibilidad de forraje aprovechable para alimentación animal.
- El forraje recolectado después de la poda presenta mejores indicadores de calidad nutricional, al pasar de 51,19% al 58,0% en digestibilidad "in situ" de la MS. Lo que incide

Bibliografía

CATIE. 1991. Madreado, especial de árbol de uso múltiple en América Central. Guía Silvicultural. Informe técnico No. 180. Turrialba, Costa Rica. 79

CORPOICA. 1999. Cadena Agroindustrial de Lácteos del Departamento del Tolima. Documento de trabajo. Ibagué. 137

CORPOICA. 1996. Plan Nacional de Modernización Tecnológica de la Ganadería Colombiana. Documento de trabajo. Santafé de Bogotá D.C.

Chamorro V, D.R., Gallo B, J.E.M., Arcos D, J.C., Vanegas R, M.A. 1988. Gramíneas y leguminosas, consideraciones agrozootécnicas para ganaderías del trópico bajo. CORPOICA, Ibagué.

Chamorro V, D.R., Hernández J. D., Acero J. (2002) Influencia de la dieta seleccionada en arreglos silvopastoriles sobre la dinámica ruminal y su efecto en producción de leche en vacas en sistemas doble propósito en el Valle del Sinú Córdoba. Tesis Zootecnia UNISALLE.

García, R. 1986. Banco de proteína. In: Anais do congresso Brasileiro de pastagens 86. Piracicaba. Editado por Aristeu Mendes, José Carlos De Moura e Vidal Pedroso. FEALQ. p. 79-99.

directamente en la respuesta animal.

- Al utilizar el forraje de matarratón como suplemento alimenticio en bovinos de levante se logran mayores incrementos de peso, al pasar de 10,6 kg/animal de aumento en el grupo control a 38,8 kg/animal con la suplementación con matarratón en un periodo de 42 días.

- El incremento de 28,2 kg de peso representa ingresos adicionales de \$45.966 por animal, si se suplementa en un 30% el consumo voluntario con forraje de matarratón.

- Con la aplicación de este sistema silvopastoril en la región del municipio del Valle de San Juan que produce anualmente 1450 bovinos de levante, se pueden obtener ingresos adicionales del orden de 363,1 a 404,6 millones de pesos anuales

Gómez, M.E., Murgueito E., Molina Ch., Molina E.J. y Molina J.P. 1995. Matarratón (*Gliricidia sepium*). En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV. Colombia. p.13.

Hernández I., Pino E., Hernández R, y Simón L. 1994. Estudio preliminar sobre el uso de cercas vivas en las fincas campesinas. Resúmenes. Taller Internacional "Sistemas silvopastoriles en la Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p.47.

Isidor M. 1996. Observaciones y experiencias en el comportamiento productivo de ganado de leche y/o carne consumiendo leguminosas. En: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. (Ed.T Clavero). La Universidad del Zulia, Venezuela. 67

Novo R. 1993. Microbiología y química de suelos. Bogotá, mimeografiado. Pontificia Universidad Javeriana. p.21-42.

Pérez E., Ku V. J.L., Ramírez A., Sosa R. y Saucedo H. 2000. Suplementación con *G. sepium* su efecto sobre el consumo voluntario de alimento de bovinos en pastoreo en Chiapas, México. En IV taller Internacional silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería tropical. EEPF "Indio Hatuey" Matanzas Cuba. Tomo 2. p.344-347

APORTES NUTRICIONALES EN LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES

Diego R. Chamorro, V
Juan D. Hernández D.
Jazmyn Acero A..

En el Caribe Colombiano la época de sequía ocasiona una disminución drástica en la disponibilidad y calidad de la oferta forrajera, factores que inciden directamente en bajos consumos voluntarios de materia seca (MS) repercutiendo en la respuesta animal, que conlleva a que las empresas ganaderas tradicionales de esta región estén limitadas en su productividad, por lo tanto es importante rediseñar estos sistemas de producción bovina.

Se ha demostrado que el silvopastoreo es una alternativa sostenible y productiva para los sistemas de producción bovina en el Tropicó bajo, la incorporación de arbóreas forrajeras mejora la respuesta animal principalmente en la época de mínima precipitación, al aumentar la disponibilidad y calidad de la oferta, incrementar el consumo voluntario y estimular la eficiencia en la utilización de nutrientes.

El consumo de leguminosas en praderas asociadas depende de muchos factores, pero principalmente de la precipitación, la disponibilidad total MS, la arquitectura de la pradera y la proporción de los componentes gramínea-leguminosa. Los mayores

porcentajes de leguminosa en la dieta se presentan durante la época de sequía 36.11%, con relación a la época de máxima precipitación 18.21% (Chamorro D. 1999).

En la mayoría de las fincas ganaderas del trópico bajo la disponibilidad de leguminosas nativas herbáceas, arbustivas y arbóreas es alta, estas ayudan directamente al mejoramiento de la producción y calidad nutritiva de la gramínea asociada, principalmente en sus niveles de proteína y minerales (Chamorro D. 1998). No obstante, los ganaderos optan por tener pasturas limpias ya que en la mayoría de los casos existe un desconocimiento de las leguminosas herbáceas forrajeras.

Las leguminosas arbóreas en los sistemas silvopastoriles ocupan un papel fundamental en la relación suelo-planta-animal, mejorando la fertilidad del suelo, además reciclan los nutrientes a los componentes de la pradera asociada.

La oferta de forraje y / o frutos de las árboles tiene alto valor proteico y energético permitiendo un mejor balance de los ácidos grasos volátiles glucogénicos/cetogénicos. La fracción proteica de las arbóreas presentan

baja o media degradabilidad ruminal, lo cual incrementa el flujo de proteína al intestino delgado y mejora el balance proteína energía en los nutrientes absorbidos. Igualmente, con el aporte de micro nutrientes y metabolitos secundarios incrementan la fase logarítmica poblacional y la actividad enzimática de bacterias y hongos ruminales estrechamente relacionado con un aumento en la degradabilidad de los carbohidratos estructurales de la dieta seleccionada. (Beltrán J. C 1993, Cortes J. E 1997, Navas y col 1992, Díaz A y col 1993).

La reinclusión o conservación de arbóreas y arbustivas, en diferentes tipos de arreglos (cercas vivas, bancos de proteína, distribuidas en potreros, franjas o corredores vivos, entre otros), mejoran los índices de productividad asociados a producción y calidad de forraje consumido principalmente en verano. (Pezo D, Ibrahim M, 1998).

Materiales y Métodos

Ubicación. Esta investigación se realizó en el Centro de investigación "Turipaná", de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica, localizado en el departamento de Córdoba municipio de Cereté, a 18 msnm, temperatura promedio de 28°C, humedad relativa de 95%, precipitación promedio 1200 mm/año.

Tratamientos

Tratamiento 1 (Control):

Dichanthium aristatum + leguminosas herbáceas nativas

Tratamiento 2: (Sistema silvopastoril de Ramoneo-SSPR)

1(control) + *Gliricidia sepium* + *Leucaena leucocephala* + *Crescentia cujete* sembradas a 4x4 m.

Tratamiento 3: (Sistema silvopastoril de Sombra-SSPS)

T1 (control) + *Guazuma ulmifolia* + *Albizia saman* + *Cassia grandis*, sembradas a 8x8 m.

Los tratamientos se evaluaron en tres periodos experimentales. El periodo de ocupación de los animales por tratamiento fue de quince (15) días en la época de sequía.

Diseño Experimental

El diseño utilizado para el experimento fue un diseño de bloques completos aleatorizados, con sobrecambio simple. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS, mediante procedimientos de ANOVA, y pruebas de comparación de medias Duncan.

Producción Estacional de Materia Seca y Caracterización Química.

Se realizaron aforos de disponibilidad de forraje y composición botánica de las praderas, un día antes de entrar los animales a los tratamientos y el día de salida del tratamiento (residual), según la metodología de frecuencia (Phanor H. y col 1993) modificado por el C.I Turipaná de CORPOICA. Las muestras se secaron en un horno durante 48 horas a 60°C.

Se recolectaron 500 g de muestra por especie forrajera presentes en los tratamientos (herbáceas, arbustivas y arbóreas). Las muestras secas se molieron a 1 mm y se enviaron al Laboratorio de Nutrición de Corpoica Tibaitata donde se realizó el análisis de digestibilidad "in vitro" por el método de (Tilley y Terry 1963) y el fraccionamiento de proteína (Licitra y col 1996).

Caracterización Química de la Dieta Seleccionada.

Se utilizó la técnica de vaciado ruminal para recolectar y caracterizar químicamente la muestra de la dieta seleccionada, en novillas fistuladas ruminalmente el último día de ocupación en los tratamientos (día 15). (Chamorro, 1999) (Figura 9.1)

Figura 9.1 Vaciado ruminal
(Se retira todo el contenido del rumen para su evaluación)



Para cuantificar el contenido ruminal se pesaron las novillas, realizando el vaciado ruminal y se homogenizó y pesó el contenido ruminal recolectando una muestra (1kg). Posteriormente se pesó la novilla vacía, antes de regresar a pastorear durante una hora. Al final de la hora se le extraía el forraje consumido (dieta seleccionada). Por último, se reintegró el contenido ruminal recolectado en las novillas. Las muestras del vaciado ruminal y la dieta seleccionada se secaron a 60 °C durante 48 horas, y la muestra de la dieta seleccionada se molió a 1 mm.

La caracterización química de los materiales se realizó en el laboratorio de Nutrición animal de Corpoica Tibaitata, utilizando una combinación de dos métodos, el desarrollado por Hennerberg y Stohman (1864), los porcentajes de MS, proteína cruda ($n \times 6.25$). (AOAC, 1984). para la cuantificación de la pared celular y contenidos celulares se utilizó el método propuesto por Van Soest et al. (1991) determinando fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA), utilizando la técnica de ANKOM (1997) El porcentaje de lignina por el método descrito por Van Soest y Wine (1968); Los taninos condensados (técnica de Vainillina (Price, 1978) y la digestibilidad *in vitro* de MS (Tilley y Terry 1963).

Consumo Voluntario y Tiempo de Pastoreo

El comportamiento de los animales en pastoreo se monitorea durante tres días consecutivos, en un periodo de 12 horas, registrando por minuto las actividades de consumo de forraje, agua, rumia y su desplazamiento.

Con la información obtenida, (tiempo de consumo voluntario diario; peso de vivo de los animales; peso y materia seca de la dieta seleccionada) se calculó el consumo voluntario (kg de MS/100kg de PV) aplicando la fórmula:

$$CV = \frac{(TP/h) \times (PSDS/H)}{(PVA)} \times 100$$

(TP/h): Tiempo de pastoreo diario medido en horas.

(PSDS/H): Peso seco de la dieta seleccionada en una hora de pastoreo.

(PVA): Peso vivo del animal en Kg

Cinética Digestiva

Se recolectaron tres muestras/animal de fluido ruminal (10 ml) en tubos con 0.5 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) durante tres días consecutivos en cada periodo de ocupación se realizaron lecturas del pH y Temperatura directamente en el saco ventral del rumen mediante un equipo manual (Jenway 3071). Las muestras de licor ruminal se congelaron para la determinación del nivel de nitrógeno amoniacal con electrodo (Mettler Toledo a 120/S7).

Poblaciones Microbiales Ruminales

Bacterias Totales y Celulolíticas. Antes del pastoreo de los animales se recolectaron vía cánula ruminal muestras de fluido utilizando una sonda plástica de 2cm de diámetro conectada a una de las salidas de un contenedor (500ml) previamente esterilizado y gasificado con dióxido de carbono. El fluido es succionado con una bomba manual conectada en la otra salida del contenedor y llevado a refrigeración. (Figura 9.2).



Figura 9.2 Recolección del licor ruminal.

Posteriormente, bajo constante gasificación y en ambiente estéril, la muestra se filtro, licuó y centrifugo por 15 segundos a 700 rpm. Finalmente, por medio de la técnica de Roll-tube (Hungate, 1966) se sembraron las muestras en diluciones 10^{-1} hasta 10^{-7} por

triplicado, en un medio de cultivo anaerobio con celobiosa como fuente de carbono y llevaron a incubación durante 72 horas a 39C. (Leedle y col. y Cecava y col., 1990).

Protozoarios ciliados. Antes del pastoreo de los animales, se recolectó las muestras de fluido ruminal, la muestra fue fijada con una solución formal-salina (1:9). El conteo se realizó con una cámara de Neubauer (Dehority, 1984) y su concentración expresada como células por ml de líquido ruminal. La población fue clasificada al nivel de Orden (Dehority, 1980) entre Isotrichidae (Holotrichas), Entodiniomorphida (Entodiniomorfos) y dasytrichidae (Figura 9.3)



Figura 9.3 Identificación y recuento de protozoarios

Indicadores Nutricionales y Producción Animal

Nitrógeno ureico en leche (MUN). Se recolectaron muestras de leche los días 5, 10 y 15 a las diez vacas experimentales, luego se separo el suero con la disolución de una pastilla de cuajo en 25 ml de agua destilada; de esta solución se adicionaron 0.25 ml a 50 ml de leche, se recolectaron muestras de 10 cm³ de suero que se congelaron y se analizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del C.I Tibaitata con el kit SERA-PAK Urea de BAYER, 1996.

Producción de leche. Durante los últimos ocho días de ocupación en los tratamientos experimentales, se llevaron registros diarios de producción de leche (l/vaca/día); a las 10 vacas experimentales.

Incremento de peso vivo. Las vacas como de las crías, fueron pesadas al inicio y final de cada periodo de ocupación (día 1 y día 15).

Universo y Muestra

Animales.. Se conformaron dos grupos con los animales experimentales:

Grupo 1 de cinco vacas cruzadas F1 de las razas HxC, PsxC y SxC en producción de leche entre el 2do y 5to parto y tres novillas fistuladas ruminalmente.

Grupo 2. conformado por cinco vacas del mismo tipo racial, fase de lactancia y número de partos y dos novillas fistuladas ruminalmente las cuales estaban en pastoreo rotacional con las vacas en los tratamientos.

Resultados y Discusión

Composición Química de la Oferta. No se reportaron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo se observó una baja disponibilidad en materia seca en el SSPR con respecto a los otros tratamientos, probablemente se atribuye al elevado porcentaje de malezas encontrados en los aforos realizados en este tratamiento (24.12%) comparándolo con el T1 (20.7%) y el SSPS (16.7%).

El porcentaje de Fibra Detergente Neutra (FDN) y el porcentaje de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), fue significativamente mayor en el SSPR, no encontrándose diferencias significativas, para los demás compuestos químicos (tabla 9.1).

Tabla 9.1 Composición química de la oferta de forraje

Tratamiento	PC %	FDN%	FDA%	CEL%	LIG%	DIVMS%
Pradera	10.51 ^a	55.22 ^c	33.68 ^b	25.20 ^a	9.69 ^a	45.59 ^a
SSPR	12.14 ^a	58.98 ^b	36.58 ^a	26.11 ^a	12.49 ^b	49.40 ^b
SSPS	12.93 ^a	56.77 ^{ab}	36.40 ^a	27.18 ^a	7.33 ^a	41.67 ^a

^a Promedios en una misma columna seguido de letras iguales no difieren en forma significativa (P<0.05).

En el SSP Ramoneo *Totumo* presenta elevados porcentajes de FDN y FDA (58.9 - 37.2%), baja DIVMS (40.3%), bajo porcentaje de PC (13.6%) y a su vez el mayor fracción "c" de proteína (53.5%) comparado con Leucaena y Matarratón, Tablas 9.2 y 9.3.

Los niveles de taninos condensados en las especies arbóreas son bajos (<3%), lo que posibilita que éstos sobreprotejan la proteína impidiendo su degradación ruminal.

Los valores en la composición química de las arbóreas son similares a los reportados por Sands M 1983, Rodríguez Z. Y col 1987,

Vargas H. y Elvira P. 1987, Roncallo B y col 1997, investigación, excepto por la DIVMS del totumo.

En el fraccionamiento de la proteína de las arbóreas se observan diferencias entre especies, *Totumo* presenta los menores valores en las fracciones b2 (23.7%) y b3 (3%), pero el mayor valor para la fracción c (53.5%) indicando la baja digestibilidad y disponibilidad de la proteína; en contraste, con el fraccionamiento de Matarratón y Leucaena, características que inciden en el consumo observado y la calidad nutricional de las especies.

Tabla 9.2 Composición química de las arbóreas forrajeras

ESPECIES	DIVMS %	FDN %	FDA %	LIG %	CEL %	TC %
<i>Leucaena</i>	53.23	44.58	21.95	9.82	17.12	2.61
<i>Matarratón</i>	51.98	39.96	18.11	5.23	14.99	1.93
<i>Totumo</i>	40.30	58.94	37.21	8.81	29.54	1.17

Tabla 9.3 Fraccionamiento de la proteína en leguminosas forrajeras

ESPECIE	PC %	a + b1 %	b2 %	b3 %	C %
<i>Leucaena</i>	22.31	17.94	42.99	10.96	28.11
<i>Matarratón</i>	18.53	29.04	34.85	5.59	30.52
<i>Totumo</i>	13.60	13.80	29.70	3.00	53.50

Es así como el *Matarratón* presenta una proteína digestible del 69.48% y esta conformada por las fracciones solubles y degradables (a + b1=29.04%; b2=34.85%), con niveles del 5.59% de proteína sobrepasante, mejor comportamiento presenta *Leucaena* donde la fracción soluble (a + b1) corresponde al 21.95%, la fracción lentamente degradable (b2) es del 47.66%, por lo tanto el 71.89% de proteína es digestible, con un nivel del 12.18% de proteína de sobrepaso (b3)

Los resultados de fraccionamiento reportados en esta investigación son

similares a los reportes de Razz R. y col 1999, quienes con dos ecotipos de *Leucaena* reportaron un bajo porcentaje de nitrógeno ligado al FDA.

Consumo Voluntario y Tiempo de Pastoreo de Animales

El SSPR presentó los mayores consumos, superando entre el 14 al 25 % al T1 y SSPS respectivamente, Adicionalmente el tiempo de pastoreo fue menor con rangos de 8 a 12% con respecto al T1 y SSPS (tabla 9.4).

Tabla 9.4 Consumo Voluntario vs. Tiempo de pastoreo

Tratamientos	CONSUMO VOLUNTARIO (kg/MS/100 kg PV)	TIEMPO DE PASTOREO (h)
T1 Pradera	2.39	3.80
SSPR	2.73	3.50
SSPS **	2.19	3.98

En la figura 9.4 se observa que dependiendo de los tratamientos a mayor tiempo de pastoreo, existe una disminución en la

cantidad de MS consumida por los animales experimentales.

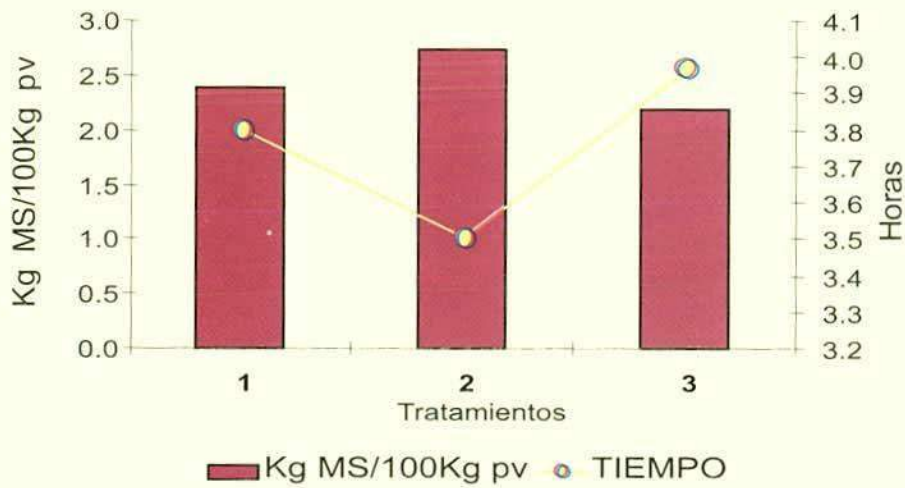


Figura 9.4 Consumo de materia seca (kg MS/ 100 kg PV) con relación al tiempo de pastoreo en tres diferentes sistemas de alimentación

De acuerdo a estos resultados existe una relación entre la calidad de la oferta, el tiempo de pastoreo y el consumo voluntario de MS.

En esta investigación no existe una relación positiva entre la sombra y el consumo, en contraste con los reportes de Pezo D e Ibrahim M 1998, Cajas Y. y Sinclair F. 1999, Bolívar D. y col. 1999, quienes reportan entre uno de los beneficios de la sombra el aumento del consumo.

El mayor consumo voluntario que presentó el SSPR (Figura 9.5), sugiere que el consumo

esta más estrechamente relacionado con la calidad nutricional de la biomasa en oferta que con el efecto sombra y es así como el SSPR presentó los mayores valores en proteína y DIVMS, y los menores porcentajes de FDN en la dieta seleccionada, esto está de acuerdo con lo planteado por Nandra K. S et al 1995, quienes afirman que el FDN está altamente relacionado con el consumo voluntario. Al igual que Birell H. A 1989 y Ndikumana J. And Leeuw P. 1993, quienes reportan una estrecha relación entre el tiempo de pastoreo y la pared celular y la proteína.



Figura 9.5 Bovinos experimentales en el SSPR en el cual se observó un mayor consumo voluntario.

Hess. D y col 1994, Mahecha L. y col 2000, Chamorro D. 2000 usando diferentes metodologías a la evaluada en este trabajo, reportaron aumentos del consumo al introducir leguminosas en las praderas, muy similar a lo encontrado en este estudio.

Composición Química De La Dieta Seleccionada

En la dieta seleccionada, se presentaron variaciones significativas entre tratamientos en los niveles de PC DIVMS, lignina, taninos y Ca (tabla 9.5).

Tabla 9.5 Composición química de la dieta seleccionada.

NUTRIENTE (%)	TRATAMIENTOS		
	T1 Pradera	SSPR Ramoneo	SSPS Sombra
FDN	71.63 [*]	70.75 [*]	73.59 [*]
FDA	46.02 [*]	47.54 [*]	46.98 [*]
H.CELULOSA	25.61	23.21	26.61
LIGNINA.	12.03 [*]	17.97 [*]	15.38 [*]
CELULOSA.	27.77 [*]	27.08 [*]	28.37 [*]
Na	0.84 [*]	0.89 [*]	0.69 [*]
P	0.29 [*]	0.38 [*]	0.31 [*]
Ca	0.63 [*]	0.86 [*]	0.65 [*]
DIVMS	36.44 [*]	39.56 [*]	32.66 [*]
TC	0.76 [*]	0.77 [*]	0.63 [*]

^{*} Promedios en una misma columna seguido de letras iguales no difieren en forma significativa (P < 0.05).

El valor nutritivo de la dieta seleccionada fue superior en el SSPR efecto relacionado con la oportunidad de seleccionar y consumir leguminosas arbóreas incrementando la disponibilidad de nutrientes en la dieta principalmente de proteína y minerales además de mejorar la digestibilidad.

El bajo porcentaje de DIVMS del SSPS, se atribuye a su mayor porcentaje de FDN, lignina y celulosa comparado con el T1 y SSPR.

En general, la dieta seleccionada presenta bajos niveles de DIVMS, asociado con altos contenidos de FDN efecto producido por la

época (sequía) y el estado de madurez de las plantas. Además, de los anteriores efectos, Hoover 1986, Valerio 1994, Chamorro 1998, Florez y col 1999, mencionan que la digestión se afecta por la presencia de metabolitos secundarios como los taninos.

Efecto de los Arreglos Silvopastoriles Sobre El Tamaño de Poblaciones Microbiales Ruminales

Bacterias Totales. Las poblaciones de bacterias totales más bajas se reportaron en SSPR y SSPS (tabla 9.6)

Tabla 9.6 Población De Bacterias Totales Ruminales (UFC/ml de fluido ruminal)

TRATAMIENTOS	UFC x 10 ⁷ /ml
Pradera	4.48 [*]
SSPR *	4.15 [*]
SSPS **	3.89 [*]

^{**} Promedios seguido de letras iguales no difieren en forma significativa (P < 0.05).

Bacterias Celulolíticas. Las poblaciones de bacterias celulolíticas fueron significativamente más bajas en el SSPS con respecto al T1 (tabla 9.7).

Tabla 9.7 Población de bacterias celulolíticas ruminales (UFC/ml de fluido ruminal)

TRATAMIENTOS	UFC* 10 ⁷ /ml
Pradera	4.11 [*]
SSPR *	3.64 ^{**}
SSPS **	3.13 [*]

^{**} Letras diferentes presentan significancia (P < 0.05).

El crecimiento microbiano esta afectado por muchos factores y uno de los más importantes son los requerimientos nutricionales de carbohidratos, amonio, peptidos, aminoácidos, y ácidos grasos volátiles Sniffen et al 1993, citado por Valtadares y col.1997. En este estudio los recuentos en (SSPS) y (SSPR), tanto la población de bacterias totales como celulolíticas fueron menores que T1.

Posiblemente, estos resultados estén estrechamente relacionados con la presencia de metabolitos secundarios como saponinas que además de defaunar eliminan gran parte de la población de bacterias Gram positiva, a la cual pertenecen géneros importantes de bacterias celulolíticas (Wang Y y col 2000).

Protozoarios. La población de *Isotrichas* fue más alta en el SSPS y menor para el SSPR, no encontrándose diferencias significativas en la población de *Dasytrichas* y *Entodinium*, sin embargo, existe una reducción en la población de estos últimos para el SSPR (tabla 9. 8).

Tabla 9.8 Población de Protozoarios (Cel*10³ ml)

Tratamientos	<i>Isotrichas</i>	<i>Dasytrichas</i>	<i>Entodinium</i>
Pradera	0.29 ^a	1.79 ^a	7.69 ^a
SSPR	0.25 ^a	1.48 ^a	5.95 ^a
SSPS **	0.50 ^a	1.55 ^a	7.74 ^a

** Promedios en una misma columna seguido de letras diferentes difieren en forma significativa (P<0.05).

Respuesta posiblemente asociada al consumo de arbóreas que contienen metabolitos secundarios confirmado por trabajos realizados *in Vitro* con Mataratón (Galindo J. y col 2000) quienes reportan que a mayor porcentaje de inclusión menor es la población de protozoarios y mayor la población de bacterias celulolíticas. La población de protozoarios se ve afectada por diferentes factores, entre ellos los niveles de saponinas y de taninos flavonoides, tritepenos y esteroides en la dieta (Chongo et al 1998 citado por Galindo J. y col 2000, Pezo D. 1993, Wu Z. 1994, Cortes y Gutiérrez 1997, Díaz T 1993 y Navas et al 1992).

Efecto de los Sistemas Silvopastoriles Sobre la Cinética Ruminal

Nitrógeno amoniacal. El SSPR presentó los mayores valores de nitrógeno amoniacal (Tabla 9. 9)

Tabla 9.9 Cinética ruminal de bovinos en pastoreo en el Caribe Colombiano

Tratamientos	Nh ₃ -N mg/l	°C	pH
Pradera	24.71 ^a	38.28 ^a	6.84 ^a
SSPR *	31.55 ^a	38.31 ^a	6.99 ^a
SSPS **	26.80 ^a	38.52 ^a	6.82 ^a

** Promedios en una misma columna seguido de letras iguales no difieren en forma significativa (P<0.05).

Las mayor concentraciones de amonio se relacionan con valores de proteína cruda en la dieta seleccionada, las concentraciones de nitrógeno amoniacal, se encuentran en valores más bajos a los citados por Woodward A 1997. (10.3 32.00 mg/dl), Wu Z et al. 1994 (33.2-34.5 mg/dl) Hess D. y col 1999 (32.6-134.3 mg/L en gramíneas solas y asociadas respectivamente), y no satisfacen los niveles para la digestión y síntesis de la proteína microbiana 50 mg/L, Roffler y Satter 1974 citado por Valtadares R.F 1997 ni para optimizar el consumo de dietas altas en fibra y bajas en proteína y maximizar la tasa de fermentación, 200 mg/L Leng 1990 y 20 a 22 mg/dl Mehrez et al 1977 citado por la Valtadares R.F 1997.

Es posible que los bajos niveles de amonio encontrados en este estudio se deban a una deficiencia en la relación energía-proteína, mayor eficiencia microbiana y al alto porcentaje de proteína degradable lentamente, sobrepasante y ligada a pared celular.

Temperatura y pH. Para este estudio, el pH y la temperatura oscilaron entre 6.19 a 7.34, y 38.28 a 38.52°C entre los diferentes tratamientos, valores normales para procesos de fermentación ruminal y coinciden con los reportes de (Valtadares R. F. et al 1997, Queiroz A. C et al. 1998, Russell and Wilson 1996).

Concentración de Nitrógeno Ureico en Leche (MUN)

La concentración de nitrógeno ureico en leche (MUN) fue superior para el SSPR (Tabla 9.10)

Tabla 9.10 Concentración De MUN (mg/dl) de vacas en pastoreo.

TRATAMIENTOS	mg/dl
Pradera	26.62*
SSPR*	32.24*
SSPS**	22.46*

** Promedios seguido de letras diferentes difieren en forma significativa (P<0.01)

Respuesta relacionada estrechamente con el ramoneo de *Leucaena* y *Matarratón* que aportan fracciones de proteína lentamente degradable (b2) y proteína sobrepasante (b3) y correlacionado con la mayor calidad de la dieta seleccionada. Sin embargo, estos valores están muy por encima de lo reportado en la literatura 10 a 19 mg/dl (Hammond A. C 1998, Jonker J. S et al 1998, 1999, Hess D. 1999, Sánchez, M y Chamorro D.2000) posiblemente relacionado a un desbalance en la relación energía - proteína.

Producción de Leche (l/día)

Aunque no existen diferencias significativas para la producción de leche, esta fue mayor en el SSP Ramoneo (4.65 l/vaca/día) efecto asociado a la mejor composición química de la oferta forrajera (12.14% PC, 58.98% FDN, 36.58% FDA y 49.40% de DIVMS) y la dieta seleccionada (9.96% PC, 0.86% Ca, 0.38 P). En el SSPR, las arbóreas leguminosas presentan un buen balance de las fracciones nitrogenadas de la proteína cruda, *Matarratón* presento una proteína digestible del 69.48% y una proteína de paso del 5.59%., *Leucaena* presenta una proteína digestible del 71.89% con una proteína de sobrepaso del 12.18%

Tabla 9.11 Producción de leche en tres sistemas de alimentación

TRATAMIENTOS	l/vaca/día
Control	4.60*
SSPR*	4.65*
SSPS**	4.18*

** Promedios seguido de letras iguales no difieren en forma significativa (P< 0.05).

Los resultados contrastan con lo citado por la literatura. Milera M y col 1994 ; Camero R. 1994 y 1995 mediante la utilización de arbóreas con altos contenido proteicos (*Matarratón*, *E. poeppigiana*), encontró aumentos superiores a los reportados en este estudio, aunque no menciona la época, en la costa Caribe de Colombia un trabajo realizado por Roncallo y col 1999, evaluando la inclusión de *leucaena* en la pastura, reporta producciones de leche de 6.1 l/día en comparación al testigo 4.1 l/día para la época seca por lo tanto, los resultados posiblemente están relacionados a un desbalance energía-proteína, correlacionado con los niveles altos de MUN.

Teniendo en cuenta que la producción de leche es una respuesta de la calidad de la dieta y del consumo voluntario se puede relacionar la mayor producción observada en SSPR, de igual forma, el SSPS presentó el menor consumo y la menor producción de leche. Al respecto Chamorro, D 1999, reporta que la producción animal esta explicada en un 84% por el consumo voluntario y este se encuentra en estrecha relación con la digestibilidad y el nivel de proteína cruda.

Conclusiones y Recomendaciones

Los SSP de Ramoneo aumentan la calidad nutritiva de la oferta, mejoran la composición química de la dieta seleccionada e incrementan el consumo. Para este estudio el mejor modelo fue la combinación de *Matarratón* + *Leucaena* + Totumo + *D. aristatum* + leguminosas herbáceas.

El consumo voluntario en el sistema de ramoneo SSPR (Figura 9.6) fue superior que en el sistema de pradera de *D. aristatum* en un

14.22% (2.73 vs. 2.39 kg de MS/100kg de PV), adicionalmente el tiempo de pastoreo fue menor en un 8% (3.50 vs 3.80 horas).

Figura 9.6 Nótese que en la época de sequía los árboles son una excelente fuente de forraje en los SSPR.



En la dieta seleccionada, se reportaron variaciones significativas principalmente en proteína (9.69 vs 7.15%) donde el SSP de Ramoneo presento fortalezas con un incremento del 35%, lo cual refleja el verdadero consumo de las leguminosas arbóreas

Las poblaciones de bacterias celulolíticas fueron ($P < 0.01$) más bajas en el SSP Sombra (3.13 UFC* 10 /ml con respecto al T1 y el SSP Ramoneo (4.11 y 3.64 UFC* 10 ml) respectivamente.

El mejor comportamiento zootécnico en el SSP Ramoneo esta relacionado con el aporte de proteína de las dos leguminosas arbóreas (Matarratón y Leucaena) las cuales presentan proteína digestible del 69.48% al 71.89% principalmente conformadas por fracciones entre 34.85% y 47.66% y por una proteína sobrepasante del 5.59% al 12.18%.

La producción de leche no se vio afectada estadísticamente por los tratamientos, aunque se observa un incremento en la producción en el SSP Ramoneo (4.65 l/vaca/día), posiblemente debido a un desbalance energético proteico, ya que este tratamiento

presento los mayores niveles de MUN con relación al testigo y al tratamiento de sombra (32.24 vs ;26.62 y 22.46 mg/dl).

Las poblaciones microbiales presentaron variaciones entre tratamientos, por lo que se sugiere realizar investigaciones futuras en la dinámica de estas poblaciones para condiciones de trópico bajo en la costa Caribe.

En sistemas SSP de ramoneo se debe suplementar con carbohidratos lentamente degradables especialmente en épocas de verano, para mejorar el balance energía /proteína y la eficiencia de utilización de nutrientes.

Es necesario realizar trabajos con respecto a las concentraciones de amonio ruminal y MUN en las condiciones de trópico bajo para afianzar los datos reportados en esta investigación.

Se recomienda hacer estudios preliminares sobre el comportamiento de las poblaciones de hongos, ya que en este experimento no se fue posible cuantificarlos y conocer su dinámica de crecimiento y su actividad enzimática en condiciones de pastoreo en SSP.

Bibliografía

- ANKON. 1997 Operator's manual. Fiber analyzer Filter Bag Technique for ADF, NDF, and Lignin.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. 1984 Official methods of analysis 14th Edition. AOAC. Washington, D.C
- BELRÁN JUAN CARLOS. 1992 Efecto de la suplementación con orejero (*Enterolobium Cyclocarpum*) sobre el funcionamiento ruminal, tesis Corporación Universitaria de ciencias Agropecuarias, facuLad de medicina veterinaria Pág. 151-247
- CAMERO REY ALBERTO 1994. Poro (*Erythrina poeppigiana*) y Madero negro (*Gliricidia sepium*) como suplementos proteicos en la producción de leche. Avances de investigación. Agroforestería de las Americas. enero-marzo Pág. 6-8.
- CECAVA M., J. MERCHEN, L.C. GAY YL. BERGER. 1990. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influence by dietary energy level, feeding frequency and isolation techniques. Journal of Dairy science, 73:2480-2488.
- CORTES JAVIER EDUARDO Y GUTIÉRREZ EDUARDO ALBERTO 1997. Efecto de la reducción de protozoarios ciliados sobre el funcionamiento ruminal de ovinos alimentados con tamo de trigo. Tesis, Universidad de la salle facuLad de zootecnia, Pág. 69-122.
- DEHORITY B. A. 1984. Evaluation of subsampling and fixation procedures for counting rumen protozoa. Applied and Environmental microbiology. 48:182-185.
- DEHORITY B. A. 1980. Classification and morphology of rumen protozoa. Ohio agricuLural research and development center.
- DIAZ A, AVENDANO M AND ESCOBAR A 1993. Evaluation of *Sapindus saponaria* as a defaunating agent and its effects on different ruminal digestion parameters. Livestock Research for Rural Development, Vol 5, n°2, 4 pags.
- DÍAZ T E. 1993. Ruminal microbial colonization and digestions kinetics of corn Stover as affected by chemical treatment and nitrogen supplementation. Iowa state University Ames, Iowa. PhD Thesis. Pág. 17 21.
- CHAMORRO V DIEGO R. 1998. Sistemas de evaluación de especies forrajeras: conceptos y procedimientos técnicos. Gramíneas y leguminosas consideraciones agrozootécnicas para ganaderías del trópico bajo, CORPOICA Pág. 21-30.
- CHAMORRO V. DIEGO R 1999. Caracterización nutricional y productiva de asociaciones gramínea-leguminosa con novillas en pastoreo en el Alto Magdalena. Seminario Técnico " Tecnología para la producción de leche y carne en sistemas de producción bovina de los Valles Interandinos" CORPOICA.
- CHAMORRO V, DIEGO R.. (2000) Resultados de investigación en silvopastoreo dentro del plan de modernización tecnológica de la ganadería bovina Colombiana, En Memorias: I Curso intensivo de silvopastoreo Colombo-Cubano. (Ibagué, Bogotá y Valledupar) Agosto 26 al 2 Septiembre. 2000.
- FLÓRES HERNANDO Y COLABORADORES 1999. Prevención de enfermedad y muerte en terneros, Tecnología para la producción de leche y carne en sistemas de producción bovina de la región caribe, memorias 24 Pág.
- GALINDO JUANA, MARRERO YOANDRA, GONZÁLEZ NIURCA Y ALDAMA ANA IRMA. 2000. Efecto del *Matarratón* en la población protozoaria y organismos celulolíticos ruminales. Los árboles y Arbustos en la ganadería tropical FAO memorias IV taller internacional Silvopastoril tomo I. Pág. 111-113

UTILIZACIÓN ESTRATÉGICA DE FRUTOS DE ARBÓREAS EN LA ALIMENTACIÓN DE BOVINOS

Belisario Roncallo F.
Ernesto Torres V.
Miguel Sierra Á.

PRODUCCIÓN DE VACAS DE DOBLE PROPÓSITO SUPLEMENTADAS CON FRUTOS DE ALGARROBILLO (*Pithecellobium saman*) DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS

El presente trabajo se realizó en la finca Pensilvania, Valledupar (Cesar), con el propósito de determinar los efectos de la suplementación con frutos de algarrobbillo sobre la producción de vacas de doble propósito en época de lluvias. Treinta vacas paridas, homogéneas en sus características de producción, se distribuyeron en cinco grupos experimentales bajo un diseño de bloques al azar, con la siguiente suplementación: 15% de frutos molidos, 15% de frutos enteros, 30% de frutos molidos, 30% de frutos enteros y pastoreo tradicional, respectivamente.

La suplementación ofrecida se estimó con base en la capacidad de consumo de materia seca, la producción de leche se pesó tres veces por semana y su composición se analizó cada 15 días; los pesajes de los animales se realizaron cada 28 días durante el tiempo de la experimentación, al inicio y al final de la misma; el diagnóstico del estado reproductivo se efectuó a través de la palpación rectal, al comenzar y al terminar el experimento.

Las mayores producciones de leche, se consiguieron en vacas suplementadas con frutos molidos en niveles de 15 y 30% y los

incrementos variaron de 0.5 a 1.1 l/vaca/día, en relación con el grupo testigo. La suplementación con un 30% con frutos molidos se incrementó el contenido de sólidos totales (1.38%), grasa (1.01%) y proteína (0.59%), en comparación con el testigo. Las vacas que consumieron frutos molidos aumentaron de peso de 4.1 a 5.1%, con respecto a su peso inicial. En el grupo suplementado con 30% de frutos molidos, la preñez resultó superior (16.6%) frente a la de los otros grupos experimentales.

En la Costa Norte, las variaciones en el valor nutritivo de los forrajes es muy acentuada debido, en especial, a la estacionalidad de las lluvias: durante la sequía la calidad de las gramíneas se reduce en forma dramática y en época de lluvias su crecimiento es rápido, alcanzando en corto tiempo la senescencia.

Durante el tiempo de las lluvias, a pesar de que la oferta cuantitativa de biomasa es abundante, puede ocurrir una deficiencia de nutrientes en animales en pastoreo, en particular en ciertas etapas productivas de alta demanda de nutrientes (fase inicial y media de lactancia, fase final de gestación, crecimiento), siendo más acentuada la situación en bovinos con alto potencial de producción.

Por el alto costo de las materias primas tradicionales, empleadas para llenar los requerimientos nutricionales, es necesario utilizar como alimento suplementario fuentes proteicoenergéticas alternativas que viabilicen el retorno económico de la inversión, constituyéndose en una opción de bajo costo, amplia disponibilidad y fácil aplicación en fincas, el uso de frutos de plantas nativas, los cuales poseen gran potencialidad (Roncallo y col., 1996) y beneficios biológicos y económicos (Baquero y col., 1998).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la suplementación de vacas de doble propósito con el fruto del algarobillo (*Pithecellobium saman*), considerando niveles de oferta y formas de presentación y determinando su efecto sobre la producción en época de lluvias.

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en la finca Pensilvania, localizada en el municipio de Valledupar (El Cesar), a una altura de 160 m.s.n.m. La zona norte del departamento de El Cesar se cataloga como Bosque Seco Tropical, según la clasificación Holdridge, en la cual se manifiesta una humedad relativa de 70%, temperatura media anual de 30 °C y precipitación media anual de 1000 mm.

El estudio se inició en el mes de septiembre de 1997 y terminó en el de enero de 1998, comprendiendo una fase típica del período de lluvias (desde septiembre a mitad de diciembre) y otra representativa del verano (desde mitad de diciembre a enero), con una duración de 127 días, correspondientes a 112 días experimentales y 15 días de adaptación.

En el trabajo se utilizaron 30 vacas paridas de doble propósito, con historia reproductiva de dos y tres partos, homogéneas en sus características de producción de leche, etapa de lactancia y peso vivo, las cuales se distribuyeron, bajo un diseño de bloques al azar, en cinco grupos experimentales,

asignadas a los siguientes tratamientos: suplementación con 15% de frutos molidos, 15% de frutos enteros, 30% de frutos molidos, 30% de frutos enteros y pastoreo tradicional en condiciones típicas del productor (Testigo), estimándose la suplementación ofrecida con base en la capacidad de consumo de la materia seca.

Las vacas suplementadas disponían de corrales individuales provistos de comederos, donde se les suministraba el suplemento diariamente después del ordeño, en las cantidades y forma de presentación señaladas en los tratamientos, pesándose también a diario las cantidades ofrecidas y rechazadas (Figura 10.1).

Suplemento. Los frutos empleados en el experimento se cosecharon en la finca durante los meses de marzo y abril de 1997 y se molieron en un molino tipo martillo de 9 H.P. (marca Brigg & Tratten) en tres etapas secuenciales: trituración mediante el uso de una criba de 9 mm de diámetro, seguida de una exposición al sol durante 3 horas y molida con criba de 6 mm de diámetro. (Figura 10.2)

Potreros. Después de consumir el suplemento, los animales pastorearon en potreros ocupados por las vacas testigos y otras paridas del hato. Para este estudio se ocuparon cuatro potreros con un área aproximada de 20.4 ha cada uno y una extensión total de 81.5 hectáreas. Los animales se manejaron bajo un sistema de pastoreo rotacional con períodos de ocupación que variaron de 20 a 37 días, siendo la decisión y el criterio de rotación tomada por el administrador de la finca. Antes del ingreso de los animales a los potreros se evaluó la producción de forraje y su composición botánica y se tomó la muestra para determinar la materia seca y el análisis químico. La producción de forraje y la composición botánica se establecieron por medio de la metodología del CIAT (1982), al inicio y al final del pastoreo de cada potrero.

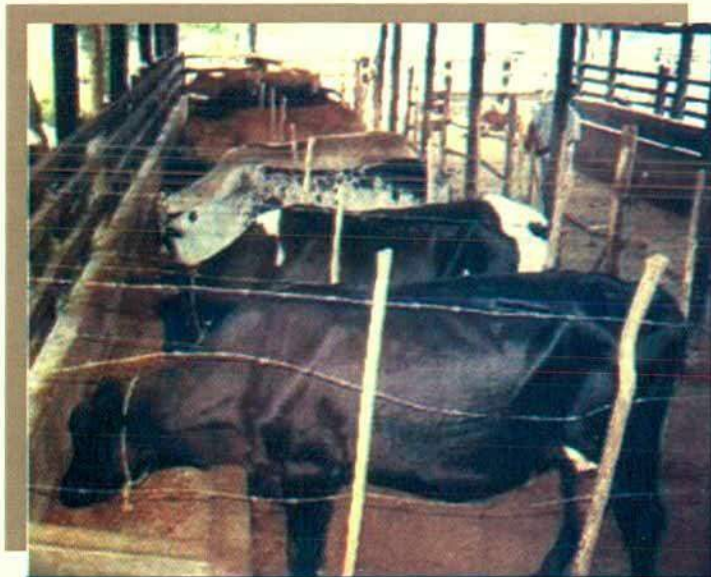


Figura 10.1 Las vacas experimentales en el momento de la suplementación.



Figura 10.2 Procesamiento de los frutos de *P. saman*

Producción. La producción de leche se pesó de manera individual tres veces por semana (lunes, miércoles y viernes) durante la fase experimental y su composición se analizó cada 15 días, tomando una muestra por cada grupo experimental.

Las vacas se pesaron en forma individual después del ordeño cada 28 días durante el tiempo de la experimentación, y al comienzo y al final de la misma, y el diagnóstico de su estado reproductivo se llevó a cabo por medio de la palpación rectal al empezar y al terminar la fase experimental.

Valor Nutritivo. El contenido de proteína cruda (P.C.) del forraje y del fruto se determinó por el método de Kjeldahl, A.O.A.C (1995), la fibra en detergente neutro (FDN) por el método modificado por Goering et al, (1970), la fibra en detergente acida (FDA) por el de Van Soest et al, (1991), la lignina por el de Van Soest y Wine (1968), la digestibilidad se analizó por el de Tilley y Terry (1963) y el análisis químico de suelos por los métodos descritos en el Manual No. 47 del Programa de Suelos del ICA (1989). Los resultados se sometieron a un análisis de varianza y las medias se compararon por el Test de Tukey a un nivel de 5% de probabilidad.

Resultados y Discusión

Caracterización del Suelo. La finca Pensilvania se caracteriza por estar ubicada en una zona de topografía plana, con suelos de textura franco-arcillo-limosa. Según los análisis químicos, estos suelos se clasifican como alcalinos y poseen bajos contenidos de

materia orgánica; para el cultivo de gramíneas, existen altos niveles de fósforo y calcio; el magnesio y el potasio se encuentran disponibles en términos bajos y medios, respectivamente. La mayor parte de los microelementos (Fe, Bo, Cu y Zn) se manifiestan en niveles elevados, siendo limitante el manganeso (Tabla 10.1).

Tabla 10.1 Análisis químico del suelo. Finca Pensilvania.

	pH	MO	P	Ca	Mg	K	Fe	Bo	Cu	Mn	Zn
Textura	%		(ppm)	(Milleq/100g)			ppm				
Franco Arcillo Limoso	7.6	1.40	203	14.0	1.6	0.25	86.0	0.20	2.1	1.8	5.9

Producción de Forraje y Capacidad de Carga. Durante la fase experimental, la precipitación pluvial total registrada en la finca Pensilvania fue de 214 mm (Figura 7.3); bajo este régimen de lluvias, en los potreros hubo una disponibilidad media de 2.42 t/ha de materia seca, recibiendo una capacidad de

carga media de 2.69 U.G.G/ha. La oferta de materia seca fue mayor al inicio del estudio (3.62 t/ha) y decayó poco a poco en los potreros subsiguientes, siendo sucesivamente de 2.26, 2.04 y 1.79, promedio similar al de la materia seca reportado por Barros (1998) en pasto guinea en la Región Caribe (Figura 10.4).

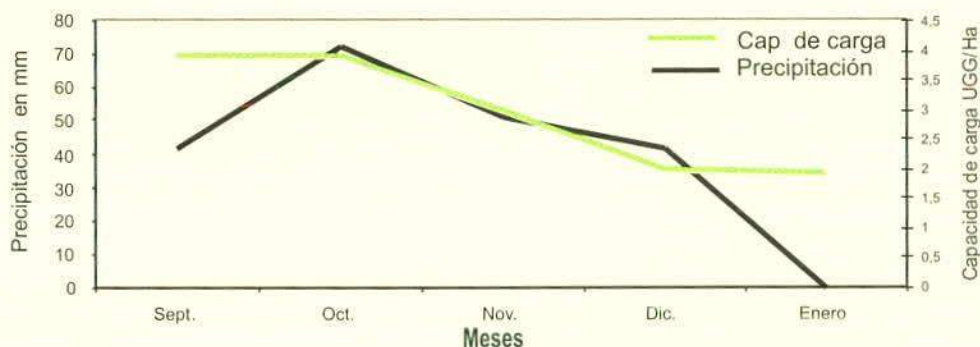


Figura 10.3 Capacidad de carga y precipitación. Finca Pensilvania

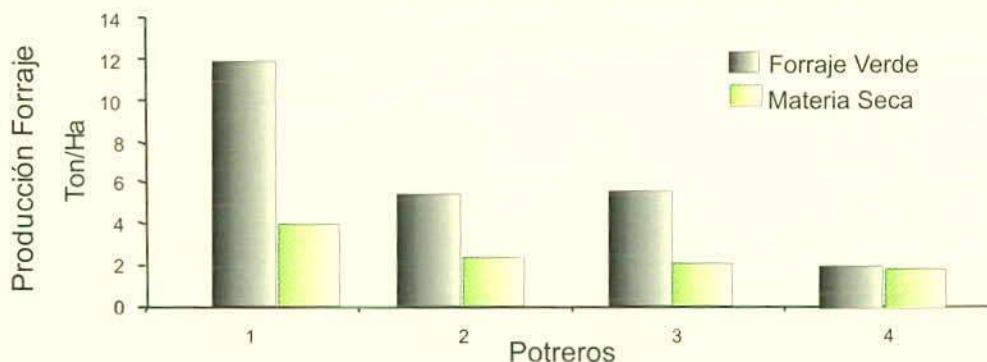


Figura 10.4 Producción de forraje verde y materia seca en los potreros experimentales. Finca Pensilvania.

Los potreros se ocuparon con un grupo de vacas paridas, incluidas las experimentales, y durante la rotación recibieron una capacidad de carga de 3.9, 3.0, 2.01 y 1.93 UGG/ha (Figura 10.3). Hay que resaltar que estas capacidades de cargas son comunes en las épocas de lluvias en la región en pasturas de guinea (*Panicum maximum*) y angleton (*Dichantium aristatum*).

Composición Botánica y Valor Nutritivo del Forraje. Al inicio del experimento la composición botánica de los

potreros fue la siguiente: 72.0% Colosuana o kikuyina (*Bothrichloa pertusa*), 16% angleton (*Dichantium aristatum*), 6.0% guinea (*Panicum maximum*), 2.5% leguminosas nativa y 3.0% malezas.

Los análisis del valor nutritivo de las gramíneas predominantes en los potreros y efectuados antes del pastoreo, revelan una reducción en sus contenidos de proteína cruda (de 9.5 a 2.6%), pérdida de la DIVMS (de 51.8 a 42.5) e incrementos en sus contenidos de lignina (de 3.4 a 7.4), lo cual está asociado al proceso de madurez de las gramíneas (Tabla 10.2).

Tabla 10.2 Valor Nutritivo del forraje en los diferentes potreros

No. Potreros	Especies	% PC	% DIVMS	% FDN	% FDA	% Lignina
1	Angleton	9.5	51.8	61.9	33.5	3.4
2	Kikuyina	5.2	42.5	40.9	33.9	6.0
3	Kikuyina	3.7	37.0	72.4	38.9	5.6
4	Kikuyina	2.6	42.5	67.2	36.1	7.4
	Frutos de algarrobillo	23.9	73.7	22.9	18.7	-

Valor Nutritivo del Fruto. En los frutos de algarrobillo existen altos niveles de proteína cruda (23.9%), bajos contenido de FDA (18.7%) y de FDN (22.9%) y alta DIVMS (73.7%), valores inferiores a los reportados por Esuoso-ko (1996), quién registra contenidos de 28.48% de proteína cruda.

Producción de Leche. Los resultados en el presente experimento revelan que la

producción de leche fue mayor en vacas suplementadas con frutos molidos, en niveles de 15 y 30%, en relación con la de las vacas no suplementadas. Las vacas suplementadas incrementaron su producción de leche con una variación de 0.5 a 1.1 l/vaca/día, en contraste con las del grupo testigo (Tabla 10.3). Entre los grupos suplementados no fue significativa la influencia de los niveles de la suplementación y de la forma de su presentación sobre la producción de leche.

Tabla 10.3 Promedio de producción de leche de vacas de doble propósito suplementadas con frutos de algarrobillo.

Tratamientos	Promedio de producción de leche (l/vaca/día)
Testigo	5.3 b
Suplementación con 30% entero	5.8 ab
Suplementación con 15% entero	5.9 ab
Suplementación con 15% molido	6.3 a
Suplementación con 30% molido	6.4 a

Columnas con la misma letra son similares estadísticamente a un nivel del 5% de probabilidad según el Test de Tukey.

Combelles *et al.* (1979), citado por Simáo y col., (1985) señalaron que, en la mayoría de los casos, el efecto de la suplementación en la pastura no es aditiva sino sustitutiva, pues, por lo general, se reduce la ingestión de forrajes a causa de la sustitución directa del pasto por el suplemento (Stobbs, 1976, citado por Simáo y col., 1985).

Esta respuesta en la producción de leche puede atribuirse al efecto aditivo de la suplementación sobre una alimentación básica de amplia disponibilidad y de moderado valor nutritivo, que suple, en gran medida, los requerimientos nutricionales de las vacas. A conclusiones diferentes llegaron Baquero y col. (1998) cuando suplementaron vacas de doble propósito con 6, 4,2 y 0 kg de frutos de algarrobbillo, en época de verano, siendo las producciones media reportadas de 5.61, 4.52, 4.31 y 3.41 l/vaca/día, en su orden.

Composición de la Leche. La leche de las vacas suplementadas con un 30% de frutos molidos de algarrobbillo mostró un aumento en los sólidos totales (1.38%), grasa (1.01%) y proteína (0.59%), en relación con el grupo testigo; este fenómeno puede explicarse por la mayor disponibilidad de proteína, carbohidratos y minerales liberados por la ruptura de la semilla.

Entretanto, con la suplementación del 30% de

frutos enteros los incrementos en los componentes sólidos totales (0.64%), grasa (0.56%) y proteína (0.32%), fueron de menor magnitud, lo cual se puede entender por el ingreso de nutrientes al rumen. Según Fonseca (1985), la adición de proteína en la dieta por encima de los niveles normales no aumenta la producción de leche, pero si un poco el contenido de proteína, y eleva, además, la fermentación ruminal, así como la producción de ácido acético, mejorando el suministro de metabolitos precursores, que son necesarios para la síntesis de la grasa en la leche (Christie, 1981).

Los contenidos de sólidos totales, grasa y proteína en la leche de vacas suplementadas con niveles de 15% de frutos de algarrobbillo entero o molido, fueron superiores a los del grupo Testigo (Tabla 10. 4). Sin embargo, si es menor la disponibilidad de nutrientes, la falta de acetato y aminoácidos no suprime la secreción de leche, pero si reduce el contenido de grasa y proteína de la misma (Fonseca, 1985).

El contenido de lactosa en la leche permaneció invariable en los diferentes tratamientos experimentales (Tabla 10.4); de acuerdo con Fonseca (1985), la lactosa es relativamente insensible a los cambios en las dietas de las vacas y la subnutrición es la única condición que altera el porcentaje de lactosa en la leche.

Tabla 10.4 Composición de la leche de vacas de doble propósito suplementadas con frutos de algarrobbillo (*Pithecellobium saman*).

Tratamientos	Sólidos Totales(%)	Grasa(%)	Proteína(%)	Lactosa(%)
Testigo	12.93	4.14	3.23	4.83
Suplementación con 30% entero	13.57	4.70	3.55	4.64
Suplementación con 15% entero	13.30	4.46	3.47	4.70
Suplementación con 15% molido	13.30	4.47	3.44	4.75
Suplementación con 30% molido	14.31	5.13	3.82	4.83

Ganancia de Peso y Desempeño Reproductivo. Las vacas no perdieron peso al final de la etapa experimental, la excelente condición corporal inicial, la buena oferta de

forraje y la etapa final de lactancia cuando terminó el experimento, dan razón de las ganancias de peso en todos los tratamientos, resultados que fueron contrarios a los

observados por Baquero y col (1998) durante la época de verano con vacas de doble propósito en lactancia, cuando se suplementaron con 2,4 y 6 kg de frutos/vaca/día, resultando pérdidas equivalentes al 8.6, 5.7 y 5.0% de su peso vivo, respectivamente. En este mismo trabajo, en las vacas testigos no suplementadas se registró una pérdida de peso de 11.1%, en las que consumieron los frutos molidos aumentos de peso que oscilaron entre 4.1 a 5.1%, en cuanto a su peso inicial, y en las que recibieron frutos enteros, de 1.9 y 1.2 % (Tabla 10.5).

Tabla 10.5 Ganancia de peso y porcentaje de preñez de vacas de doble propósito suplementadas con frutos de algarrobbillo en época de lluvias.

Tratamientos	Ganancia de Peso (%)	Preñez (%)
Testigo	2.0	66.7
Suplementación con 30% entero	1.9	66.7
Suplementación con 15% entero	1.2	50.0
Suplementación con 30% molido	5.1	83.3
Suplementación con 15% molido	4.1	66.7

La preñez de las vacas suplementadas con 30% de frutos molidos fue superior en 16.6% a la del grupo Testigo, en 15% a la de las suplementadas con frutos molidos y en 30% a la de las que se alimentaron con los frutos enteros (Tabla 10.5). Estos resultados están en desacuerdo con los registrados por Baquero y col (1998) en vacas suplementadas con frutos de algarrobbillo durante la época de verano, quienes obtuvieron porcentajes de preñez de 100, 60, 40 y 20% con la suplementación de 6, 4, 2 y 0 kg de frutos/vaca/día, en su orden.

Análisis Económico

El análisis económico permite concluir que durante la época de lluvias la suplementación de vacas de doble propósito con frutos molidos, en un nivel del 15%, produjo los mayores beneficios económicos, generando un ingreso adicional de 230 pesos/vaca/día, en relación con el testigo. La suplementación con frutos también puede ser benéfica en cuanto a lo económico, suplementado con 15% en forma entera y 30% en forma molida, pues brinda ingresos adicionales de 180 y 145 pesos/vaca/día, respectivamente (Tabla 10.6).

Tabla 10.6 Análisis económico de la suplementación de vacas de doble propósito con frutos de algarrobbillo durante la época lluviosa. Finca Pensilvania. 1998.

	Testigo	Suplem. 30% entero	Suplem. 15% entero	Suplem. 15% molido	Suplem. 30% molido
Producción promedio (L/V/D)	5.3	5.8	6.1	6.3	6.4
Producción (112 días)	593.6	649.6	683.2	705.6	716.8
Ingresos por producción \$*	207.760	227.360	239.120	246.960	250.880
Consumo algarrobbillo (kg)	-	448	224	224	448
Costos Totales, \$*	-	22,400	11.200	13.440	26.880
Ingreso adicional por periodos, \$	-	-2.800	20.160	25.760	16.240
Ingreso adicional vaca/día \$	-	-25	180	230	145

* Valor litro de leche = \$350

* Valor Kg Algarrobbillo \$50

Valor molida = \$10/kg.

Conclusiones

En la época de lluvias, la suplementación de vacas de doble propósito con frutos molidos de algarrobbillo, en niveles de 15 y 30%, genera aumentos de producción de leche y beneficios económicos.

Con la forma de presentación y los niveles de suplementación utilizados en el experimento

no hubo diferencias significativas sobre la producción de leche; sin embargo, se obtuvieron beneficios en la ganancia de peso de las vacas cuando se suministró molido el suplemento del fruto de algarrobbillo.

La suplementación con un 30% de frutos molidos de algarrobbillo produce un efecto positivo adicional sobre el porcentaje de preñez.

Bibliografía

AOAC. 1995. Official methods of analysis Association of official agricultural chemist. 16 ed. Washington. vol 1. p 4-21.

BAQUERO, D. L.; BECERRA, M. A.; RONCALLO, F. B.; SILVA, Z. J. 1998. Suplementación de vacas de doble propósito con frutos de algarrobbillo (*Pithecellobium saman*) durante el verano. Corpoica, Boletín de Investigación No. 2. Valledupar. 22 pp.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CALI, COLOMBIA). 1982. Manual para la evaluación agronómica. Red Internacional de evaluación de pastos tropicales. Cali. 170 p.

CHRISTIE, W. 1981. The effects of diet and other factors on the lipid composition of ruminant tissues and milk. p 193-226. In: William Christie (ed), Lipid metabolism in ruminant animals. Pergamon Press. Oxford, England.

ESUOSO, KO. 1996. The nutritive value of monkey Pod (*Samanea saman*). Revista Italiana delle Sostanze Grasse. 73 (4) 165-168.

FONSECA, F. A. 1985. Fatores que afetam a composição e secreção de leite. P. 104-130. In: Francisco Fonseca (ed), Fisiologia de Lactação. Imprensa Universitaria da UFV. Vicososa, Brasil.

GOERING, H. K.; VAN SOEST P. J. 1970. Forage fiber analyses (Apparatus reagents, procedures and some applications). Agric

Hand book No. 379. ARS-USDA, Washington D.C. p. 20

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO (BOGOTÁ, COLOMBIA) 1989. Manual de Análisis de Suelos, plantas y aguas para riego. ICA. Manual de Asistencia Técnica No. 47. Bogotá. 236 p.

RONCALLO, B.; NAVAS, A.; GARIBELLO, A. 1996. Potencial de los frutos de plantas nativas en la alimentación de rumiantes. En: Memorias II Seminario Internacional Sistemas Silvopastoriles alternativa para una ganadería moderna y competitiva. Valledupar, Villavicencio, Colombia. P 81-96.

SIMÃO, N. M.; GONCALVES DE ASSIS, A.; DE ASSIS, H. V. 1986. Pastagens para Bovinos Leiteiros. En: Anais do congresso Brasileiro de Pastagens'86. Anais do 8º Simposio sobre manejo de Pastagem. Piracicaba, Brasil. p 309-317.

TILLEY, J. M.; TERREY, R. 1963. A two stope technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit Grassi. Soc; 18(2): 104-111.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J.; LEWIS, B. 1991. Symposium, carbohydrate methodology, metabolism and nutritional in dairy cattle. Journal of Dairy Science. Vol. 74. p. 3583-3597.

VAN SOEST, P. J.; WINER, R. J. 1968. Determination of lignin and cellulose in ADF, whit permangante. Journal of the Association of Official Analytical Chemists 51:780.

EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES (ÁRBOLES MADERABLES-BOVINOS) EN LA PRODUCCIÓN DE CARNE

Belisario Roncallo F.
Justo Barros H.
Ruth Bonilla B.
Selvis Lanao Z.

EVALUACIÓN DE LOS ARREGLOS SILVOPASTORILES EUCALIPTO (*Eucalyptus tereticornis*) Y ROBLE (*Tabebuia rosea*) ASOCIADOS CON GUINEA (*Panicum maximum*) EN EL NORTE DE EL MAGDALENA

Los departamentos de El Magdalena, El Cesar y La Guajira poseen una extensión de 6.536.554 hectáreas, de las cuales casi el 58.9% están ocupadas por explotaciones ganaderas, constituyéndose en una de las actividades económicas más importantes de la región. El establecimiento de los monocultivos de gramíneas, alimento básico en los sistemas ganaderos, ha ocasionado serios deterioros a los recursos naturales, representados en la pérdida de la biodiversidad y de la capacidad productiva de los suelos, lo cual ha repercutido en la reducción de la productividad y competitividad.

A esta situación se suma la depresión socioeconómica de la región, derivada de la crisis del sector agropecuario, aspectos que obligan a pensar en la necesidad de generar cambios en la política de uso de la tierra y orientar la generación de tecnologías hacia enfoques que propendan por implementar sistemas de producción más adaptados, desde el punto de vista ecológico, biológico y socioeconómico.

Dentro de este contexto, los sistemas silvopastoriles son una opción importante a

considerar y pueden generar un significativo aporte en la recuperación y crecimiento armónico del sector y de la región, por cuanto a éstos se les atribuyen múltiples ventajas, siendo, entre otras, las siguientes: optimizan la producción por unidad de área, diversifican la producción, mejoran el retorno económico, aumentan y mejoran la distribución de la renta y conservan los recursos naturales (Montagnini et al, 1992).

La implementación a escala industrial de las especies forestales en áreas ganaderas, recobra cada día mayor importancia debido a la demanda de estos productos y al agotamiento de las maderas por su aprovechamiento extractivo, circunstancias que implican una mayor participación de los productores, la adquisición de una cultura forestal y la sensibilización de la sociedad en general.

Los desarrollos tecnicoeconómicos de los sistemas silvopastoriles en plantaciones maderables en la Costa Atlántica y en los Llanos Orientales de Colombia, señalan la factibilidad y rentabilidad de estas empresas en las cuales la madera es el producto principal (Londoño, 1996).

El presente trabajo tuvo como propósito evaluar los arreglos silvopastoriles roble y eucalipto asociados con guinea, con el objeto de conocer sus efectos sobre el suelo, la oferta y calidad de forraje, y la producción de carne y madera.

Materiales y Métodos

Esta investigación se realizó en el proyecto La Gloria, (Refocosta), en el corregimiento de Monterrubio, municipio de Pivijay (El Magdalena), en una zona con temperatura media de 28° C, precipitación media anual de 1300 mm y humedad relativa de 65%.

La evaluación se efectuó desde el 19 marzo de 1999 hasta el 24 de noviembre del mismo año, durante 250 días experimentales. Para el desarrollo del experimento se seleccionó un área de 30 hectáreas distribuidas en 3 tratamientos de 10 hectáreas cada uno, las cuales se subdividieron en potreros de 5 hectáreas para aplicar un sistema de pastoreo alterno. Los tratamientos experimentales fueron los siguientes:

- Pasto guinea a cielo abierto (Testigo).
- Eucalipto asociado con pasto guinea.
- Roble asociado con pasto guinea.

Los análisis químicos se practicaron según los procesos metodológicos contenidos en el manual No. 47 de "Análisis de suelo, planta y agua para riego" (ICA, 1989). La población microbiana del suelo (bacteria, hongos y actinomicetos) se calculó por el método de las diluciones, según Novo (1993). La densidad aparente se determinó por el método del cilindro de volumen conocido, descrito por Coile, (1936), citado por IGAC, (1990), y la producción de forraje se estimó por los métodos de disponibilidad por frecuencia (MDF) y poblacional estratificado (CIAT, 1982).

La capacidad de rebrote del pasto guinea se evaluó utilizando 10 puntos de muestreo distribuidos en forma aleatoria por repetición, para un total de 20 puntos por cada tratamiento. Para conseguir la muestra se cortó el pasto a

una altura de 20 cm sobre el nivel del suelo y el rebrote presente en cada alternación (promedio de 30 días), los cuales se pesaron para determinar la materia seca por hectárea.

Las muestras de forrajes de los tres tratamientos experimentales se enviaron al laboratorio de nutrición animal, donde se les practicó análisis de la proteína cruda por el método de Kjeldahl (AOAC, 1995), de la fibra en detergente neutro (FDN) y de la fibra en detergente ácido (FDA) por el método modificado de Goering (1970), Van Soest y Wine (1968), en su orden. El calcio, el magnesio, el sodio, el potasio, el hierro, el manganeso, el cobre y el zinc se determinaron por el método de absorción atómica y el fósforo por colorimetría; la digestibilidad *in vitro* de la materia seca se estimó según la metodología de Tilley y Terry (1963).

La evaluación animal se llevó a cabo con el empleo de un sistema de cargas variables, seleccionándose 30 animales fijos de raza Cebú comercial, con características homogéneas, distribuidos en un diseño de bloques completos al azar en los tres tratamientos experimentales. A los animales se les efectuó el manejo sanitario de la finca y se pesaron al inicio del experimento, en etapas intermedias, cada 28 días y al final de la evaluación, previo ayuno de 12 horas. El pesaje se hizo en básculas con capacidad para 1500 kilos y la capacidad de carga de los potreros se calculó de acuerdo con la disponibilidad de la materia seca establecida en los aforos.

Para evaluar el desarrollo de la plantación se practicó, al comienzo del estudio, un inventario forestal, a fin de precisar el volumen de madera en pie por unidad de área, aplicando como método estadístico un muestreo simple al azar en espina de pescado con parcelas de 20 x 20 m.

Con el propósito de estimar el incremento volumétrico se tomó, al principio y al final del estudio, una submuestra de 10 árboles, a los cuales se les midió el diámetro a la altura del pecho (D.A.P) y la altura total del árbol por medio de un hipsómetro haga y cinta diamétrica, así como también se calculó en las plantaciones el incremento medio anual en altura y diámetro, volumen/ha, densidad de la

plantación, altura comercial, altura total promedio (método clásico de estimación del volumen de madera en pie). La plantación estuvo bajo una permanente observación para evaluar su estado fitosanitario.

A las informaciones obtenidas en la variable ganancia de peso se las sometió a un análisis de varianza y a las medias se les practicó un Test de Tukey, a un nivel del 5%, y para otros parámetros se acudió a la estadística descriptiva.

Resultados y Discusión

Características Químicas del Suelo. Los análisis químicos de los suelos registraron mayores contenidos de materia orgánica,

fósforo, calcio y potasio en el arreglo roble-asociado con guinea, en relación con los tratamientos eucalipto asociado con guinea y guinea a cielo abierto (Tabla 11.1); esta situación puede obedecer a que el roble se comporta como una especie caducifolia, presentando la defoliación completa de sus hojas en épocas secas, lo cual permite un mayor ciclaje de nutrientes e incrementos en el contenido mineral, en especial del nitrógeno, hecho que puede relacionarse con una mayor y activa mineralización de la materia orgánica bajo las condiciones de sombra (Wilson et al, 1986). Según la especie y las condiciones edáficas, los árboles llegan a horizontes más profundos del suelo, absorben nutrientes y los retornan a la superficie con la caída natural del follaje, de las ramas y los frutos (Budowski, 1981).

Tabla 11.1 Características químicas del suelo en arreglos silvopastoriales. Refocosta, Pivijay (Magdalena)

Tratamientos	Textura	pH	M.O. %	P (ppm)	Ca (meq/100g de suelo)	Mg	K
A cielo abierto	Arc.	6.2	2.5	16.7	11.5	3.5	0.35
Guinea + roble	Arc.	6.1	2.8	31.6	14.8	3.3	0.40
Guinea + eucalipto	F.A.	5.9	2.6	19.7	13.7	2.0	0.33

Características Físicas del Suelo. Los cambios negativos de las características físicas del suelo, que se determinan por lo general a través de la densidad aparente, conducen a alteraciones importantes de otras propiedades, creando condiciones poco adecuadas para el crecimiento de las plantas. La densidad aparente con valores por encima de 1.5 g/cm³ en suelos con textura arcillosa evidencia la presencia de capas compactas en los horizontes de 0 a 10 y de 10 a 20 cm de profundidad (Tabla 11.2), lo cual puede entenderse por el desarrollo de la actividad ganadera antes y durante la explotación forestal.

Este resultado es semejante al obtenido por Pinzón y Amézquita (1991), autores que

registraron densidades aparentes hasta de 1.53 g/cm³ entre 5 y 15 cm de profundidad en suelos de lomerío del Piedemonte Amazónico explotados en ganadería, y también confirmaron que por lo común el pisoteo del ganado compacta los primeros 15 cm del suelo.

Por otra parte, como los aumentos de la densidad aparente del suelo causan alteraciones en la retención de la humedad, con una densidad aparente de 1.51 g/cm³, la humedad del suelo fue de 16.2% y con una de 1.55 g/cm³ se redujo a 14.7%, lo cual coincide con los resultados consignados por Alegre y Lara (1991), quienes reportaron menor retención de humedad en suelos con mayor densidad aparente.

Tabla 11.2 Densidad aparente y humedad del suelo en arreglos silvopastoriles.

Tratamientos	Densidad aparente (g/cm ³)		Humedad edáfica (%)	
	0 - 10 cm	10 - 20 cm	0 - 10 cm	10 20 cm
A cielo abierto				
Zona alta	1.54	1.55	19.4	18.9
Zona baja	1.50	1.55	23.1	16.8
Roble guinea	1.49	1.61	13.2	13.4
Eucalipto guinea	1.52	1.50	9.1	9.6
Promedios	1.51	1.55	16.2	14.7

Características Biológicas del Suelo.

Según los resultados de los análisis biológicos de los suelos, en éstos predominan las poblaciones bacterianas, dado su pH moderadamente ácido y una temperatura superior a 20°C (Patiño y Amézquita 1998). En las zonas altas del tratamiento a cielo abierto, las cuales son más representativas de la región, se encuentra una población de bacteria y hongos inferior a los recuentos poblacionales registrados en los arreglos roble y eucalipto asociados con guinea. Hay que señalar que la mayor humedad edáfica en la época de lluvias estimula el crecimiento bacteriano, en particular en el arreglo eucalipto asociado con guinea.

Según Fernández y Novo (1988), la humedad del suelo juega un papel importante en el crecimiento microbiano, siendo los rangos

óptimos entre el 15 y 20%. En términos absolutos, se hallaron bajas poblaciones de hongos, lo cual puede ser una respuesta a la preferencia de éstos por suelos con características ácidas; sin embargo, la población de hongos está relacionada con la humedad del suelo, aumentándose la primera cuando se pasa de la época seca a la lluviosa (Tabla 11.3).

En el muestreo inicial, el porcentaje de humedad de los suelos es bajo con altas poblaciones de actinomicetos, las cuales se mantienen estables o se reducen en las épocas de lluvia, sobre todo en el arreglo eucalipto asociado con guinea, situación ocasionada, quizás, porque los actinomicetos se adaptan mejor a los ambientes secos y rústicos (Novo, 1987). Resultados idénticos informaron Bonilla y Murillo (1998) en suelos algodoneros del Valle del Cesar.

Tabla 11.3 Población microbiana presente en suelos bajo sistemas silvopastoriles y a cielo abierto

Tratamientos	Hum (%)	Población inicial (época seca)			Hum. (%)	Población final (época lluviosa)		
		Bacte 10 ⁷	Hongos 10 ⁶	Actino 10 ⁶		Bacte 10 ⁷	Hongos 10 ⁶	Actino 10 ⁶
		U.F.C/g de suelo				U.F.C/g de suelo		
A cielo abierto								
Baja	19.2	8.43	1.83	4.56	28.0	7.6	2.71	5.20
Alta	-	-	-	-	21.6	4.91	1.35	4.15
Roble guinea	13.3	5.62	1.26	2.83	13.8	6.95	3.15	3.00
Eucalipto guinea	9.5	2.74	0.63	9.26	18.7	6.05	3.45	4.05

Capacidad de Rebrote de la Gramínea.

Cuando en un sistema de pastoreo rotacional el período de ocupación es superior a cuatro días, es importante considerar la tasa de crecimiento o capacidad de rebrote del pasto, con lo cual se puede ajustar mejor la capacidad de carga. Durante el tiempo de ocupación se logra mayor

capacidad de rebrote en el tratamiento a cielo abierto (5.3 kg MS/ha/día), la cual fue 20.4 y 130.4% superior a la materia seca obtenida en los arreglos de roble-guinea y eucalipto-guinea, respectivamente; es posible que este efecto tenga como causa la mayor exposición lumínica.

Además, aunque la capacidad de carga fue mayor en el arreglo robleguinea, en éste se observa una capacidad de rebrote superior a la que se consiguió en el arreglo eucalipto-guinea, de seguro porque los suelos del primero son más fértiles y tienen mayor porcentaje de humedad.

Cuando la pradera está en descanso, la capacidad de rebrote es mayor, en contraste con la de los potreros ocupados por los

animales, resultando más elevada en el tratamiento a cielo abierto, en donde la producción de materia seca supera en 56.3 y 95.4% la de los arreglos de roble-guinea y eucalipto-guinea, en su orden (Tabla 11.4). Benavides *et al*, (1994) confirmaron que al aumentar los niveles de sombra, se reduce el porcentaje de materia seca del pasto king-grass, quizás por la disminución en el suelo de los carbohidratos solubles.

Tabla 11.4 Capacidad de rebrote del pasto guinea en sistemas silvopastoriles y a cielo abierto en periodos de ocupación y descanso de 35 días

Tratamientos	Capacidad de carga (U.G./ha)	M.S (kg/ha/día)	
		Ocupación	Descanso
A cielo abierto	1.04	5.3	8.6
Roble+guinea	0.93	4.4	5.5
Eucalipto+guinea	0.67	2.3	4.4

Producción De Materia Seca

Durante la fase experimental, la mayor producción de materia seca correspondió al tratamiento guinea a cielo abierto (825.2 kg/ha), la cual fue superior en 37.5 y 44.7% a la de los arreglos roble asociado con guinea y eucalipto asociado con guinea, respectivamente. El aporte de la kikuyina o

Colosuana (*Bothriochloa pertusa*) a la producción total aprovechable del tratamiento a cielo abierto es de 36.1%, y en el arreglo eucalipto asociado con guinea es de 6.6%, mientras que en el arreglo roble asociado con guinea no está presente esta gramínea (Tabla 11.5). Estas observaciones coinciden con las realizadas por Botero *et al*, (1995), quienes afirman que la producción de forraje de la kikuyina se restringe bajo sombra.

Tabla 11.5 Producción de materia seca en arreglos silvopastoriles y a cielo abierto

Tratamientos	Producción de materia seca (kg/ha)			
	Guinea	Kikuyina	Leguminosas	Totales
A cielo abierto	415.5	298.2	111.5	825.2
Eucaliptoguinea	419.7	54.3	96.3	570.3
Roble guinea	479.7	0	125.5	600.2

La producción más alta de materia seca recaudada en guinea a cielo abierto, puede proceder de una mayor actividad fotosintética de las plantas que les permite aprovechar de manera más eficiente la luz y el CO₂ (Blanco, 2000); la producción de materia seca en el

arreglo roble asociado con guinea está favorecida por las mejores condiciones de fertilidad aportada por el ciclaje de nutrientes, el cual es, en este arreglo, tal vez más dinámico, ya que el roble es una planta caducifolia durante la época de verano

Al empezar las lluvias, la producción de forraje en este arreglo es superior a la de los otros tratamientos, pero decae poco a poco en la medida en que el árbol se reviste de hojas,

mermando luego la producción de éstas, con respecto a la de los arreglos a cielo abierto y del eucalipto asociado con guinea (Figura 11.1).

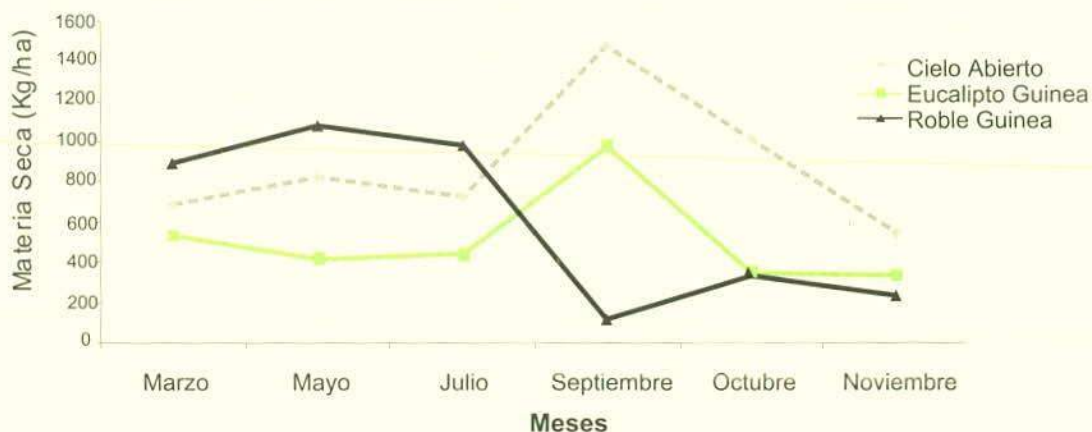


Figura 11.1 Producción de Materia Seca del forraje bajo Sistemas Silvopastoriles y en Cielo Abierto. Pivijay-Magdalena.

En el arreglo de eucalipto asociado con guinea se observa una menor producción de materia seca, es posible que por el menor contenido de humedad en los primeros 20 cm de profundidad del suelo y por una menor radiación incidente bajo el dosel de los árboles.

respectivamente. Asimismo, en los arreglos de roble asociado con guinea y eucalipto asociado con guinea se aprecia una mayor presencia de la gramínea guinea, (31.5 y 22.1%, respectivamente), en comparación con el tratamiento a cielo abierto.

Composición Botánica de los Potreros

De conformidad con la evaluación inicial de la composición botánica de las praderas, es posible apreciar un mayor porcentaje de presencia de las gramíneas, con relación a la de las leguminosas y malezas, siendo superior en 4.0 y 1.4% en el arreglo roble asociado con guinea que en los tratamientos a cielo abierto y eucalipto asociado con guinea,

Estos resultados revelan la misma tendencia reportada por Blanco *et al.* (1994), los cuales constataron, en un sistema silvopastoril, cuyo estrato arbóreo estaba dominado por *Albizia lebbek*, que la población de *Panicum maximum* alcanzaba un 46.4% debajo de la copa de los árboles y el resto fuera de ella, concluyendo que esta especie, además de ser tolerante a la sombra, se comporta como heliófila facultativa que crece al sol y en niveles relativamente altos de sombra (Tabla 11.6).

Tabla 11.6 Composición botánica de las praderas y los sistemas silvopastoriles.

Tratamientos	Composición Botánica (%)			
	Guinea	Kikuyina	Leguminosas	Malezas
A cielo abierto	35.1	27.5	10.9	24.0
Eucalipto guinea	57.2	8.0	14.6	18.9
Roble guinea	66.6	0	19.8	12.0

La presencia de las leguminosas nativas, en particular del género *Centrosema*, que se considera medianamente tolerante a la sombra (Woong, 1991), fue superior en los arreglos roble asociado con guinea (19.8%) y eucalipto asociado con guinea (14.6%), comparada con la del tratamiento a cielo abierto (10.9%).

Valor Nutritivo

En los análisis químicos se encontraron menores variaciones en los contenidos de proteína cruda y calcio, debido a los cambios estacionales en los arreglos silvopastoriles, en contraste con el tratamiento a cielo abierto. La gramínea de las áreas bajas del tratamiento a cielo abierto tienen mayor contenido de proteína cruda y demás elementos, pero la proteína cruda y el calcio

detectado en la Zona Alta son inferiores a los del pasto bajo arreglos silvopastoriles; el pasto estrella, bajo un *Erythrina poeppigiana*, registró 8.4% de proteína, mientras que a pleno sol 6% (Brontein, 1984) (Tabla 11.7).

Otros autores señalan que cada pasto se comporta de modo particular, de manera que en unas condiciones en algunos existen altos incrementos de potasio y en otras el calcio y el magnesio pueden tener un aumento relativamente superior (Blanco 2000). Conviene decir que la fibra en detergente ácido disminuye en el pasto guinea en los sistemas silvopastoriles en la época de verano, tal vez por el efecto sombra y por una baja tasa de absorción del mineral (Fassbender, 1987). Por otra parte, en los tres tratamientos la DIVMS del pasto guinea fue similar en la época de lluvias, con descensos entre un 2 a 6% durante el verano.

Tabla 11.7 Valor nutritivo del pasto guinea a cielo abierto y bajo arreglos silvopastoriles.

Tratamientos	PC %	FDA %	Ca %	P %	DIVMS %
A cielo abierto					
Zona Baja					
Invierno	8.93	43.59	0.61	0.24	45.83
Verano	-	-	-	-	-
Zona Alta					
Invierno	6.69	41.30	0.56	0.27	45.20
Verano	5.03	41.57	0.46	0.25	42.21
Eucalipto-guinea					
Invierno	6.62	45.03	0.53	0.19	45.30
Verano	6.48	40.74	0.51	0.21	39.40
Roble-guinea					
Invierno	6.26	43.74	0.57	0.23	45.66
Verano	6.04	39.28	0.57	0.15	43.70

Ganancia de Peso de los Novillos

Al respecto de la ganancia de peso de los novillos, los resultados revelan mayores ganancias diarias en guinea a cielo abierto (648.1 g) frente a las conseguidas en el tratamiento eucalipto asociado con guinea (528.4 g) y con el arreglo de roble asociado con guinea (439.6 g) (Tabla 11.8), fenómeno cuya causa puede estar asociada a la mayor disponibilidad de forraje y el mejor valor nutritivo del pasto guinea en las áreas bajas del tratamiento a cielo abierto.

También se registró mayor producción de carne/ha en el tratamiento a cielo abierto (168.5 kg/ha) que en los arreglos eucalipto-guinea (88,5 kg/ha) y roble-guinea (102.22 kg/ha). A pesar de que en los sistemas silvopastoriles el área efectiva de producción fue menor, debido a la presencia de los árboles, se contabilizaron importantes producciones de carne, con lo cual mejoran los ingresos de la explotación; además, como en estos sistemas los animales ejercen un control sobre la biomasa disponible, disminuyen los riesgos de incendios.

Tabla 11.8 Ganancia de peso de novillos bajo arreglos silvopastoriles y a cielo abierto

	TRATAMIENTOS		
	Guinea a cielo abierto	Roble - Guinea	Eucalipto-guinea
Peso inicial, kg	218.9	218.9	218.9
Peso final, kg	381.1	328.7	350.9
Ganancia de peso, kg	162.2	109.9	132.1
Ganancia novillo, (g/día)	648.1 a	439.6 c	528.4 b
Capacidad de carga, UGG	1.04	0.93	0.67
Producción de carne, kg/ha	168.5	102.3	88.5

* Medias con distintas letras en la misma fila son estadísticamente diferentes según Test de Tukey a un nivel de 5% de probabilidad.

Evaluación Forestal

En la evaluación final de los arreglos se tuvo en cuenta como variable de importancia el desarrollo de las especies forestales frente al crecimiento volumétrico de las plantaciones; el

rendimiento del eucalipto fue de 45.0 m³/ha de madera, mientras que el roble produjo 29.8 m³/ha; las diferencias en los parámetros evaluados pueden provenir de las estructuras genéticas y de manejo silvicultural impartidos a través del tiempo (Tabla 11.9).

Tabla 11.9 Evaluación forestal de arreglos silvopastoriles

Evaluaciones	Arreglo eucalipto- guinea	Arreglo guayacán rosado- guinea
Densidad, árbol/ha.	413	525
Volumen/ha, m ³	45.0	29.8
Altura promedio, m	15.5	11.1
Diámetro promedio, cm	16.0	16.0

**Figura 11.2** Arreglo guayacán rosado-guinea

En el análisis del crecimiento volumétrico de los árboles, durante la fase experimental se pudo observar que los crecimientos de diámetro y altura en ambas especies no fueron significativos, efectos originados posiblemente por la etapa de desarrollo en la cual se encontraban estas especies, el corto período de evaluación y la edad avanzada para su aprovechamiento, época cuando la actividad fisiológica tiende a disminuir (Tabla 11.10).

Tabla 11.10 Incremento volumétrico de los árboles con arreglos silvopastoriles.

Árboles	DAP (Cm)		Altura Total (m)	
	Tratamientos		Tratamientos	
	Eucalipto	Roble	Eucalipto	Roble
Inicio	19.4	14.8	17.1	9.2
Final	19.4	14.8	17.2	9.2

Conclusiones

Bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio, es posible exponer las siguientes conclusiones:

En los arreglos silvopastoriles estudiados, y bajo cielo abierto, se produce la compactación de los suelos, en razón al pisoteo ejercido por los animales durante muchos años de dedicación a esta actividad.

En los arreglos silvopastoriles es mejor la fertilidad de los suelos, lo cual se evidencia en sus mayores contenidos de materia orgánica, fósforo y calcio, en especial en el tratamiento roble asociado con guinea.

Bibliografía

AOAC. 1995. Official methods of analysis association of official agricultural chemist. Washington, USA. p. 16-17.

ALEGRE, J.; LARA, P. 1991. Efecto de los animales en pastoreo sobre las propiedades físicas del suelo de la región tropical húmeda de Perú. Pasturas Tropicales 13(1): 18-23.

Las zonas altas del tratamiento a cielo abierto, que son las más representativas de la región, muestran inferiores recuentos poblacionales de bacterias y hongos, en contraste con el de los arreglos silvopastoriles.

La gramínea guinea presenta en el tratamiento a cielo abierto mayor capacidad de rebrote, mientras que la mayor producción de materia seca se obtiene a cielo abierto (825.2 kg/ha), seguida de la del tratamiento roble asociado con guinea (600.2 kg/ha) y eucalipto asociado con guinea (570.3 kg/ha).

Los contenidos de proteína cruda y calcio del pasto guinea en asocio con el roble y el eucalipto manifiestan las menores variaciones estacionales.

Las mayores ganancias de peso de los novillos y la producción de carne por hectárea se lograron en el tratamiento a cielo abierto.

En las plantaciones establecidas con eucalipto se estimó un rendimiento de 45.0 m³/ha y con el roble de 29.8 m³/ha.

Recomendaciones

Es preciso continuar con el estudio, durante un periodo completo de verano e invierno para darle mayor consistencia a los resultados.

Introducir en futuras investigaciones recursos genéticos mejorados y el uso de biofertilizantes para evaluar las interacciones.

Hacer seguimientos a los arreglos desde la fase de vivero, con el fin de efectuar un análisis biológico y económico más completo.

BENAVIDES, L. E.; RODRÍGUEZ, R. A.; BOREL, R. 1994. Producción y calidad del forraje de King-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. Typhoides*) y poró (*Erythrina poeppigiana*) en asociación. In: Árboles y arbustos forrajeros en América Central. comp. Y de. L. E. Benavides. Turrialba, C. R. Catie. Serie técnico. Informe Técnico No. 236. 441 p.

BONILLA, R.; MURILLO, J. 1998. Desarrollo de sistemas de manejo para la recuperación de suelos compactados de los departamentos de La Guajira, Cesar y Magdalena. En: Romero, Aristizábal, Jaramillo (Ed.) Memorias Encuentro Nacional de Labranza de Conservación. Villavicencio, Colombia. p 195-204.

BOTERO, M. R.; A. L. 1995. Manejo de praderas y cobertura arbórea con ganando doble propósito en la zona Caribe. En: Sistemas silvopastoriles casos exitosos y su potencial en Colombia. Seminario Internacional. Memorias. Santafé de Bogotá, La Dorada, Santa Marta: noviembre 27 y 29 diciembre 1. 113-122 p.

BLANCO, F.; SIMÓN, L.; PENTON, G. 1994. Variación de la composición botánica bajo el sombreado del algarrobo de olor (*Albizia lebbek*) en un sistema silvopastoril. Resumen Taller Internacional Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera. EEPF Indio Hatuey, Cuba. p.61.

BLANCO, G. F. 2000. Efecto de la sombra del estrato arbóreo sobre la fisiología y la dinámica del pastizal. Estación Experimental de Pastos y Forrajes, Indio Hatuey Matanzas, Cuba. En: Memorias del Primer Curso Intensivo de Silvopastoreo Colombo-Cubano, Ibagué, Bogotá y Valledupar. Colombia.

BRONSTEIN, G. E. 1984. Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostochyus* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles Tesis Mag. Sc. Turialba, Costa Rica CATIE/UCR. 110 p.

BUDOWSKI, G. 1981. The place of agroforestry in managing tropical forests. p 181-194. In: F. Mergen (ed). Tropical forests; utilization and conservation. New Haven, CT, EE.UU, Yale University School of forestry and Environmental Studies.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. 1982. Manual para la evaluación agronómica. Red internacional de evaluación de pastos tropicales. Cali, CIAT. 170 p.

FASSBENDER, H. W. 1987. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. CATIE. Serie Materiales de enseñanza. No. 29 473 p.

FERNÁNDEZ, C.; NOVO, R. 1988. La vida microbiana en el suelo. Tomo II. Edición Pueblo y Educación, Cuba. p 306-331.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. 1970. Forage fiber analyses (apparatus reagents, procedure and some applications). Agric. Handbook No. 379. ARS.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1989. Manual de análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Bogotá;ICA. 236 p. Manual de Asistencia Técnica No. 47.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 1990. Relaciones generales de la física de suelos. p 79. En: IGAC (Ed) Propiedades físicas de los suelos. Bogotá, Colombia.

LONDOÑO, G; 1996. El proyecto La Gloria. En: Memorias II Seminario Internacional Sistemas Silvopastoriles: Alternativa para una ganadería moderna y competitiva. Valledupar, Neiva, Villavicencio, Colombia.

MONTAGNINI, ET. AL. 1992. Sistemas agroforestales; principios y aplicaciones en los trópicos. 2ª. Ed. Rev. Y aum. San José, C. R.: Organización para Estudios Tropicales.

NOVO, R. 1983. Microbiología del suelo y biofertilización. En: Memorias de la Fundación de Asesorías para el Sector Rural (Fundases). Santafé de Bogotá. 101 p.

PATIÑO, M.; AMEZQUITA, E. 1988. Selección de microorganismos con potencial de generar agregación (Bioestructura) en algunos suelos de Colombia en: Memorias Encuentro Nacional de Labranza de Conservación. Villavicencio, Colombia. 3/0 324 p.

PINZÓN, A.; AMEZQUITA, E. 1991. Compactación de suelos por el pisoteo de animales en pastoreo en el piedemonte amazónico colombiano. Pasturas Tropicales. 13 (2): 21-26.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. 1963. A two stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. J. Brit Grasse. Soc., 18 (2): 104-111.

VAN SOEST, P. H.; WINE, R. 1968. Determination of lignin and cellulose in ADF with permanganate. Journal of the association of official analytical chemists. 51:780.

WILSON, J. R.; CATEHOOLE, V. R.; WEIER, K. L. 1986. Shade simulation of the growth and nitrogen optak of a run-dawn green panic pature on Brigalow day soil. In: Proyect. F1: Nitrogen and carbon dynamics of grassland soil CSIRA Division of Tropical Crops and Pastures. Anual Report. p. 55.

WOONG, C. C. 1991. Shade tolerance of tropical forages: a review. En: Shelton, H.M. y W.W. stilr (eds). Proceedings Forages for plantation Crops. ACIAR.