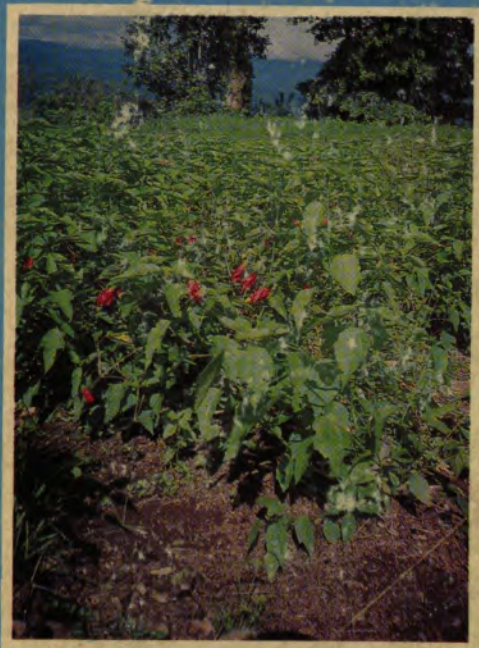


Arboles y Arbustos Forrajeros en América Central

Compilado y editado por:
Jorge Evelio Benavides



Volumen 2



Serie Técnica
Informe Técnico N° 236

Arboles y Arbustos Forrajeros en América Central

Volumen II

Compilación y Edición Técnica:

Jorge Evelio Benavides

La preparación y publicación de este trabajo han sido financiadas con fondos del Proyecto Agroforestal, CATIE/GTZ; de la Oficina Francesa de Cooperación Técnica y Científica para América Central, del Proyecto de Desarrollo Agroforestal, PRODAF MAG/GTZ y del Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en Centro América, OLAFO.

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA,
CATIE**

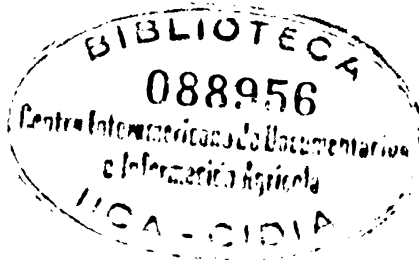
**Programa de Agricultura Tropical Sostenible
Área de Agroforestería
Unidad de Agroforestería y Rumiantes Menores
Turrialba, Costa Rica, 1994**

El CATIE es una institución de carácter científico y educacional, cuyo propósito fundamental es la investigación y enseñanza de posgrado en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales renovables aplicados al trópico americano, particularmente en los países de América Central y del Caribe.

CATIE
ST
IT-236
n. 2

© 1994, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

ISBN 9977-57-182-1



634.9909728

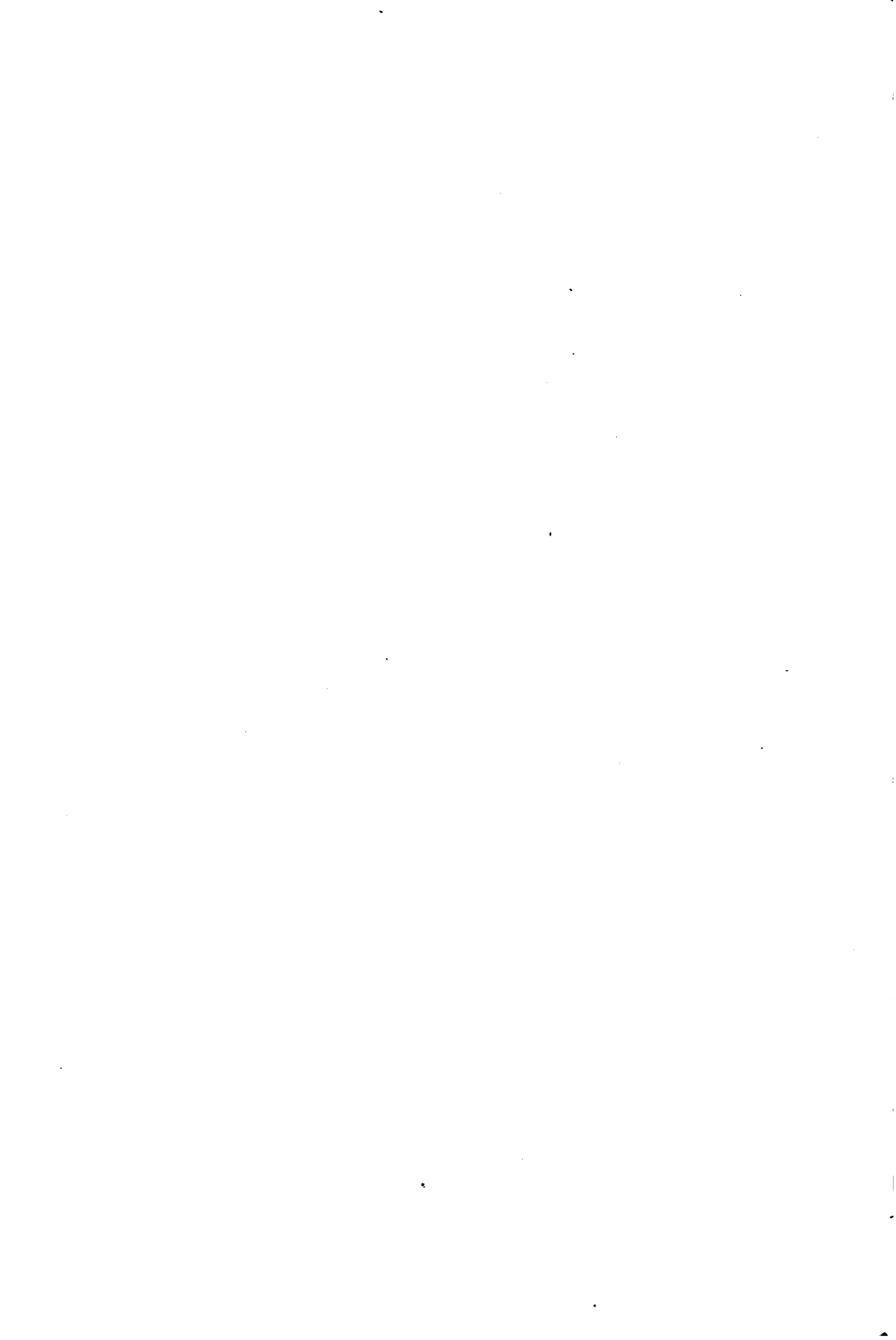
A666

Arboles y arbustos forrajeros en América Central / comp. y ed.: Jorge Evelio Benavides. -- Turrialba, C.R. : CATIE. Programa de Agricultura Sostenible, 1994.
v. 2 (306p); 25 cm. --(Serie técnica. Informe técnico/CATIE; no. 236)

ISBN 9977-57-182-1

1. Arboles forrajeros - América Central
2. Agroforestería - América Central
I. Benavides, Jorge Evelio, ed. II. CATIE.
Programa de Agricultura Tropical Sostenible
III. Título IV. Serie

Este documento fue preparado a partir de los documentos que, sobre el tema de Arboles y Arbustos Forrajeros, se han publicado en diferentes foros en América Central. El contenido técnico no necesariamente refleja el punto de vista del CATIE. El mismo es responsabilidad de los autores de cada artículo, quienes realizaron los ensayos, recopilaron la información de campo, la analizaron y publicaron.



CONTENIDO

Capítulo IV. Agronomía de leñosas forrajeras.

- Efecto de la procedencia, posición en la rama y tipo de siembra en el establecimiento de estacas de Sauco amarillo (*Sambucus canadensis*) en Puriscal, Costa Rica.**
(J. Araya y J.E. Benavides)..... 423 ✓
- Efecto de la especie y de la posición en el tallo sobre la germinación de estacas de Tora blanca y Tora morada (*Verbesina* sp.) en Puriscal, Costa Rica.**
(U. Strehle, A. Granados, M.A. Vallejo y J.E. Benavides) 431
- Producción y calidad del forraje de King-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*) en asociación.**
(J.E. Benavides, R.A. Rodríguez y R. Borel)..... 441 ✓
- Productividad de una plantación asociada de Poró (*Erythrina poeppigiana*) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*). I. Efecto de la adición de follaje al suelo sobre la producción y calidad de la biomasa.**
(H.F. Libreros, J.E. Benavides, D. Kass y D. Pezo) 453 ✓
- Productividad de una plantación asociada de Poró (*Erythrina poeppigiana*) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*). II. Movilización de minerales.**
(H. Libreros, J.E. Benavides, D. Kass y D. Pezo)..... 475 ✓
- Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa de Morera (*Morus* sp.).**
(J.E. Benavides, M. Lachaux y M. Fuentes)..... 495 ✓
- Efecto de la frecuencia de poda y el nivel de fertilización nitrogenada, sobre el rendimiento y calidad de la biomasa de Morera (*Morus* spp.) en el trópico seco de Guatemala.**
(C. Rodríguez, R. Arias y J. Quiñones) 515 ✓

Efecto de la frecuencia de poda y la aplicación de estiércol sobre la producción de biomasa de Amapola (*Malvaviscus arboreus*).
(G.Z. López, J.E. Benavides, M. Kass, y J. Faustino)531

Observaciones sobre la producción de biomasa de Jocote (*Spondias purpurea*) y Clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*) en la época de sequía según diferentes intervalos de poda.
(J. Rojas, M.A. Vallejo y J.E. Benavides)545 ✓

Podas estratégicas en cercos vivos de Piñón cubano (*Gliricidia sepium*) para la producción de forraje en la época seca.
(M. Hernández y J.E. Benavides)559 ✓

Conservación de suelos en parcelas de elevada pendiente con plantación de leñosas forrajeras y pasto.
(J. Faustino)583 ✓

Capítulo V. Evaluaciones socio-económicas de módulos agroforestales.

Evaluación bioeconómica de un módulo agroforestal con cabras en el trópico húmedo.
(F.J. Oviedo, J.E. Benavides y M.A. Vallejo).....601 ✓

Información económica sobre la actividad caprina con pequeños agricultores en Puriscal, Costa Rica.
(E. Martínez y H. Froemberg)631

Evolución de los sistemas de alimentación en explotaciones caprinas de Costa Rica.
(A. Castro, C. Marín y J.E. Benavides).....649

Capítulo VI. Características botánicas de leñosas forrajeras.

Características botánicas, usos y distribución de los principales árboles y arbustos con potencial forrajero de América Central.
(M.A. Vallejo y F.J. Oviedo).....663 ✓

Índice de materias697

Efecto de la procedencia, posición en la rama y tipo de siembra en el establecimiento de estacas de Sauco amarillo (*Sambucus canadensis*) en Puriscal, Costa Rica*

Juan Áraya¹ y Jorge Benavides².

Introducción

En el trópico de América Central, la base alimenticia para los rumiantes son las gramíneas que generalmente, por su bajo contenido en nutrimentos, no permiten la obtención de satisfactorios niveles de producción de leche y ganancia de peso. La identificación y caracterización de forrajeras arbustivas ha mejorado mucho las posibilidades de nutrición animal al aportar alimentos con altos niveles de proteína y digestibilidad. En tal sentido destaca el Sauco amarillo (*Sambucus canadensis*) por su elevado valor nutricional. En anteriores trabajos realizados en Puriscal, Costa Rica, esta especie se encuentra entre las doce mejores encontradas, entre cincuenta analizadas en el laboratorio. Su follaje tiene valores de proteína cruda de 28,5% y de digestibilidad *in vitro* de la materia seca de 64,4% (Araya, 1991). Mendizabal (1991), en el Altiplano Occidental de Guatemala, encontró valores de 29,0% de proteína y 65,0% de digestibilidad para el Sauco Negro (*Sambucus mexicana*).

El Sauco amarillo pertenece a la familia caprifoliaceae y es común en todo el continente Americano. Es un árbol ramificado de dos a ocho metros de altura, con hojas lobuladas y flores de color blanco en las cimas, fragantes compuestas de tres a siete pétalos (Ocampo, 1985). Este género es típico de zonas con clima templado, aunque se observa también en altitudes inferiores a los 1000 msnm. En América Central abunda en el Altiplano Occidental de Guatemala y en Costa Rica en las faldas de las montañas que bordean la Meseta Central. Tradicionalmente se utiliza para cercas vivas, como planta medicinal y su fruto para la fabricación de mermelada. Se le atribuyen cualidades de diurético, estimulante y sudorífico, por lo que es usado en resfríos y catarros (Bernal y Correa, 1990).

*/ Presentado en el 1er. Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores. Esquipulas, Chiquimula, Guatemala. Nov., 1992.

1/ Ing. Agr. Zoot. Centro Agrícola Cantonal de Puriscal, Costa Rica.

2/ M.Sc. Unidad de Árboles Forrajeros y Rumiantes Menores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica

El Sauco por sus bondades nutricionales y su buena capacidad de rebrote, puede representar una adecuada alternativa para mejorar la disponibilidad de alimento y la calidad de la dieta de los animales. En Guatemala se reportan niveles de consumo de 1,8 kg/100 kg PV en cabras estabuladas cuando se suministra como suplemento a una dieta basal de pasto (Marroquín, 1989)

Aunque se sabe que la propagación por estaca es el método más utilizado, existe poca información cuantitativa sobre su capacidad de germinación. En Guatemala se reportan variaciones en el rebrote y en el enraizamiento de estacas en relación a localidad y temperatura (Mendizábal¹, 1992). Por otro lado se conoce que la germinación de estacas en algunas leñosas está relacionada con la posición relativa de la misma en la rama de donde proviene. Datos obtenidos con Poró (*Erythrina poeppigiana*) indican mayor producción y mejor enraizamiento, de las estacas provenientes de la parte basal y media de las ramas, que las de posición apical. Además, la mortalidad de estacas apicales fue de 61%, contra 33 y 16% que se encontró en las estacas basales y medias, respectivamente (Sánchez y Flores, 1989).

Uno de los propósitos de la investigación con árboles forrajeros es el desarrollo de formas de manejo agronómico fácilmente utilizables por los productores. En tal sentido el presente trabajo tiene como objetivo el de generar información que permita plantear recomendaciones sobre las formas más adecuadas y prácticas de propagación de las estacas de Sauco.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en las instalaciones del Colegio Agropecuario de Puriscal, Costa Rica y consistió en una prueba de establecimiento de estacas de Sauco amarillo a nivel de invernadero. Los sitios de procedencia de las estacas fueron Acosta a 1200 msnm y con una precipitación promedio de 2300 mm; y Puriscal a 900 msnm y una precipitación anual de 2500 mm. Ambas localidades corresponden a la zona de vida denominada Bosque Húmedo Tropical (Holdridge, 1978).

Se utilizó un diseño de bloques al azar con un arreglo factorial con tres repeticiones. Los factores en estudio fueron el

1/ Comunicación personal. M.Sc. Programa de Especies Menores. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Guatemala.

sitio de procedencia, la posición de la estaca en la rama de origen y la posición de siembra. Las posiciones de la estaca en la rama de la cual procede fueron basal, media y apical y las posiciones al plantado fueron vertical e inclinada en un ángulo de 45°.

Se trabajó en tres bloques distribuidos al azar con 12 parcelas por bloque y 15 estacas por parcela. La distancia de siembra fue de 0,25 cm entre estacas. Se efectuaron conteos de rebrotes cada 26 días, definiendo la posición de estos rebrotes en la estaca a nivel basal, media o apical. Se programaron tres lecturas durante el experimento que duró 78 días.

Las estacas utilizadas fueron tomadas de árboles bajo crecimiento natural con un largo de 40 cm y diámetros entre 1,5 y 5 cm. El material fue cortado en luna menguante y sembrado inmediatamente después.

El sustrato utilizado se preparó con tierra, burucha de madera, ceniza de cascarilla de arroz, estiércol de cabra, en proporciones de 3:3:3:1, respectivamente. El material fue tratado con nematicida, insecticida y fungicida para garantizar raíces sanas y reducir el efecto de enfermedades.

Las variables que se midieron fueron el porcentaje de rebrote o viabilidad, el número de rebrotes y la posición de estos en las estacas.

Resultados y discusión

No se encontraron diferencias estadísticas significativas para casi ninguna de las variables en estudio. Los valores encontrados fueron altos y similares en todos los casos.

La viabilidad promedio de las estacas fue de 91%, lo cual reafirma la factibilidad de la reproducción por medio de este tipo de material vegetativo (Cuadro 1). De acuerdo al cuadro, las estacas que mejor rebrotaron fueron las de posición terminal en la rama. Por otra parte la mayor cantidad, y el mayor vigor de los rebrotes, se concentró en las estacas que provienen de la parte basal de las ramas, posiblemente debido a la presencia de más yemas y reservas.

En cuanto a la posición de los rebrotes en la estaca se observó mayor vigor y mayor número en la parte terminal de la

misma (Cuadro 2). Esto podría estar influido por la competencia por luz y por la concentración de hormonas en los ápices de las estacas.

Cuadro 1. Número de rebrotes y viabilidad de estacas de Sauco amarillo según su posición en la rama de origen.

Variable	Origen de la estaca en la rama		
	Basal	Medial	Apical
Germinación, %	91,0	89,0	93,0
Rebrotes/estaca, N°	4,7	4,0	4,1

Cuadro 2. Número de rebrotes de Sauco amarillo según su posición en la estaca.

Variable	Posición en la estaca		
	Basal	Medial	Apical
Rebrotes, N°	1,1 ^b	1,4 ^{ab}	1,8 ^a

Valores con igual número horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,07$.

El número de rebrotes varió con el tiempo. Entre los 26 y los 52 días después de la siembra, la cantidad de rebrotes aumentó alrededor de un 22% (Cuadro 3). Pero este incremento se perdió, a los 78 días, posiblemente debido a la dominancia de brotes superiores que demandaron más nutrimentos y crearon un efecto de sombra provocando la desaparición de los rebrotes inferiores.

Cuadro 3. Variación en el tiempo del número de rebrotes en estacas de Sauco amarillo.

Variable	Días después de la siembra		
	26	52	78
Rebrotes/estaca, N°	4,4 ^b	5,4 ^a	4,3 ^b

$p < 0,07$.

Hubo un efecto de la procedencia sobre la viabilidad de las estacas, obteniéndose mejores resultados en las estacas procedentes de Puriscal (Cuadro 4). Es muy posible que esta diferencia esté dada más por razones de manejo que por la procedencia, ya que el largo traslado desde Acosta a Puriscal puede haber afectado el material.

Cuadro 4. Efecto de la procedencia sobre la viabilidad de estacas de Sauco amarillo.

Variable	Procedencia	
	Acosta	Puriscal
Germinación de estacas, %	88,0	94,0

En el Cuadro 5 puede observarse que con la posición inclinada se obtuvo mayor éxito y mayor número de rebrotes que con la posición vertical. Posiblemente esto esté asociado a una mejor ubicación de las yemas con respecto a la luminosidad y a una distribución de los rebrotes menos competitiva en la estaca.

Cuadro 5. Efecto del tipo de siembra sobre la viabilidad y número de rebrotes por estaca de Sauco amarillo.

Variable	Posición de siembra	
	Vertical	Inclinada
Germinación de estacas, %	89,0	93,0
Rebrotes por estaca, N°	4,2	4,3

Conclusiones

- a) El uso de estacas es un buen método de propagación de Sauco amarillo (*Sambucus canadensis*), confirmando su uso como un método práctico a nivel de finca.
- b) En general, la mayor cantidad y el mayor vigor de los rebrotes se observó en la parte terminal de las estacas cualquiera que fuese su posición original en la rama.

- c) La menor viabilidad observada en el material de Acosta con respecto al de Puriscal puede estar determinada por los daños ocurridos a las estacas durante el transporte, más que por un efecto de procedencia y por la adaptación de las estacas al ambiente del cual provienen.

Recomendaciones

- a) Es recomendable utilizar estacas de la misma zona donde se van a reproducir para aprovechar las ventajas de su adaptación al ambiente y para evitar daños mecánicos durante el transporte.
- b) Debido a la mayor cantidad y mejor vigor de los rebrotes en las estacas basales y donde la adquisición de estacas no sea un factor limitante es recomendable utilizar estacas procedentes de la parte basal de las ramas

Reconocimiento

Este trabajo fue realizado con el apoyo financiero de la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) por medio del Proyecto Árboles forrajeros/Cabras CATIE/GTZ y del Proyecto PRODAF. Así mismo se contó con el apoyo técnico y financiero del Proyecto CATIE/RENARM/CUENCAS. El trabajo fue conducido por personal del Centro Agrícola Cantonal de Puriscal y del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.

Bibliografía

- ARAYA, J. 1991. Identificación y caracterización de especies de árboles y arbustos con potencial forrajero en la región de Puriscal, Costa Rica. *In* Reunión Anual del Programa de Cabras del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (3., 1991, El Zamorano, Hond.). Memorias, Tegucigalpa, Hond., SRN. p.irr. (mimeo.).
- BERNAL, H.Y.; CORREA, J.E. 1989. Especies vegetales promisorias de los países del Convenio Andrés Bello. Bogotá, Col., PREVEGAB-SECAB. Tomo 2, 462 p.

- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. IICA. Serie de Libros y Materiales Educativos. Nº 34. 276 p.
- MARROQUIN, F. 1990. Estudio preliminar del consumo de Sauco Negro (*Sambucus mexicana*) por cabras estabuladas. *In* Reunión Anual del Programa de Cabras del CATIE (2., 1990, Puriscal, C.R.). Memorias. Puriscal, C.R., CATIE. p. irr.
- MARROQUIN, F. 1989. Informe Técnico del Programa de Especies Menores del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola. Quezaltenango, Guatemala, Gua., [Instituto de Ciencia y Tecnología]. p. irr.
- MENDIZABAL, G. 1991. Utilización del follaje de plantas silvestres en la alimentación de rumiantes en el Altiplano Occidental de Guatemala. *In* Reunión Anual del Programa de Cabras del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (3., 1991, El Zamorano, Hond.). Memorias, Tegucigalpa, Hond., SRN. p. irr. (mimeo.).
- OCAMPO, R. 1983. Algunas plantas medicinales de región Atlántica. Instituto de Desarrollo Agrario. San José, C.R., Publicaciones IDA. 42 p.
- OCAMPO, R.; MAFFIOLI, A. 1985. El uso de algunas plantas medicinales en Costa Rica. San José, C.R. Editorial Trejos. v.1, 95 p.
- SANCHEZ, G.; FLORES, R. 1989. Efecto de la topófisis y profundidades de siembra sobre el enraizamiento de estacas de *Erythrina poeppigiana*. *In* CATIE. *Erythrina* spp.- Fase I, Informe Técnico final del Proyecto. Turrialba, C.R. IDRC-CRDI-CIID. p. 82-85 [Informe 217s].

Efecto de la especie y de la posición en el tallo sobre la germinación de estacas de Tora blanca y Tora morada (*Verbesina* sp.) en Puriscal, Costa Rica*

Uta Strehle ¹, Alvaro Granados ²,
Miguel Vallejo ³ y Jorge Benavides ⁴.

Introducción

La Tora blanca (*Verbesina turbacensis* H.B.K.) y la Tora morada (*Verbesina myriocephala*) pertenecen a la familia Asteraceae y se conocen en la zona de Puriscal, Costa Rica, como malezas; encontrándose abundantemente en las orillas de los caminos y en matorrales. Es un arbusto de hojas lobuladas con una altura de 2 a 3 metros y con buena capacidad de rebrote (Araya, 1991). Sus flores son blancas, en panojas, y aparecen al final del mes de noviembre. Es comúnmente utilizada en la alimentación de conejos y para la fabricación de jaulas para pájaros.

El potencial forrajero de las dos especies está dado por su elevado contenido de proteína cruda (22,6% para la Tora blanca y 23,0% para la Tora morada) y su alta digestibilidad *in vitro* de la materia seca (73,6% y 71,5% para la Tora blanca y morada, respectivamente) (Araya, 1991). Tal calidad nutricional ubica a estas especies dentro de las arbustivas con mayor potencial para la alimentación de rumiantes, encontradas en Puriscal.

Debido a que se desconocen los métodos de propagación de estos arbustos se hace necesario generar información al respecto que permita evaluar los factores limitantes que pueden influir en su reproducción y orientar su uso como especie forrajera. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue el de conocer la capacidad de propagación de estas especies por medio de material vegetativo. Así mismo, se busca generar información que permita conocer los factores que pueden influir sobre este método de establecimiento.

*/ Presentado en el 1er. Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores. Esquipulas, Chiquimula, Guatemala. Nov., 1992.

1/ Estudiante forestal. Universidad Ludwig-Maximilian, Munich, Alemania.

2/ Dip. Agr. Centro Agrícola Cantonal de Puriscal, Costa Rica.

3/ Ing. Agr. Zoot. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

4/ M.Sc. Unidad de Agroforestería y Rumiantes Menores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en el invernadero de la finca del Colegio Agropecuario de Puriscal, San José, Costa Rica entre junio y agosto de 1992. Puriscal se encuentra localizado a 43 km al suroeste de San José, alrededor de los 9°, 39' latitud norte, y 84° y 20' latitud oeste. Por su topografía quebrada, la altitud oscila desde los 50 m hasta los 1270 msnm. La precipitación pluvial promedio es de 2400 mm anuales con un período prolongado de sequía (5-6 meses). La zona de vida a la que pertenece se denomina Bosque Húmedo Tropical (Holdridge, 1987) .

El análisis de la información se efectuó a través de un diseño irrestricto al azar con un arreglo factorial y cuatro repeticiones. La información se analizó con el Programa estadístico SAS (SAS Institute, 1985) en la Sección de Cómputo del CATIE.

Los tratamientos fueron la especie (Tora blanca y morada) y la ubicación de la estaca en el tallo (basal, media y apical). Las variables a medir fueron: número y % de estacas rebrotadas; número y % de estacas vivas; % de sobrevivencia; número de rebrotes basales, mediales, apicales y totales y altura y peso promedio de los rebrotes.

Para la ejecución del experimento, se construyó un cajón de germinación de madera de 5 x 6 m al nivel del suelo, utilizando tablas de 30 cm de ancho. La mezcla utilizada se preparó con 3 partes de tierra, 3 partes de ceniza, 3 partes de burucha de madera, y 1 parte estiércol de cabra tratada con nematicida, insecticida y fungicida. El material se homogenizó hasta completar una capa de 25 cm de profundidad. De cada especie se colectaron 180 estacas procedentes de la zona de Puriscal, 60 de cada posición en el tallo. La distribución de los tratamientos en las parcelas se hizo al azar.

Las mediciones se efectuaron cada 15 días hasta completar 90 días en total. En cada medición se cuantificó el número de rebrotes basales, mediales y apicales y el número de estacas vivas y muertas. En la última lectura se procedió a contar el número total de rebrotes, así como el largo y el peso de los mismos.

Resultados y discusión

Efecto de especie

En el Cuadro 1 puede apreciarse el efecto de la especie sobre diferentes variables de viabilidad durante la lectura inicial, 15 días después de plantar las estacas. Todas las variables analizadas mostraron diferencias significativas, lo que implica un comportamiento diferente entre las dos especies. La Tora morada es la que presenta los mayores valores en cuanto a porcentaje de estacas rebrotadas y vivas y en cuanto al número de rebrotes.

Cuadro 1. Capacidad de rebrote y de supervivencia de estacas de Tora blanca y Tora morada a las dos semanas de plantación.

Variable	Especie	
	Tora blanca	Tora morada
Estacas rebrotadas, % ¹	24,5 ^b	87,2 ^a
Estacas vivas, %	53,9 ^b	94,4 ^a
Estacas rebrotadas, N°	3,7 ^b	13,1 ^a
Estacas vivas, N°	8,1 ^b	14,2 ^a
Rebrotes/estaca, N°	1,6 ^b	3,0 ^a

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,001$.

El Cuadro 2 muestra los resultados de viabilidad durante la última lectura (a los 90 días). Puede observarse que la Tora morada mantuvo su ventaja en cuanto a los porcentajes de estacas rebrotadas y de estacas vivas. Sin embargo en ambas especies se observó una fuerte disminución de estos parámetros entre los 15 y los 90 días después de la siembra. De acuerdo al bajo número de estacas rebrotadas, no se justifica la utilización de este método de propagación en la Tora blanca. Se puede observar que, a los 90 días, el número de rebrotes por estaca fue similar entre ambas especies. Así mismo, en ambas especies, el número de rebrotes por estaca es mayor en la parte apical (Figura 1).

Cuadro 2. Capacidad de rebrote y de supervivencia de estacas de Tora blanca y morada a los tres meses de siembra.

Variable	Especie	
	Tora blanca	Tora morada
Estacas rebrotada, % ¹	22,2 ^b	57,8 ^a
Estacas vivas, %	23,4 ^b	57,8 ^a
Estacas rebrotadas, N°	3,3 ^b	8,7 ^a
Estacas vivas, N°	3,5 ^b	8,7 ^a
Rebrotos totales/estaca, N°	2,4	2,3

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,001$.

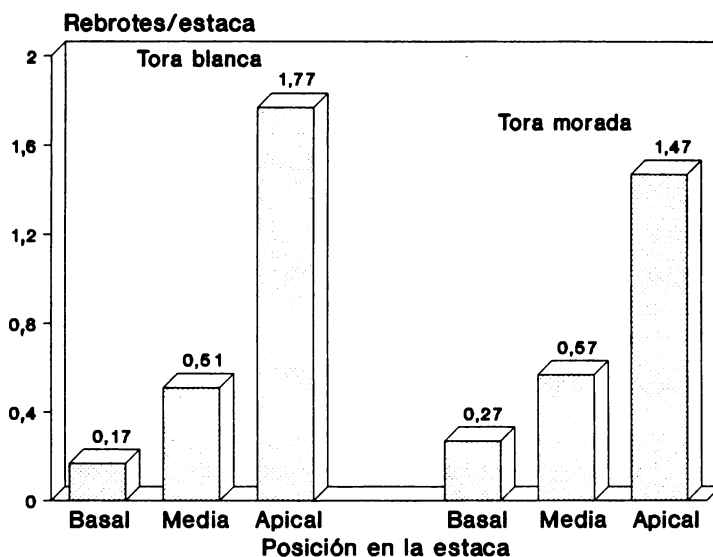


Figura 1. Número de rebrotos de Tora blanca y Tora morada según la posición en la estaca.

El Cuadro 3 y las Figuras 2 y 3, muestran la variación, por lectura, de los parámetros de viabilidad de ambas especies. Puede observarse que la Tora morada mantiene su superioridad sobre la Tora blanca en todas ellas. También puede observarse que mientras el nivel de rebrote de la Tora blanca se incrementa hasta los 45 días para luego disminuir, en la de Tora morada alcanza su mayor valor en los primeros 15 días para

luego empezar a descender paulatinamente hasta los 90 días. El mismo fenómeno ocurre para el número de rebrotes por estaca. En ambas especies la supervivencia disminuye en forma constante desde los 15 días.

Cuadro 3. Variación en el tiempo del número de rebrotes de estacas de Tora blanca

Variable	Días después de la siembra					
	15	30	45	60	75	90
Tora blanca	1,6	2,4	2,7	2,5	2,3	2,4
Tora morada	3,0	2,8	3,0	2,5	2,2	2,3

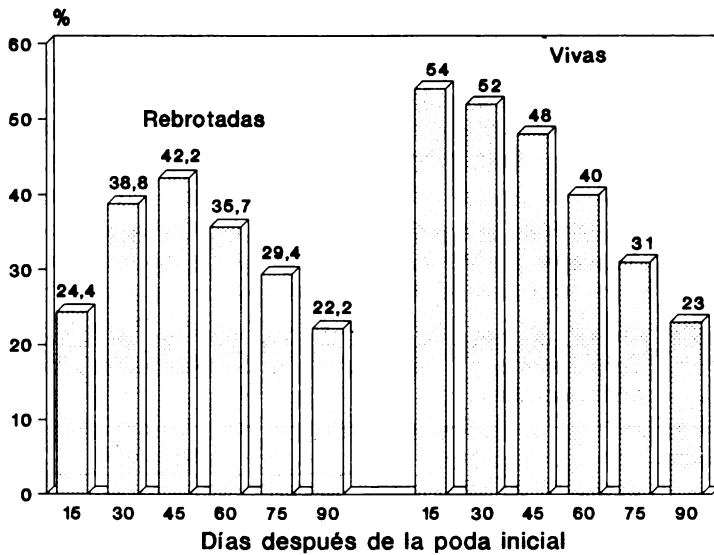


Figura 2. Variación en el tiempo del porcentaje de estacas vivas y rebrotadas de Tora blanca.

Los resultados del Cuadro 4, muestran las variables relacionadas a las características de los rebrotes en la lectura a los 90 días para cada especie. En todos los casos la Tora morada fue superior a la Tora blanca. El gran tamaño de los rebrotes indica que a esta fecha las estacas que sobrevivieron estaban bien enraizadas. En términos generales, los resultados

observados evidencian la mayor capacidad de reproducción por material vegetativo de la Tora morada.

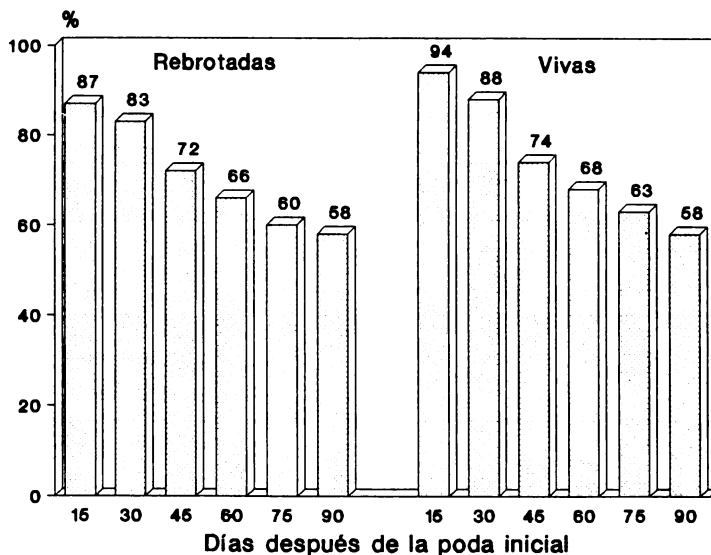


Figura 3. Variación en el tiempo del porcentaje de estacas vivas y rebrotadas de Tora morada.

Cuadro 4. Altura, diámetro y peso de los rebrotes de estacas de Tora blanca y Tora morada a los tres meses después de la siembra.

Variable	Especie	
	Tora blanca	Tora morada
Altura rebrote, m	0,6	0,9
Diámetro rebrote, cm ¹	3,9 ^b	4,6 ^a
Peso rebrote, g	80,6	109,7

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,001$.

Efecto de la posición de la estaca en la rama de origen

En el Cuadro 5 se observan los valores de viabilidad por efecto de la posición de la estaca en la rama de origen durante la lectura a los 15 días de plantación. En todos los casos se

observó que aproximadamente la mitad de las estacas había rebrotado. No se encontraron diferencias en cuanto a la viabilidad, a tal edad, por efecto de este factor.

Cuadro 5. Efecto de la posición de la estaca de Tora en la rama de origen sobre su capacidad de rebrote y supervivencia a las dos semanas de siembra.

Variable	Posición en el tallo		
	Basal	Medial	Apical
Estacas rebrotadas, %	54,2	59,2	54,2
Estacas vivas, %	76,7	75,8	70,0
Estacas rebrotadas, N°	8,1	8,9	8,1
Estacas vivas, N°	11,5	11,4	10,5
Rebrotos/estaca	2,0	2,5	2,4

El Cuadro 6 muestra el efecto de la posición de la estaca en el tallo sobre las variables de viabilidad a los 90 días de la siembra. Existen diferencias significativas para el número y porcentaje de estacas rebrotadas y vivas, lo que implica que estas variables están afectadas por la posición de la estaca en el tallo. Se puede observar que la viabilidad disminuye a medida que la estaca es más joven, debido probablemente a una mayor madurez de la parte basal de la rama y que implica una mayor acumulación de reservas para permitir el rebrote de las estacas.

Cuadro 6. Efecto de la posición de la estaca de Tora en la rama de origen sobre su capacidad de rebrote y supervivencia a los tres meses de siembra.

Variable	Posición en el tallo		
	Basal	Medial	Apical
Estacas rebrotadas, % ¹	52,5 ^a	39,2 ^{ab}	28,3 ^b
Estacas vivas, %	52,5 ^a	39,2 ^{ab}	30,0 ^b
Rebrotos basales, N°	0,2	0,3	0,2
Rebrotos mediales, N°	0,8 ^a	0,4 ^b	0,5 ^b
Rebrotos apicales, N°	1,6	1,8	1,5
Rebrotos/estaca, N°	2,5	2,5	2,1

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,001$.

El efecto de la posición de la estaca en el tallo sobre la altura, diámetro y peso de los rebrotes a los 90 días se muestran en el Cuadro 7. La mayor altura promedio de los rebrotes se observó en la estaca basal. Los diámetros y peso mayores fueron para la estaca medial, encontrándose diferencias significativas para el diámetro de las estacas.

Cuadro 7. Efecto de la posición de la estaca de Tora en la rama de origen sobre la altura, diámetro y peso de los rebrotes a los tres meses de siembra.

Variable	Posición en el tallo		
	Basal	Medial	Apical
Altura rebrote (cm)	1,3	0,5	0,4
Diámetro rebrote (cm) ¹	4,4 ^a	4,6 ^a	3,7 ^b
Peso rebrote (g)	84,6	118,8	82,2

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,01$.

Conclusiones y recomendaciones

- a) Las estacas de estas dos especies presentan problemas de viabilidad, principalmente las de la Tora blanca.
- b) Los porcentajes de supervivencia de las estacas decayeron fuertemente luego de las primeras dos semanas después de la siembra. Deben de estudiarse métodos para mejorar el enraizamiento de estas estacas.
- c) La posición de las estacas en la rama afecta la viabilidad, siendo mayor en aquellas que proceden de la parte basal. Este efecto es mucho más marcado en las estacas de Tora morada.
- d) El mayor número y mayor tamaño de los rebrotes se encuentra en la parte apical de las estacas. No es recomendable utilizar estacas provenientes de la porción apical de las ramas debido a su bajo nivel de rebrote.
- e) De acuerdo a estos resultados no es recomendable la reproducción de Tora blanca por estaca. En el caso de la Tora morada se deben plantar más de dos estacas por sitio.

Reconocimiento

Este trabajo fue realizado con el apoyo financiero de la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) por medio de los Proyectos Agroforestal CATIE/GTZ y PRODAF, y por medio del Proyecto CATIE/RENARM/CUENCAS. El trabajo fue conducido por personal del Centro Agrícola Cantonal de Puriscal y del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.

Bibliografía

ARAYA, J. 1991. Identificación y caracterización de especies de árboles y arbustos con potencial forrajero en la región de Puriscal, Costa Rica. *In* Reunión Anual del Programa de Cabras del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (3., 1991, El Zamorano, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Hond., SRN. p.irr. (mimeo.).

ESTADOS UNIDOS. SAS INSTITUTE. 1985. User's guide: Statistical. 5 ed. Cary, N.C., EE.UU. p. 255-315, 749-762.

HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. IICA. Serie de Libros y Materiales Educativos. Nº 34. 276 p.



Producción y calidad del forraje de King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*) en asociación*

Jorge Benavides ¹, Roberto A. Rodríguez ²
y Rolain Borel ³.

Resumen

Bajo un diseño de bloques al azar en un arreglo factorial, se evaluó durante dos años, el rendimiento y la calidad de la biomasa producida por una asociación de árboles de Poró (*Erythrina poeppigiana*) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) en condiciones de trópico húmedo.

Los tratamientos fueron dos densidades de siembra (1667 y 3333 árboles/ha) y dos frecuencias de poda (3 y 4 podas/año) del Poró, más un tratamiento testigo con sólo pasto. Comparando los resultados de la asociación con el testigo se obtuvieron respectivamente los siguientes resultados: mayor producción de materia seca (MS) total (30,9 vs 22,8 tm/ha, $p < 0,05$); similar producción de MS del pasto (22,1 vs 22,9 tm/ha); mayor contenido de proteína cruda (PC) del pasto 6,06 vs 4,74%, $p < 0,05$) y mayor producción de PC total (2822 vs 1027 kg/ha, $p < 0,01$).

Bajo la mayor densidad del Poró se obtuvo la producción más alta de MS total (33,4 vs 28,5 tm/ha, $p < 0,05$); similar producción de MS de pasto (22,7 vs 21,5 tm/ha); mayor producción de MS de Poró (11,3 vs 6,53 vs 5,60, $p < 0,05$) y mayor producción de PC total (3328 vs 2318 kg/ha, $p < 0,01$) que la obtenida con la menor densidad de siembra. Con la mayor frecuencia de poda los resultados muestran similar producción de MS total (30,7 vs 31,2 tm/ha); de MS de pasto (22,7 vs 21,5 tm/ha); de MS de Poró (9,7 vs 8,0 tm/ha) y de PC total (2720 vs 2925 kg/ha).

*/ Trabajo original en las memorias del Symposium sur l'alimentation des ruminants en milieu tropical (1., 1989, Point-à-Pitre, Guadeloupe, France). Paturages et alimentation des ruminants en zone tropicale humide.

1/ M.Sc. Unidad de Agroforestería con Rumiantes Menores, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

2/ M.Sc. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Guatemala.

3/ Ph.D. Universidad para la Paz, Costa Rica.

Antecedentes

Se conoce, en América Central, que el follaje de árboles es utilizado como alimento para rumiantes (Ammour y Benavides, 1987) sin embargo, salvo escasas excepciones, no existen prácticas agronómicas tradicionales dirigidas a la explotación racional de este recurso.

Varias especies de árboles han mostrado características apropiadas para la producción de follaje como son la tolerancia de podas intensas, alta capacidad de rebrote, adecuados niveles de producción de biomasa comestible, versatilidad para el manejo de la semilla y la siembra y altos contenidos de nutrimentos para los animales (Solano, 1983). También, muchas de las especies son leguminosas que, por su capacidad de fijación de nitrógeno, aportan un beneficio adicional al suelo.

Dentro de los árboles con potencial forrajero, el Poró Gigante (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook), es uno de los que ha recibido más atención en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, (CATIE), por los numerosos propósitos con que es utilizado. Es una leguminosa arbórea de la sub-familia Papilionaceae, ampliamente utilizado en Costa Rica como árbol de sombra para café y cacao, y en cercas vivas (Russo, 1985). Su follaje posee alto contenido de proteína cruda y es utilizado con buenos resultados productivos por rumiantes menores (Benavides, 1986). Tolerante a la poda, es un árbol que puede plantarse por semilla botánica o por estaca y que puede producir elevados niveles de biomasa (Russo, 1985).

Por otra parte el King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) es una gramínea de crecimiento erecto, porte alto y que produce altos niveles de biomasa por unidad de área. Tradicionalmente se usa como pasto de corte y se encuentra distribuido en todo el Istmo Centroamericano, Cuba y Colombia (Rodríguez, 1985).

Debido a la poca información existente sobre sistemas agroforestales que contemplen el uso productivo del follaje de árboles y pasto de corte en asociación, se montó el presente experimento con el objetivo de evaluar una alternativa agroforestal que permitiera aumentar la calidad y cantidad de forraje y contribuir a racionalizar el uso de la tierra.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en condiciones de trópico húmedo en Turrialba, Costa Rica (2636 mm de lluvia, 22,3°C y 602 msnm) y fue establecido bajo un diseño de bloques completos al azar, bajo un arreglo factorial y con tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en dos densidades de establecimiento (1667 y 3333 árboles/ha) y dos frecuencias de poda (3 y 4 podas/año) del Poró. Así mismo se estableció un tratamiento testigo con sólo pasto.

El Poró se plantó a 0,5 m. de profundidad por medio de estacas de 2,5 metros de largo, y con 0,1 m de diámetro. El pasto se sembró a 0,2 m entre plantas y 1,0 m entre hileras. Durante el tiempo que duró el trabajo no se aplicó fertilizante ni se controlaron malezas. El pasto se cortó cuando alcanzó una altura promedio de 2 m a intervalos variables de tiempo de acuerdo a la época del año. Todo el material cortado de Poró y King grass se retiró siempre de las parcelas experimentales. Las variables evaluadas fueron producción de MS (pasto, Poró, total y comestible), contenido y producción de proteína cruda (PC) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS).

Resultados

La biomasa total producida (Poró + pasto) en los dos años de evaluación fue 35,5% superior para los tratamientos con árboles y pasto (asociación) que para el testigo (Figura 1). El factor que más afectó la producción de MS total fue la densidad de siembra, no observándose diferencias significativas ($p < 0,05$) con relación a la frecuencia de poda (Figura 2). En promedio el Poró aportó el 23 y 36% de la biomasa total producida en la asociación en el primer y segundo año respectivamente. El aumento de la proporción del Poró en el segundo año se debe a una marcada disminución de la producción de pasto y a un ligero aumento en la producción del árbol.

La producción del pasto en la asociación fue similar a la obtenida en el testigo (Cuadro 1), sin embargo en ambos casos decayó notablemente durante el segundo año. No se observaron diferencias debidas a factores experimentales, sin embargo, el rendimiento decayó más bajo la mayor densidad de siembra y la menor frecuencia de poda de los árboles, lo cual coincide con la menor incidencia de luz sobre el pasto (Cuadro 2). Al relacionar

los datos de intercepción de luz solar (fotómetro) con la producción de biomasa del pasto se encontró una función $Y = 5781e^{0,0126x}$ ($r^2 = 0,84$ $p < 0,05$), donde Y es la disminución de la producción de MS del pasto y X el porcentaje de intercepción de la luz.

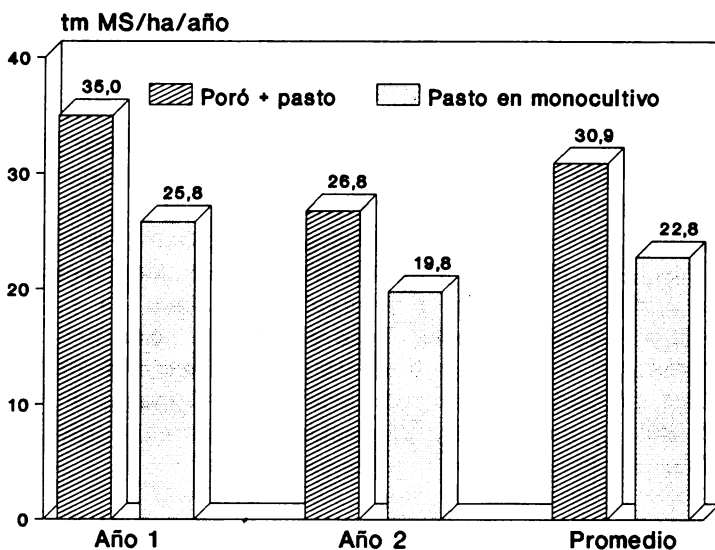


Figura 1. Producción de biomasa total de King grass y Poró establecidos en asociación y del pasto en monocultivo.

En los árboles es más evidente, que en el pasto, el efecto de los factores experimentales sobre la producción de biomasa. La mayor producción de follaje se obtuvo con la mayor densidad de siembra y la menor frecuencia de poda (Cuadro 3). Al contrario de lo observado en el pasto, el Poró, en conjunto incrementó la producción en 19% durante el siguiente año. El tratamiento de más producción fue el de mayor densidad y mayor frecuencia de poda con 12,6 tm MS/ha/año.

El contenido de PC del pasto fue 27% mayor en la asociación que en el testigo (Cuadro 4). La densidad de siembra tuvo un efecto mayor que la frecuencia de poda sobre este parámetro (Cuadro 5). Existió una importante relación entre el porcentaje de intercepción de luz solar por los árboles (X), y el contenido de PC del pasto (Y1) que se evaluó mediante la

regresión $Y1 = 4,69e^{0,064x}$ ($r^2 = 0,86$; $p < 0,05$). Hacia el segundo año, el contenido de proteína del pasto aumentó en todos los tratamientos.

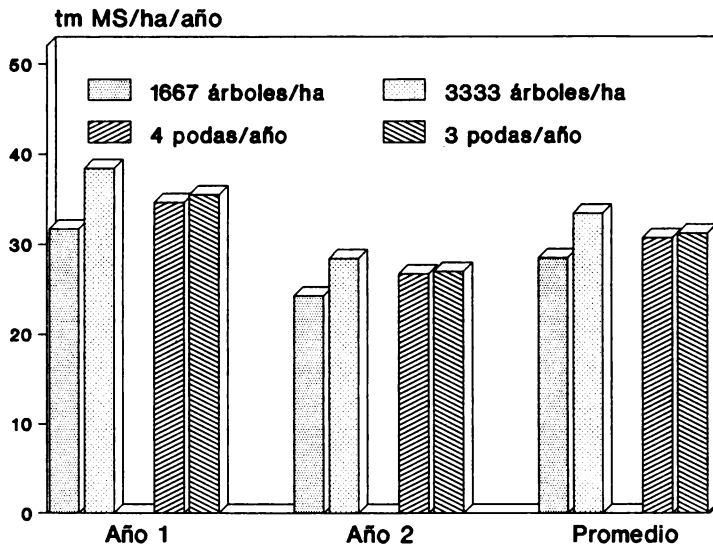


Figura 2. Producción de biomasa total de King grass y Poró establecidos en asociación según densidad de siembra y frecuencia de poda.

Cuadro 1. Producción de materia seca (tm/ha/año) de King grass sembrado en asociación con Poró y en monocultivo.

Año	Promedio asociación	Testigo Sin árboles
1	27,0 ^a	25,8 ^a
2	17,3 ^b	19,8 ^a
Promedio	22,1 ^a	22,9 ^a

Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p < 0,05$

Cuadro 2. Producción de materia seca (tm/ha/año) de King grass en asociación con Poró según densidad de siembra y frecuencia de poda del Poró.

Año	Arboles/ha		Podas/año	
	1667	3333	4	3
1	26,5	27,4	26,9	27,0
2	17,7	16,8	18,5	16,0
Promedio	22,1	22,1	22,7	21,5

Cuadro 3. Producción de materia seca (tm/ha/año) de Poró asociado con King grass según densidad de siembra y frecuencia de poda del Poró.

Año	Arboles/ha		Podas/año		Promedio
	1667	3333	4	3	
1	5,2 ^b	10,9 ^a	8,4 ^a	7,7 ^a	8,1
2	7,6 ^b	11,6 ^a	10,9 ^a	8,2 ^b	9,6
Promedio	6,4 ^b	11,3 ^a	9,7 ^a	8,0 ^a	8,8

Valores con la misma letra horizontal no difieren estadísticamente, P<0,05

Cuadro 4. Contenido de proteína cruda (%) del King grass sembrado en asociación con Poró y en monocultivo.

Año	Promedio asociación	Testigo Sin árboles
1	5,2 ^a	4,3 ^b
2	6,9 ^a	5,2 ^b
Promedio	6,1 ^a	4,7 ^b

Valores con la misma letra horizontal no difieren estadísticamente, P<0,05

El contenido de proteína cruda de la biomasa comestible del Poró fue similar entre tratamientos y años con un valor medio de $23,4 \pm 0,6\%$. A nivel de fracciones vegetales los valores fueron de $26,3 \pm 0,7$ y $11,7 \pm 0,4\%$ para la hoja y el tallo comestible respectivamente.

Cuadro 5. Contenido de proteína cruda (%) del King grass asociado con Poró según densidad de siembra y frecuencia de poda del Poró.

Año	Arboles/ha		Podas/año	
	1667	3333	4	3
1	4,9 ^b	5,6 ^a	5,5	5,0
2	6,3 ^b	7,5 ^a	6,4	7,4
Promedio	5,6 ^b	6,5 ^a	6,0	6,2

Valores con la misma letra horizontal no difieren estadísticamente, $P < 0,05$

La producción de PC total de pasto más Poró fue 275% superior en promedio a la del testigo (Figura 3). Esta superioridad fue mayor durante el segundo año (290%). Del total producido el Poró aportó el 56% como promedio, alcanzando proporciones del 65,0% con la mayor densidad de árboles y la menor frecuencia de poda (Cuadro 6). La producción, entre los dos años, fue similar debido a que la merma en la producción del pasto fue compensada por el incremento en la de Poró, con mayor contenido en nitrógeno.

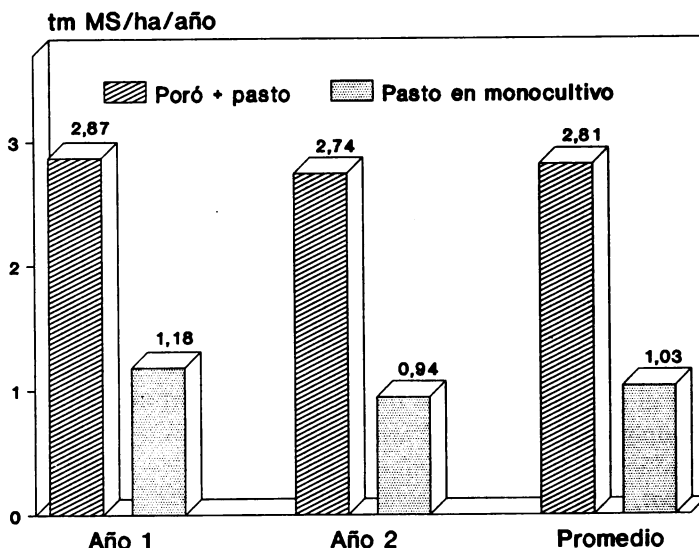


Figura 3. Producción de proteína cruda de la asociación de Poró y King grass y del pasto en monocultivo.

Cuadro 6. Producción de proteína cruda total (tm/ha/año) de Poró y King grass en asociación según densidad de siembra y frecuencia de poda del Poró.

Año	Arboles/ha		Podas/año	
	1667	3333	4	3
1	2,26 ^b	3,49 ^a	2,82	2,92
2	2,38 ^b	3,17 ^a	2,62	2,93
Promedio	2,32 ^b	3,33 ^a	2,72	2,93

Valores con la misma letra horizontal no difieren estadísticamente, $P < 0,05$

La DIVMS comestible del Poró no mostró diferencias importantes debido a factores experimentales, obteniéndose un valor promedio de $51,5 \pm 1,5\%$. Lo mismo ocurrió en el pasto con un valor promedio de $56,8 \pm 1,9\%$

Discusión

Producción de biomasa

La tendencia de los resultados obtenidos concuerda con la de otros trabajos en los cuales se han asociado gramíneas y árboles. En un estudio para evaluar el efecto de la presencia de Poró y Laurel (*Cordia alliodora*) establecidos a una sola densidad y con dos podas al año del árbol, sobre la producción de pasto Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), se encontró que el rendimiento del pasto fue mayor bajo Poró que bajo Laurel o que la del pasto sin árboles (Bronstein, 1984).

Así mismo se ha reportado que asociando Napier (*Pennisetum purpureum*) y (*Leucaena leucocephala*) se obtiene mayor producción de biomasa y proteína totales que la obtenida en pasto en monocultivo (Russo, 1984). En otro trabajo se registró que la presencia de tres especies de árboles leguminosos (*E. poeppigiana*, *Pithecelobium saman* y *Gliricidia sepium*) y una no leguminosa (*Cordia alliodora*), en una pradera mixta (*Panicum maximum*, *Paspalum fasciculatum*, *Digitaria decumbens* y *Homolepis aturensis*), no afecta la producción de las gramíneas (Dacarett y Blydenstein, 1968).

Existe poca información cuantificando el efecto de las podas y la densidad de plantación de árboles sobre el rendimiento

de gramíneas asociadas, sin embargo, tal efecto no es desconocido. En un estudio de finca en Turrialba, se reporta que la presencia de Poró a una densidad de 114 árboles/ha reduce el crecimiento del pasto y la respuesta a la fertilización nitrogenada cuando los árboles no son podados (Beer, 1980). La magnitud del efecto de los árboles sobre la pastura, depende de diferentes factores tales como cantidad y distribución de árboles por unidad de área y la arquitectura, estructura, diámetro y frondosidad de la copa (Anderson, 1978; McEwen y Diez, 1965). En el presente trabajo se encontró un $r^2=0,84$ para la función $Y=5781e^{0,0126x}$ que describe el efecto del porcentaje de intercepción de luz por los árboles (X) sobre los kilogramos de disminución en el rendimiento del pasto (Y) entre el primer y el segundo año de estudio.

Composición química

Las variaciones observadas, en los contenidos de MS y PC, y el efecto de la sombra sobre dichos parámetros, también coincide con la información reportada en otras publicaciones. Resultados obtenidos en Turrialba, indican que, el contenido de PC aumenta y el de MS del pasto disminuye por efecto de la presencia de árboles (Bronstein, 1984; Daccarett y Blydenstein, 1968).

A nivel de invernadero y campo con sombra artificial se ha observado que, con la disminución de luz, se produce un marcado incremento en el contenido de nitrógeno, fibra cruda, cenizas y nutrientes minerales, mientras que se afecta negativamente el contenido de azúcares solubles (Anderson, 1978; Burton, Jackson y Knox, 1959 y Deinum, 1966). Así mismo la sombra estimula un aumento en el contenido de humedad del pasto, lo que puede afectar los rendimientos de materia seca (Deinum, 1966). En el presente estudio se evaluó la relación existente entre el porcentaje de intercepción de luz por los árboles (X) y los contenidos de MS (Y1) y PC (Y2) del pasto encontrándose alta correlación entre las variables que pueden describirse por las siguientes ecuaciones: $Y1=22,08e^{-0,0012x}$ ($r^2=0,73$) y $Y2=4,69e^{0,064x}$ ($r^2=0,86$).

Dinámica de la producción de biomasa

De la discusión se deduce que el análisis de la producción de biomasa total puede confundir la dinámica de los dos

componentes evaluados. El efecto de los factores experimentales sobre la producción del pasto es diferente que sobre la del Poró. Por otra parte los mejores rendimientos de biomasa total implican también una mayor disminución de la producción hacia el segundo año.

Estas consideraciones pueden influir al momento de definir "mejores" tratamientos en términos productivos. La cosecha de pasto durante el segundo año fue más afectada bajo los árboles que la obtenida en el monocultivo. Bajo la mayor densidad de plantación del Poró se obtienen los mayores rendimientos de biomasa total, sin embargo provocan un mayor porcentaje de disminución de la producción total y de pasto durante el segundo año y no favorecen el incremento de la producción de Poró, lo que sí ocurre con la menor densidad de plantación. Así mismo el número de podas no afecta visiblemente la cosecha de materia seca total, sin embargo la menor frecuencia de podas favorece el incremento en los niveles de biomasa del Poró hacia el segundo año, pero provoca porcentualmente, una mayor caída en la producción de pasto; lo contrario de lo observado al aumentar las podas por año.

Bibliografía

- ANDERSON, G.W. 1978. Productivity of crops and pasture under trees. *In* Integrating agriculture and forestry. Ed. by K.M.W. Howes, R.A. Rummery. Perth, Australia, CSIRO. p. 58-63.
- BEER, J. 1980. *Erythrina poeppigiana* con pasto. *In* Curso Corto sobre Técnicas Agroforestales para el Trópico Húmedo (1980, Turrialba, C.R.). [Memoria]. Turrialba, C.R. 4 p.
- BENAVIDES, J.E. 1986. Utilización del follaje de Poró (*Erythrina poeppigiana*) para alimentar cabras bajo condiciones de trópico húmedo. *In* Congreso de la Asociación Mexicana de Zootecnistas y Técnicos Especialistas en Caprinocultura (2., 1986, Mazatlán, Méx.). Memorias. Turrialba, C.R., CATIE. 30 p.

- BRONSTEIN, G.E. 1984. Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, asociada con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 109 p.
- BURTON, G.W.; JACKSON, J.E.; KNOX, F.E. 1959. The influence of light reduction upon the production, persistence and chemical composition of Coastal bermudagrass (*Cynodon dactylon*). *Agronomy Journal* (EE.UU.) 51:537-542.
- DACCARETT, M.; BLYDENSTREIN, J. 1968. La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. *Turrialba (C.R.)* 18(4):405-408.
- DEINUM, B. 1966. Influence of climatological factors on the chemical composition and feeding value of herbage. *In* International Grassland Congress (7., 1966, Helsinki, Finlandia). *Proceedings. Helsinki, Finland, s.n.* p. 415-418.
- HICHT, G.K.; SINCLAIR, A.P.; LANCASTER, R.J. 1968. Some effects of shading and of nitrogen fertilizer on the chemical composition of freeze dried and over dried herbage, and on the nutritive value of over dried herbage fed to sheep. *New Zealand Journal of Agriculture Research (Nueva Zelandia)* 11(2):286-302.
- MEMOIRES del Symposium sur l'alimentation des ruminants en milieu tropical (1., 1989, Point-à-Pitre, Guadeloupe, France). *Paturages et alimentation des ruminants en zone tropicale humide*. Ed. por A. Xande; G. Alexandre. Point-à-Pitre, Guadeloupe, France, INRA, Station de Recherches Zootechniques. p. 367-376.
- McEWEN, L.C., DIETZ, D.R. 1965. Shade effects on chemical composition of herbage in the Black Hills. *Journal of Range Management (EE.UU.)* 18(4):184-190.

- RODRIGUEZ, R.A. 1985. Producción de biomasa de Poró Gigante (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) intercalados, en función de la densidad de siembra y la frecuencia de poda del Poró. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 96 p.
- RUSSO, R.O. 1984. *Erythrina*: un género versátil en sistemas agroforestales del trópico húmedo. Turrialba, C.R., CATIE. 14 p. (mimeo.).
- SOLANO, R.A. 1983. Proyecto de sistemas de producción para fincas pequeñas *in* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Informe Anual 1983. Guatemala, Gua., Proyecto ICTA-CATIE-ROCAP. 47 p.

Productividad de una plantación asociada de Poró (*Erythrina poeppigiana*) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*). I. Efecto de la adición de follaje al suelo sobre la producción y calidad de la biomasa*

Héctor F. Libreros ¹, Jorge E. Benavides ²,
Donald Kass ³ y Danilo Pezo ⁴.

Introducción

Tradicionalmente la ganadería se ha considerado como un sistema productivo aislado y separado del resto de las actividades agrarias. Esta forma de producir ha provocado, en muchos casos, un deterioro notable de los recursos naturales, principalmente de los bosques y el suelo. La situación de baja productividad de la ganadería y su impacto sobre el medio ambiente, requiere que se ubique más bajo el enfoque de sistemas de producción y menos al enfoque atomístico. Debe buscarse más una productividad agrícola, pecuaria y forestal que implique un uso racional de los recursos existentes ó potencialmente disponibles. Esto debe contribuir a seleccionar sistemas agrarios que maximicen la producción y calidad de biomasa, la fijación de nitrógeno atmosférico, la utilización de un mínimo de insumos importados y la conservación del recurso suelo y del medio ambiente.

Bajo esta estrategia, la integración de leguminosas arbóreas con gramíneas puede ser una alternativa adecuada. Esta asociación puede facilitar el incremento de la cantidad y calidad de biomasa comestible para la producción animal por unidad de área, y puede contribuir a mejorar la fertilidad del suelo y la conservación y recuperación del medio ambiente.

El objetivo general de este estudio es el de evaluar una alternativa agroforestal que permita aprovechar el reciclaje de

*/ Adaptado del trabajo de tesis de Maestría de Héctor F. Libreros. 1990

1/ M.Sc. Instituto Colombiano de Agricultura. Palmira, Cali, Colombia.

2/ M.Sc. Unidad de Arboles Forrajeros y Rumiantes Menores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.

3/ Ph.D. Area de Agroforestería del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

4/ Ph.D. Producción Animal, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

nutrimentos de árboles asociados con gramíneas que mejore la calidad y cantidad de biomasa comestible. Específicamente se persigue estudiar el efecto de la adición al suelo de material de poda del Poró, sembrado en asociación con King grass, sobre la cantidad y calidad de la biomasa del pasto y de la asociación. Así mismo se busca conocer los factores limitantes de la producción y sostenibilidad en la asociación.

Materiales y métodos

Localización y manejo de la plantación

El presente estudio se realizó en la Estación Experimental del Área de Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, ubicado en Turrialba, Costa Rica. La altitud es de 602 msnm y según la clasificación de Holdridge (1978) pertenece a la zona de vida denominada Bosque muy húmedo premontano. Los datos meteorológicos se consignan en el Cuadro 1. De esta información destaca que 1989 fue un año de menor precipitación que el promedio, presentándose una disminución de 363 mm de lluvia en el año.

El suelo, es de origen aluvial, perteneciente a la serie "Juray" (J). Estos suelos poseen un drenaje moderado, que se torna imperfecto o malo en los sitios bajos por la presencia de moteaduras (Aguirre, 1971). La textura es franco arcillosa, presentando piedras o fragmentos rocosos que aunque han sido limpiados, afloran sobre la superficie. El pH del suelo al inicio del experimento era medianamente ácido con un promedio de 5,8.

El Poró y el King grass se cultivaron en asociación, estando los árboles plantados a 2 x 3 m (1667 árboles/ha) y el pasto en surcos cada metro. Se practicaron tres podas al Poró y tres al pasto, con intervalos de 112 ± 7 y 103 ± 4 días, respectivamente. Los tratamientos fueron cinco: un testigo (King grass en monocultivo) y cuatro correspondientes al asocio que equivalieron al 0, 33, 66 y 100% de follaje de poda de Poró depositado. El diseño estadístico empleado fue de parcelas divididas con tres repeticiones.

La siembra de los árboles de Poró se realizó dos años antes de iniciar el experimento. Se hizo por estacas de aproximadamente 2 m de largo y de diferentes diámetros,

provenientes de árboles adultos de la región. Las estacas se plantaron a medio metro de profundidad.

Para la siembra del pasto se hicieron surcos de un metro de separación y con cinco a diez centímetros de profundidad. Se aplicó fertilizante compuesto (triple 15) en el fondo de los surcos, para subsanar el déficit de potasio reportado por los análisis de suelo equivalente a 50 kg de N/ha.

Cuadro 1. Datos meteorológicos de la Estación CATIE, Turrialba, Costa Rica. Resumen acumulado hasta 1989 y datos para el año de 1989.

Dato meteorológico	Acumulado (años)	Promedio ¹ histórico	Promedio ² 1989
Temperatura °C	22		
Media		21,5	21,4
Máxima		26,5	26,8
Mínima		18,0	17,7
Precipitación, mm	41		
Anual		2630	2267
Días lluviosos			
Meses (mm)		251	243
Mínima	41	Mar. 82	Mar. 70
		Abr. 130	Abr. 111
		Feb. 133	Feb. 118
Máxima	41		
		Dic. 298	Sep. 315
		Jul. 275	Jul. 262
		Jun. 275	May. 246
		Nov. 268	Oct. 242
Humedad relat., %	22	87,9	89,4
Radiación solar (cal/cm ² /día)	22	419	369

1/ Resumen acumulado de datos meteorológicos hasta 1989.

2/ Resumen de lecturas diarias por variable meteorológica, año de 1989.

Fuente: Programa Manejo Integrado de Recursos Naturales, CATIE.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de parcelas divididas en el tiempo, en donde las parcelas grandes correspondieron a los tratamientos y la parcela pequeña a los cortes. Los tratamientos fueron cinco, uno como testigo (King grass en monocultivo) y cuatro del pasto asociado con Poró. Cada tratamiento contó con tres repeticiones. Los tratamientos asociados variaron en el porcentaje de árboles cuyo material de poda fue depositado en el suelo como se especifica a continuación:

Testigo (T):	Pasto King grass en monocultivo.
Tratamiento 0%:	Poró y King grass en asociación. 0% adición de follaje de Poró al suelo
Tratamiento 33%:	Poró y King grass en asociación. Adición al suelo de follaje del 33% de los árboles (12 árboles).
Tratamiento 66%:	Poró y King grass en asociación. Adición al suelo de follaje del 66% de los árboles (24 árboles).
Tratamiento 100%:	Poró y King grass en asociación. Adición al suelo de follaje del 100% de los árboles (36 árboles).

Las variables evaluadas para la hoja, tallo y planta total de pasto y Poró, así como para la asociación fueron las siguientes:

Contenido de materia seca (MS):	%
Contenido de proteína cruda (PC):	%
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la MS (DIVMS):	%
Extracción de MS:	kg MS/ha
Extracción de PC:	kg PC/ha
Extracción de minerales:	kg/ha/año
Cantidad de MS depositada:	kg/ha/año
Cantidad de MS exportada:	kg/ha/año
Cantidad de PC depositada:	kg/ha/año
Cantidad de PC no depositada:	kg/ha/año

Con la intención de disminuir el error experimental y permitir un ajuste para la producción total del pasto King grass se

tomaron los valores del corte de uniformización para los diferentes tratamientos como covariables.

La unidad experimental tuvo las siguientes características:

Area total:	3240 m ² (80 x 40 m)
Area de parcela bruta:	216 m ² (27 x 8 m)
Area de parcela neta:	84 m ² (21x4 m)
Número de árboles /parcela bruta:	36 (9x4)
Número de árboles parcela neta:	14 (7x2)

Los resultados obtenidos para las variables estudiadas se sometieron a un análisis de varianza, según un diseño de parcelas divididas en el tiempo y se aplicaron contrastes ortogonales (Little y Hills, 1976; Steel y Torrie, 1985). En un primer contraste se evaluó el efecto del árbol de Poró (tratamiento 0, sin retorno de material de poda al suelo), comparado con el testigo (pasto sin árboles). Un segundo y tercer contrastes se hicieron para definir la tendencia seguida por el efecto del depósito de material de poda (lineal o cuadrática). La información obtenida se procesó utilizando el procedimiento de cuadrados mínimos generalizados (GLM) del paquete estadístico SAS (SAS, 1985).

Para la toma de muestras el material cosechado en la parcela neta se pesó en el mismo lugar y se tomó una muestra al azar (10 Kg) para separar hojas (lámina y vaina foliar) y tallo. Una submuestra fue llevada al horno de ventilación forzada para determinar los contenidos de MS, a 70°C hasta alcanzar peso constante. Las muestras secas se molieron con una criba de 1 mm. Las muestras de King grass y Poró se analizaron para determinar contenido de PC por el procedimiento de Micro-Kjeldhal (Kass y Rodríguez, 1989) y la DIVMS por el método de digestión en dos etapas (Tilley y Terry 1963).

Resultados y discusión

Composición química

Los resultados están afectados por el uso del suelo anterior al experimento. En el área se mantuvo una plantación de Poró y King grass durante más de cuatro años que fue explotada permanentemente y nunca se fertilizó, disminuyendo el nivel de nutrimentos del suelo. Así mismo durante el trabajo los niveles de precipitación fueron menores que el promedio, hubo

encharcamientos en días muy lluviosos y ataque de plagas al follaje de Poró.

No se observaron diferencias significativas en el contenido de MS, PC y DIVMS de hojas, tallos tiernos y tallos leñosos de Poró por efecto de los niveles de deposición de follaje en el suelo (Cuadro 2). Sin embargo el corte si afectó el contenido de MS y la DIVMS de las hojas y el contenido de PC de los tallos tiernos. En tal sentido se observó una disminución hacia el último corte en el contenido de MS y PC, y un incremento en la DIVMS de la hoja.

Cuadro 2. Contenido de materia seca, proteína cruda y digestibilidad de hojas y tallos de Poró sembrado en asocio con King grass.

	Nivel de Poró en el suelo				Podas		
	0%	33%	66%	100%	1	2	3
Materia seca, %							
Hoja ¹	21,6	20,1	20,2	19,7	21,7 ^a	20,6 ^a	19,0 ^b
Tt ²	16,1	13,9	14,8	15,4	14,1	15,7	15,3
Tl ³	20,9	20,9	22,4	22,2	20,8 ^{ab}	24,2 ^a	19,9 ^b
Proteína cruda, %							
Hoja	25,4	26,1	26,3	25,7	26,5	25,2	25,9
Tt	10,5	12,2	12,5	11,8	13,3 ^a	10,4 ^b	11,6 ^b
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca, %							
Hoja	47,4	46,7	47,1	45,7	45,5 ^b	43,3 ^b	51,4 ^a
Tt	56,0	57,9	61,2	57,4	60,0	56,3	58,0

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,05$.

2/ Tallo tierno. 3/ Tallo leñoso.

El efecto de cortes sobre el contenido de PC en el tallo tierno, podría explicarse por una mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo que favoreció un mayor crecimiento. En la tercera poda hubo una más lenta recuperación del Poró (menor edad fisiológica), que pudo facilitar una mayor succulencia de las hojas, y con ello menor contenido de elementos estructurales y mayor digestibilidad (Bronstein, 1984). El contenido de PC del tallo leñoso fue hallado por análisis practicados a muestras de los diferentes tratamientos, pero sólo para un corte. En este caso el

promedio de los resultados obtenidos indicó un contenido de proteína de 8,4% que fue tomado como constante y que concuerda con lo reportado por Rodríguez, (1985).

El contenido de MS de la hoja, tallo y planta total de pasto King grass, no difiere estadísticamente ($p > 0,05$) entre el monocultivo y el tratamiento asociado con Poró sin depósito de follaje (Cuadro 3). Este contenido es similar al reportado en otra asociación similar en la que se reportan valores para la hoja de 26% (promedio de los tratamientos asociados) y de 19% y 22% para el tallo y la planta total, respectivamente (Rodríguez, 1985).

Cuadro 3. Contenido de materia seca (%) de King grass asociado con Poró y en monocultivo.

Componente	Nivel de follaje en el suelo				Testigo sin Poró
	0%	33%	66%	100%	
Hoja	26,1	25,5	24,4	24,3	26,5
Tallo	15,6	16,9	16,4	15,7	17,6
Total	20,0	18,9	19,8	19,4	20,4

El contenido de MS de la planta total de pasto presentó diferencia significativa ($p < 0,03$) entre el primer corte y los dos restantes (Cuadro 4). Esto podría explicarse por una menor interferencia de radiación solar producto de menos cantidad de follaje en los últimos cortes, lo cual facilitó mayor evaporación de la humedad del suelo y una más alta evapotranspiración de la planta.

El contenido de PC del pasto King grass en asociación con Poró, en cualquiera de los tratamientos, tiene mayor contenido de PC que el pasto en monocultivo. El nivel de PC del tratamiento asociado, pero sin depósito, fue 19% mayor que el del testigo; mientras que el tratamiento asociado con 100% de depósito lo superó en 31%. Estos datos concuerdan con estudios anteriores que reportan mayores contenidos de proteína en las pasturas establecidas bajo árboles, que las plantadas en monocultivo (Bronstein, 1984; Daccaret y Blydenstein, 1968; Rodríguez, 1985).

El mayor contenido de PC del King grass asociado con árboles de Poró, se explica por el efecto conjunto de la

atenuación de la radiación solar y de la mayor disponibilidad de nutrientes. La intensidad de luz que recibe una pastura modifica la composición química de su biomasa, estando las altas intensidades relacionadas con incrementos de los carbohidratos solubles y con disminución de la PC (Bronstein, 1984; Daccaret y Blydenstein, 1968; Odum, 1972; Pezo, 1981). La DIVMS del pasto no presentó diferencia significativa entre el pasto sólo y el pasto cultivado en asociación con Poró (Cuadro 4).

Cuadro 4. Contenido de materia seca, proteína cruda y digestibilidad (%) de King grass en monocultivo y en asociación con Poró.

Corte Nº	Testigo	Nivel de Poró en el suelo				Promedio ¹ x corte
		0%	33%	66%	100%	
Materia seca, %						
1	19,5	16,7	18,1	17,8	18,8	17,7 ^b
2	20,4	20,6	19,3	19,8	17,6	19,3 ^{ab}
3	21,4	22,6	19,4	22,5	21,7	21,6 ^a
Promedio	20,4	20,0	18,9	19,8	19,4	
Proteína cruda, %						
1	6,2	7,7	7,5	7,6	8,1	7,7 ^a
2	5,3	6,8	6,4	6,4	8,2	7,0 ^b
3	4,8	5,5	5,9	5,9	7,1	6,1 ^b
Promedio ²	5,4 ³	6,7 ^b	6,6 ^b	6,6 ^b	7,8 ^a	
Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca, %						
1	49,5	50,7	50,6	51,3	53,2	51,5 ^c
2	54,8	57,3	58,6	56,1	55,6	56,9 ^b
3	61,8	58,3	61,4	58,2	58,2	59,0 ^a
Promedio	55,4	55,4	58,6	55,2	55,7	

1/ Diferencias significativas entre cortes, $p < 0,05$.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,01$

3/ Diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento 0%, $p < 0,01$.

Por efecto de los cortes, se encontraron diferencias significativas para todos los parámetros del pasto. A medida que transcurrieron los cortes se incrementó el contenido de MS y la DIVMS y disminuyó el contenido de PC. Es posible que las muestras tomadas para planta total de King grass en el tercer corte, hayan tenido una mayor proporción de hoja que de tallo.

Esto se podría relacionar con una menor elongación de la planta producto de la mayor cantidad de luz recibida al disminuir el desarrollo de los árboles, y es sabido que las hojas de gramíneas contienen menores fracciones fibrosas que los tallos (Pezo, 1981; Ulate, 1975).

Producción de materia seca

En el Cuadro 5 se indica la producción de MS/árbol/poda para cada tratamiento. Los árboles de los tratamientos de 0 y 100% de depósito de follaje, alcanzaron producciones de 1,8 kg/árbol/poda. Para los tratamientos 33 y 66% la producción por árbol fue de 1,6 kg/poda. Estas cifras concuerdan con los resultados alcanzados en trabajos anteriores (Rodríguez, 1985).

Cuadro 5. Producción de materia seca (kg/árbol/corte) y proporción de los componentes del follaje de Poró según tratamientos.

Fracción biom.	Proporción de follaje depositado								Promedio %
	0%		33%		66%		100%		
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	
Hoja	1,04	59	1,03	63	0,99	62	1,08	59	61
Tt ¹	0,22	13	0,10	6	0,07	4	0,14	8	8
Tl ²	0,50	28	0,50	31	0,54	34	0,61	33	31
Total	1,76		1,63		1,60		1,83		
Bc ³	1,26	72	1,13	69	1,06	66	1,22	67	69

1/ Tallo tierno. 2/ Tallo leñoso. 3/ Biomasa comestible (hoja + tallo tierno).

En promedio, se observó que las hojas, tallo tierno y tallo leñoso contribuyeron con 61, 8 y 31% de la biomasa total de Poró, respectivamente, correspondiendo, a la biomasa comestible (hoja y tallo tierno), el 69% del total (Cuadro 5). Esto supera el 64% (51% para la hoja y 13% para el tallo tierno) reportado por Rodríguez (1985), en una asociación similar. La participación de la hoja en la biomasa comestible osciló entre un 88 y un 93%, y la del tallo tierno entre 7 y 12%; mientras que Rodríguez (1985) menciona 77% para la hoja y 23% para el tallo tierno.

La MS producida, exportada y depositada en el suelo de pasto y de Poró y en cada tratamiento se observa en los Cuadros 6 y 7. La producción de los árboles disminuyó drásticamente entre cortes, representando la del último corte solamente el 22% de la producción observada en el primero (Cuadro 6). Esto no coincide con lo reportado en otro trabajo, en el que la productividad del Poró, podado con la misma intensidad, se mantuvo durante dos años (Rodríguez, 1985). La causa de esto puede radicar en el uso anterior del suelo, ya que antes de este experimento, en el área se mantuvo una plantación similar durante más de cuatro años que fue explotada permanentemente y que no se fertilizó, afectando los niveles de nutrimentos del suelo.

Cuadro 6. Materia seca depositada, exportada y total (tm/ha/año) de Poró y de pasto King grass según cortes.

Parámetro ¹	Cortes		
	1	2	3
Poró total ²	5,0 ^a	2,6 ^b	1,1 ^c
Pasto total	10,4 ^a	7,2 ^b	7,0 ^b
Poró + pasto total	15,4 ^a	9,8 ^b	8,1 ^b
Poró exportado	2,6	1,3	0,5
Pasto exportado	10,4 ^a	7,2 ^b	7,0 ^b
Poró + pasto exportado	13,0 ^a	8,5 ^b	7,5 ^b
Poró depositado	2,4 ^a	1,3 ^b	0,6 ^c

1/ Promedio de todos los tratamientos

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,01$

La producción de MS del pasto fue diferente ($p < 0,05$) entre el primer corte y los dos restantes. En el segundo y tercer corte la producción de MS disminuyó en 35 y 39%, en relación con el primer corte. Obviamente la caída en la producción de Poró implicó a su vez una fuerte disminución en la cantidad de follaje aportado al suelo y con ello menor disponibilidad de nutrimentos para el pasto.

La tendencia a disminuir con el tiempo la producción de MS del King grass, ha sido puesta de manifiesto en el área de Turrialba, en estudios anteriores. Este fenómeno se ha atribuido de manera general a las variaciones en las condiciones climáticas,

en especial de la precipitación, a la falta de fertilización y a los cortes frecuentes (Guerrero *et al.*, 1970; Muñoz, 1960; Rincón, 1966; Roux, 1961).

Según estudios realizados en Puerto Rico, se ha concluido que el *Pennisetum purpureum*, necesita fuertes aplicaciones de potasio para alcanzar rendimientos altos. Cuando no se suministra este nutrimento se observan síntomas de severas carencias, bajan los rendimientos y el pasto muere lentamente. Los suelos de las regiones húmedas suplen a los forrajes cantidades no superiores a 100 kg de K /ha/año, aporte que se estabiliza a partir del tercero o cuarto año de cultivo (Vicente Chandler, 1983). Según Rodríguez, (1985) la extracción de este mineral no es compensada debidamente por el efecto de los árboles, ni por el depósito de material de poda del Poró. Resultados similares se reportan en el estudio sobre la movilización mineral de esta asociación (Libreros, 1990).

En este experimento, las restituciones obtenidas por el material de poda del Poró, fueron 71% para el nitrógeno, 41% para el fósforo, 82% para el calcio y 48% para el magnesio. Otro factor que pudo haber influido en la disminución de la producción de MS del pasto fué la altura del corte pues, para el corte de uniformización y el primer corte experimental, dicha altura fue a ras del suelo, lo que incidió en la pérdida de macollas y de yemas.

Para el tratamiento que contó con el depósito del follaje del 33% de los árboles, el material de poda depositado en el suelo equivalió a 27% de la biomasa del Poró. En el tratamiento con el depósito de follaje equivalente al material del 66% de los árboles, el material de poda depositado significó el 73 % de la biomasa de Poró.

Se presentó una gran diferencia entre la producción de MS del pasto en monocultivo y la alcanzada por el pasto asociado con árboles de Poró (Cuadro 7). Así mismo se observó un incremento significativo de la producción por efecto del depósito en el suelo de follaje de Poró. La desviación de la tendencia en el tratamiento del 33% de depósito, puede deberse a que las parcelas pertenecientes a este tratamiento fueron las más afectadas durante el experimento por problemas de encharcamiento, debilitamiento de los árboles de Poró y ataque de plagas.

La producción de MS del King grass se incrementó entre un 66 y un 144% en los tratamientos asociados con Poró. (Cuadro 7). Esta situación corrobora otros reportes de la literatura que indican que las gramíneas asociadas con árboles leguminosos incrementan la producción de MS por unidad de área, en comparación con las gramíneas solas (Bronstein, 1984; Budowski, 1980 y 1981; Rodríguez, 1985; Russo, 1983).

Cuadro 7. Materia seca depositada, exportada y total (tm/ha/año) de Poró y de pasto King grass según niveles de follaje adicionado al suelo.

Parámetros	Testigo sin árboles	Nivel de follaje en el suelo			
		0%	33%	66%	100%
Producida¹					
Poró		9,0	8,6	8,2	9,2
Pasto	12,4 ²	21,0 ^c	20,6 ^c	26,6 ^b	30,3 ^a
Total	12,4 ²	30,0 ^c	29,2 ^c	34,8 ^b	39,5 ^a
Exportada²					
Poró		9,0	6,3	2,2	0
Pasto	12,4 ²	21,0 ^c	20,6 ^c	26,6 ^b	30,3 ^a
Total	12,4 ²	30,0	26,9	28,8	30,3
Poró depositado		0	2,3	6,0	9,2

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,01$.

2/ Diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento 0%, $p < 0,01$.

La mayor producción de MS del pasto fue en el tratamiento con 100% de depósito de follaje de Poró, estando esto relacionado principalmente, con el aporte de nutrientes (Bronstein, 1984). Este aporte ocurre básicamente por dos vías: la primera por la materia orgánica con alto contenido de nitrógeno que es aportada al suelo procedente de las hojas caídas naturalmente y del material de poda depositado en el suelo; y la segunda por la fijación simbiótica del nitrógeno hecha por el Poró (Russo, 1983). Esto último puede explicar la gran diferencia en producción entre el pasto en monocultivo y el tratamiento con árboles pero sin depósito de follaje.

Se encontró diferencia significativa en la producción de MS total (Poró + King grass) a favor de los tratamientos

asociados, al compararlos con el pasto sin árboles. El incremento en la producción de MS total de los tratamientos asociados, comparados con el testigo, varía entre 134 y 217%. Estos incrementos superan los porcentajes (21 y 49%) comunicados por Rodríguez, (1985), en una asociación similar y sin restitución de material de poda.

Del total de MS exportada, corresponde al pasto el 70, 71, 76 y 77%, para los tratamientos de 0, 33, 66 y 100%, respectivamente, de árboles cuyo follaje se depositó en el suelo. La restante proporción de biomasa exportada, corresponde al Poró no depositado en el suelo. El tratamiento en el que se depositó todo el follaje de poda de Poró, exportó ligeramente más que todos los otros, pero la eficiencia relativa medida en términos de MS producida por MS depositada fue menor (Cuadro 8).

Cuadro 8. Relación entre la materia seca total producida con la materia seca depositada (MSP/MSD) de Poró, según tratamientos experimentales.

Parámetros	Nivel de follaje en el suelo			
	0%	33%	66%	100%
Exportada	-	11,9	4,8	3,3
Total	-	12,9	5,8	4,3

Producción de proteína cruda

La producción de PC es consecuencia tanto de la producción de MS como de su contenido en la biomasa. Por esta razón su comportamiento es similar al reportado para la producción de MS, en donde no se detectaron diferencias por efecto de la cantidad de follaje de Poró depositado (Cuadro 9). Entre podas se observaron diferencias estadísticas para la producción de PC, tanto en hoja como en los tallos tiernos y leñosos del Poró.

La producción de PC del pasto fue bastante inferior en el tratamiento sin árboles, comparado con el asociado con Poró. Los tratamientos con Poró produjeron entre 98 y 233% más que el King grass en monocultivo. Estos datos concuerdan con estudios anteriores que reportan mayor producción de biomasa y

más alto contenido de proteína en las pasturas establecidas bajo árboles (Bronstein, 1984; Rodríguez, 1985).

Cuadro 9. Proteína cruda depositada, exportada y total (kg/ha/año) de Poró y pasto según tratamientos experimentales.

Proteína cruda	Testigo sin árboles	Nivel de follaje en el suelo ¹			
		0%	33%	66%	100%
Producida					
Poró	0	1693	1694	1547	1677
Pasto	712 ²	1432 ^c	1407 ^c	1781 ^b	2371 ^a
Total	712 ²	3125 ^b	3101 ^b	3328 ^b	4048 ^a
Exportada					
Poró	0	1693	1253	416	0
Pasto	712 ²	1432 ^c	1407 ^c	1781 ^b	2371 ^a
Total	712 ²	3125 ^a	2660 ^b	2197 ^c	2371 ^{bc}
Depositada Poró	0	0	441	1131	1677

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,05$.

2/ Diferencia significativa entre el testigo sin árboles y el tratamiento 0%, $p < 0,01$.

Los cortes afectaron la producción de PC del King grass. La disminución, con respecto al rendimiento del primer corte, fue de 41 y 52% para el segundo y tercer corte, respectivamente. Esta situación corrobora los problemas detallados anteriormente para el sistema, pues la producción de PC es un parámetro apropiado para medir el rendimiento de una pastura. La disminución en la fertilidad del suelo como consecuencia de los cortes sucesivos, debido a una tasa de extracción mayor que la de reposición, podría considerarse como una de las principales causas de la disminución progresiva de la producción de PC del pasto (Bronstein, 1984; Devlin, 1970).

Hubo diferencia significativa para la producción de PC total (pasto + Poró) a favor de los tratamientos asociados árboles, en comparación con el pasto solo (Cuadro 9). Por efecto de la asociación con árboles y del depósito de follaje de poda se produjo un incremento de la producción de PC total entre 336 y 469% en relación al testigo. A medida que se incrementó el

nivel de depósito, el pasto fue ganando participación en la producción de PC total del sistema. Lógicamente esto se explica por su mayor contenido de proteína y su mayor producción de MS por efecto de la asociación con el Poró.

Productividad y sostenibilidad del sistema asociado

Un efecto importante de los tratamientos fue el que se observó en las macollas de King grass; tanto en el número, como en la producción y la distancia entre ellas (Cuadro 10). Como puede observarse el número de macollas fue mucho mayor en el tratamiento sin árboles que en los tratamientos asociados, lo que implica una menor distancia entre ellas. No obstante, a pesar de tener 71% macollas menos, los tratamientos con árboles produjeron 99% más MS de pasto que el tratamiento sin árboles. En este resultado parecen combinarse varios factores. El menor número de macollas puede ser consecuencia del sistema de siembra de pasto utilizada, ya que la semilla se sembró en el fondo del surco y no encima. Esto puede haber provocado muerte de plantas por pudrición cuando el follaje de los árboles se depositó en los surcos. También puede haber afectado la poda a ras del suelo del pasto que provocó que los puntos de crecimiento quedasen por mucho tiempo debajo de la hojarasca de Poró depositada. Por último, lógicamente la mayor cantidad de aporte de follaje al suelo implica mayor disponibilidad de nutrientes y por esta última razón hay más producción de biomasa con menos macollas.

Cuadro 10. Número de macollas de King grass sembrado en asociación con Poró, según tratamientos experimentales.

Parámetro	Testigo sin árboles	Nivel de follaje en el suelo ¹			
		0%	33%	66%	100%
Macollas, N°	242 ²	147 ^{bc}	163 ^b	122 ^{cd}	117 ^d
MS/macolla, kg	108 ²	330 ^b	240 ^c	467 ^a	545 ^a
Dist. e/macollas, cm	16 ²	39 ^{bc}	34 ^c	47 ^{ab}	51 ^a

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p < 0,01$.

2/ Diferencia significativa entre testigo sin árboles y tratamiento 0%, $p < 0,01$.

Para analizar la productividad y la sostenibilidad de los diferentes tratamientos del sistema asociado se debe tener en

cuenta que los objetivos del mismo son la producción de forraje de buena calidad con destino a la alimentación animal, la utilización de la menor cantidad de insumos importados al sistema, el mantenimiento de producciones estables en el tiempo y el mejoramiento o estabilidad de la fertilidad del suelo.

En producción de MS, los tratamientos 0% y 100% fueron los que alcanzaron la mayor exportación (Cuadro 7), pero el tratamiento 0% disminuyó en mayor proporción relativa entre cortes. Los tratamientos 66 y 100%, en los cortes segundo y tercero, superaron la exportación del tratamiento 0%, siendo el tratamiento 66% el que presentó la menor disminución relativa. Entre los cortes segundo y tercero, los tratamientos 66 y 100% mantuvieron sus niveles de exportación de MS constantes (Cuadro 11).

Cuadro 11. Disminución relativa (%), entre cortes, de la materia seca y la proteína cruda exportada por el sistema asociado de Poró y King grass.

Corte	Nivel de follaje en el suelo			
	0%	33%	66%	100%
	Materia seca			
1	100	100	100	100
2	38	47	21	28
3	50	64	21	28
	Proteína cruda			
1	100	100	100	100
2	49	57	34	27
3	68	75	42	37

Para la PC se observó que el tratamiento 0% es el que exporta la mayor cantidad, siendo la exportación entre un 15 y un 30% mayor que la de los demás tratamientos en asociación (Cuadro 9). Sin embargo, entre cortes, la disminución relativa fue mayor que la de los otros tratamientos, por lo que la exportación de PC en el tercer corte, fue inferior a la de estos tratamientos.

Con base en lo anterior, se tiene que a nivel de MS y PC exportadas, los tratamientos 66 y 100% presentan las menores

reducciones relativas entre cortes, lo cual los coloca como los más "sostenibles" entre los tratamientos experimentales. Sin embargo la mayor restitución de minerales y la mejor relación entre el número y el peso de las macollas para el tratamiento 100%, pueden ser determinantes para su elección como el tratamiento de mayor "sostenibilidad". No obstante, se considera que la disminución de la exportación promedio entre cortes es muy grande (30%) y que en futuros trabajos debe mejorarse el manejo de la plantación asociada y la reposición de los minerales deficitarios para tratar de controlar estos descensos en los rendimientos.

Conclusiones

En el sistema de producción agroforestal de King grass asociado con Poró, es necesario abordar la interpretación de sus resultados bajo un enfoque integral. La interacción existente entre los diversos componentes del sistema, como los factores ambientales, edáficos, fisiológicos, de aporte de nutrientes esenciales y de manejo, ameritan que éstos sean conocidos debidamente para que contribuyan en la mejor interpretación de los resultados.

El contenido de PC del pasto asociado con Poró fue mayor que el del pasto solo, incrementándose por efecto del depósito de follaje en el suelo. Por su parte el contenido de MS y la DIVMS del pasto no se vió afectado por la asociación con Poró.

La adición de follaje al suelo incrementa la producción de MS, MS digestible y PC del pasto. El pasto asociado con Poró tuvo mayor producción que el pasto solo, incrementándose ésta por efecto del depósito de follaje. Así mismo la sola presencia de los árboles (que se podan con regularidad), sin adicionar su follaje al suelo, permite incrementos importantes de pasto, en comparación con una plantación de pasto en monocultivo.

La mayor sostenibilidad del sistema está dada por aquel en que ocurra la mayor restitución de nutrimentos al suelo y la menor disminución de la producción entre cortes.

Recomendaciones

Es recomendable que el manejo del King grass y el Poró se ajuste a las limitaciones de la asociación, con reposición orgánica o química de los minerales deficitarios, especialmente potasio, para evitar que los rendimientos se vean afectados. Así mismo se debe continuar estudiando este tipo de sistemas, bajo una óptica integral del mismo, teniendo en cuenta la restitución de los nutrientes deficitarios y el manejo de la plantación.

Sería apropiado revisar la densidad de población de los árboles de Poró, pues la actual dificulta el manejo del pasto asociado e intensifica el uso de mano de obra; así como cambiar el sistema de siembra del pasto y planificar el corte de manera que no sea afectado por el pisoteo y caída de ramas durante la poda del Poró.

La integración del componente socioeconómico en este tipo de investigación es de suma importancia para que el usuario pueda definir sus expectativas frente al sistema, con miras a la adopción de la tecnología generada.

Por último, es recomendable evaluar el potencial de otras asociaciones, utilizando el follaje arbóreo como abono verde, con otras especies de leguminosas arbóreas y de gramíneas.

Bibliografía

- AGUIRRE, A.V. 1971. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA-Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 138 p.
- BENAVIDES, J.E. 1986. Utilización del follaje de Poró (*Erythrina poeppigiana*) para alimentar cabras en condiciones de trópico húmedo. In Memorias Congreso de la Asociación Mexicana de Zootecnistas y Técnicos en Caprinocultura (2., 1986, Mazatlán, Méx.). Memorias. Turrialba, C.R., CATIE. 23 p.
- BRONSTEIN, G.E. 1984. Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., CATIE/UCR. 110 p.

- BUDOWSKI, G. 1980. *Erythrina poeppigiana* (Poró) and other *Erythrina*, as very versatile trees ideally adapted to land use systems for the humid tropics. Proposal. Turrialba, C.R., CATIE. 6 p.
- BUDOWSKI, G. 1981. Aplicabilidad de los sistemas agroforestales. Trad. del inglés por E. Somarriba. Turrialba, C.R., CATIE. 8 p.
- BUDOWSKI, G. 1981. Cuantificación de las prácticas agroforestales tradicionales y de las parcelas de investigación controlada en Costa Rica. Trad. por E. Somarriba. Turrialba, C.R., CATIE. 26 p.
- Presentado en: Reunión consultiva sobre investigación en plantas y agroforestería (1981, Nairobi, Kenia).
- DACCARETT, M.; BLYDENSTEIN, J. 1968. La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. Turrialba. (C R) 18 (4): 405-408.
- DEVLIN, R.M. 1970. Fisiología vegetal. Trad. del Inglés por Xavier Lliona Pagés. Barcelona, España, Omega. 614 p.
- GUERRERO, R.; FASSBENDER, H.W.; BLYDENSTEIN, J. 1970. Fertilización del pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*) en Turrialba, Costa Rica. I. Efecto de dosis crecientes de nitrógeno. Turrialba (C.R) 20(1): 53-58.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. IICA. Serie de Libros y Materiales Educativos. Nº 34. 276 p.
- KASS, M. L.; RODRIGUEZ, G. 1989. Evaluación nutricional de forrajes. Turrialba, C.R. Laboratorio de Nutrición Animal, CATIE. 43 p
- LIBREROS, H. F. 1990. Efecto de diferentes niveles de follaje de Poró (*E. poeppigiana*) depositado en el suelo sobre la producción de King grass (*P. purpureum* x *P. typhoides*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 84 p.
- LITTLE, J.M.; HILLS, F.J. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, D.F., Méx., Edit. Trillas. p. 145-162.

- MUÑOZ, H. 1960. Efecto del corte y la fertilización en el crecimiento estacional del zacate Elefante (*P. purpureum*, Schum). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 76 p.
- ODUM, E.P. 1972. Ecología. Trad. del inglés por C.G. Ottenwaelder. 3 ed. México, D.F., Méx., Interamericana. 639 p.
- PEZO, D. 1981. La calidad nutritiva de los forrajes. *In* Producción y utilización de forrajes en el trópico. Turrialba, C.R., CATIE. p 70-102.
- RINCON, E. 1966. Estudio sobre el crecimiento del pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schumach). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R, IICA. 56 p.
- RODRIGUEZ, R.A. 1985. Producción de biomasa de Poró gigante (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) intercalados, en función de la densidad de siembra y la frecuencia de poda del Poró. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., CATIE/UCR. 96 p.
- RUSSO, R.O. 1983. Efecto de poda de *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook (Poró), sobre la nodulación, producción de biomasa y contenido de nitrógeno en el suelo en un sistema agroforestal "café-Poró". Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., CATIE/UCR. 108 p.
- ROUX, H. 1961. Efectos estacionales de edad y fertilización en el crecimiento y aceptación por el ganado del pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). Tesis Mag. Sc. Turrialba C.R., IICA. 76 p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. Trad. y rev. por Ricardo Martínez B. y Jesús María Castaño. México, D.F., Méx., Mc Graw-Hill. p 368-390.
- ULATE, R. 1975. Efecto de la frecuencia de corte sobre el rendimiento, composición química y digestibilidad *in vitro* de cinco forrajes tropicales. Tesis Ing. Agr., San José, C.R., Universidad de Costa Rica. 89 p.

VICENTE CHANDLER, J. 1983. Producción y utilización intensiva de las forrajeras en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, Estación Experimental Agrícola. Boletín 271. 226 p.



Productividad de una plantación asociada de Poró (*Erythrina poeppigiana*) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*)

II. Movilización de minerales*

Héctor Libreros ¹, Jorge Benavides ²,
Donald Kass ³ y Danilo Pezo ⁴.

Introducción

Este documento corresponde a la segunda parte de un trabajo efectuado para conocer la productividad de una plantación asociada de Poró (*Erythrina poeppigiana*) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) bajo condiciones de trópico húmedo (Libreros, *et al.*, 1993). En el trabajo se midió el efecto de diferentes niveles de deposición de follaje del Poró en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa del pasto. Así mismo se determinó el efecto sobre la composición mineral del follaje de Poró y del pasto, así como sobre parámetros químicos del suelo.

El objetivo general del trabajo es la evaluación de una alternativa agroforestal que permita mejorar la sostenibilidad de la producción de forraje mediante el reciclaje de nutrimentos de árboles asociados con gramíneas. Específicamente se ha buscado determinar el efecto del reciclaje y de la exportación de biomasa sobre las características químicas del suelo y los factores limitantes de la producción y sostenibilidad de la biomasa en una asociación de Poró con King grass.

Materiales y métodos

Localización y suelos

El trabajo se realizó en la Estación Experimental del Area de Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de

* / Adaptado de la tesis de Héctor F. Libreros, 1990.

1/ M.Sc. Instituto Colombiano de Agricultura. Palmira, Cali, Colombia.

2/ M.Sc. Unidad de Arboles Forrajeros y Rumiantes Menores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.

3/ Ph.D. Area de Agroforestería. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

4/ Ph.D. Producción Animal, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

Investigación y Enseñanza (CATIE), ubicado en Turrialba, Costa Rica. La altitud es de 602 msnm y el sitio se ubica en la zona de vida denominada Bosque muy húmedo premontano (Holdridge, 1978), con una precipitación de 2630 mm/año y una temperatura media de 21,5°C.

El suelo, es de origen aluvial, perteneciente a la serie "Juray" (J). Estos suelos poseen un drenaje moderado, que se torna imperfecto o malo en los sitios bajos por la presencia de moteaduras (Aguirre, 1971). La textura es franco arcillosa, presentando piedras o fragmentos rocosos que aunque han sido limpiados, afloran sobre la superficie.

El pH del suelo, al inicio del experimento, se presentaba como medianamente ácido con un promedio de 5,8. El suelo tenía valores altos de materia orgánica (5 a 8%); nitrógeno total de medio a alto (0,2 a 0,4%); el fósforo fue bajo (7,7 a 22,7 ppm); el potasio de bajo a medio (0,06 a 0,32 meq) y el calcio (4,1 a 7,1 meq) y el magnesio (1,2 a 1,8 meq) bajos. En general, el suelo puede considerarse como de fertilidad mediana a baja (Aguirre, 1971).

Se hicieron dos muestreos de suelo, en diciembre de 1988 al iniciar el experimento y en julio de 1990, después de concluida toda la fase experimental siguiendo la metodología recomendada por Díaz Romeu y Hunter (1978).

Los análisis de las muestras se realizaron en el laboratorio de suelos del CATIE, siguiendo la metodología de Díaz Romeu y Hunter (1978). Estos análisis fueron: Materia orgánica (%MO); pH; Nitrógeno total (% N); Fósforo (ppm); Potasio, calcio, magnesio (meq/100g de suelo) y Cobre, Zinc y Manganeso (ppm).

Manejo de la plantación

La siembra de los árboles de Poró se realizó dos años antes de iniciar el experimento. Se hizo por estacas de aproximadamente 2 metros de largo, de diferentes diámetros, provenientes de árboles adultos de la región. Las estacas se plantaron a medio metro de profundidad a una densidad de 2 m entre árboles y 3 m entre hileras equivalente a 1667 árboles/ha.

Para la siembra del pasto se hicieron surcos de un metro de separación y con cinco a diez centímetros de profundidad. Se aplicó fertilizante compuesto (triple 15), equivalente a 50 kg de N/ha, en el fondo de los surcos para subsanar el déficit de potasio reportado por los análisis de suelo.

La densidad de siembra para los árboles se obtuvo de las recomendaciones hechas en un trabajo anterior en la que también se estudió una asociación de Poró y King grass (Rodríguez, 1985). Los árboles se podaron en cuatro oportunidades con un intervalo de 112 ± 7 días buscando ocasionar el menor daño posible al pasto por causa del pisoteo o caída de las ramas. En diciembre de 1988 se hizo la poda de uniformización y en abril, agosto y noviembre de 1989 se efectuaron las podas experimentales. La poda se hizo a ras de copa, dejando un retoño tierno en cada árbol.

En el intervalo entre el primero y el segundo corte experimental, el Poró sufrió el ataque de un enrollador de la hoja (*Urbanus proteus*, Linnaeus) que afectó, en su ataque más severo, a un 30% de los árboles. También se presentaron, en los meses de mayo y julio, encharcamientos en algunas parcelas. Es posible que los ataques de insectos y ácaros hayan afectado el desarrollo de los árboles, pues se considera que éstos retardan el crecimiento y deforman los rebrotes, produciendo incluso defoliación y pérdida de lámina foliar.

Los cortes del pasto, debido a su crecimiento desigual por efecto de los tratamientos y a la necesidad de ajustar las épocas de corte para evitar daños al podar los árboles, se efectuaron cada 103 ± 4 días. En total se hicieron cuatro cortes, siendo el primero de ellos el corte de uniformización. Los tres cortes restantes se realizaron en julio y noviembre de 1989 y en febrero de 1990. El método de corte se determinó inicialmente para hacerlo a ras del suelo y así se efectuó para el corte de uniformización y primer corte experimental. Sin embargo, debido a problemas de putrefacción de los rebrotes y a la consecuente pérdida de material vegetativo, se decidió continuar con los cortes a 10 y 15 cm del suelo.

Para el primer corte se presentaron encharcamientos en algunas parcelas, especialmente en los meses de mayo y julio. Este factor, aunado al corte a ras de suelo y a la pudrición de los rebrotes producto del depósito de follaje, pudo haber influido en la disminución del rendimiento en los cortes sucesivos.

Manejo experimental

Se utilizó un diseño de parcelas divididas en el tiempo, en donde las parcelas grandes correspondieron a los tratamientos y la parcela pequeña a los cortes. Los tratamientos asociados variaron en cuanto a la proporción de árboles cuyo material de poda fue depositado en el suelo, teniendo cada tratamiento tres repeticiones. Los tratamientos se especifican a continuación:

Testigo (T):	Pasto King grass en monocultivo (Sin árboles).
Tratamiento 0%:	Poró y King grass en asociación sin adición de follaje al suelo
Tratamiento 33%:	Poró y King grass en asociación. Adición al suelo de follaje del 33% de los árboles (12 árboles).
Tratamiento 66%:	Poró y King grass en asociación. Adición al suelo de follaje del 66% de los árboles (24 árboles).
Tratamiento 100%:	Poró y King grass en asociación. Adición al suelo de follaje del 100% de los árboles (36 árboles).

Toma de muestras y análisis de laboratorio

El contenido de minerales en los tejidos vegetales, se determinó por el procedimiento de digestión ácida. Se hicieron las diluciones para cada elemento y la lectura se hizo por espectrofotometría de absorción atómica.

El contenido de materia orgánica se determinó por el método de Walkley y Black mediante la técnica propuesta por Sáiz del Rfo y Bornemisza (Aguirre, 1971). Para el grado de acidez (pH) se siguió la técnica descrita por Peech (Aguirre, 1971). El nitrógeno total (% N) se determinó con el método semimicro-Kjeldahl de Bremmer, modificado por Díaz Romeu (1977). Para el caso del Calcio y el magnesio se utilizó el método de Bower, modificado por Díaz Romeu y Hunter, 1978, usando solución extractiva de KCl 1N. Las lecturas se efectuaron por espectrofotometría de absorción atómica (Aguirre, 1971). El Fósforo, potasio, cobre, zinc y manganeso se determinaron según la metodología de Olsen modificada por Hunter, usando solución extractiva de Na HCO₃ con pH 8,5 de 0,5 N y EDTA disódico (Rodríguez, 1985).

Análisis de datos

Los resultados obtenidos para las variables estudiadas se sometieron a análisis de varianza y a prueba de contrastes ortogonales (Little, y Hills, 1976; Steel y Torrie, 1985). En un primer contraste se evaluó el efecto del árbol de Poró (tratamiento 0, sin retorno de material de poda al suelo), comparado con el testigo (King grass sin árboles). Un segundo y tercer contrastes se hicieron para definir la tendencia seguida por el efecto del depósito de material de poda (lineal o cuadrática). El análisis global de la información obtenida obedeció al modelo presentado en el trabajo de estos mismos autores sobre el efecto de la adición de follaje al suelo sobre la producción y calidad de la biomasa (Libreros *et al.*, 1993). La información obtenida se procesó con un equipo IBM 9375, utilizando el procedimiento de cuadrados mínimos generalizados (GLM) del paquete estadístico SAS (SAS, 1985).

Variables evaluadas

Para la hoja, tallo y planta total de pasto y Poró, así como para la asociación se evaluó:

Contenido de materia seca:	(%)
Contenido de minerales (N,P,K,Ca y Mg):	(%, ppm y meq)
Extracción de nutrientes minerales:	(kg/ha/año)
Extracción de minerales (N,P,K,Ca y Mg):	(kg/ha/año)

Resultados y discusión

Minerales en la biomasa

El contenido de minerales de la hoja, tallo tierno y tallo leñoso de Poró no se afectó por los niveles de depósito de follaje (Cuadro 1). Destaca el alto contenido de nitrógeno, potasio y calcio que coincide con lo reportado en otro trabajo sobre Poró utilizado como sombra en cafetales (Russo, 1983).

En el Cuadro 2 se observa el contenido de nutrientes minerales del King grass. Para el de nitrógeno se presentó diferencia estadística a favor del pasto asociado con Poró. Esto se explica por el efecto conjunto de la atenuación de la radiación solar y la mayor disponibilidad de nutrientes. La intensidad de luz que recibe una pastura modifica la composición química de su

biomasa, estando las altas intensidades relacionadas con incrementos de los carbohidratos solubles y con una disminución de la proteína cruda (Bronstein, 1984; Daccaret y Blydenstein, 1968; Odum, 1972; Pezo, 1981).

Cuadro 1. Contenido de minerales de la hoja, tallo tierno y tallo leñoso de Poró en asociación con King grass.

Mineral, % en MS	Componente del follaje		
	Hoja	Tallo tierno	Tallo leñoso
Nitrógeno	4,2	1,9	1,3
Fósforo	0,3	0,3	0,2
Potasio	1,9	2,4	1,2
Calcio	1,3	0,8	0,5
Magnesio	0,6	0,5	0,8

Cuadro 2. Contenido de minerales (%) del King grass sembrado en asociación con Poró, según niveles de depósito de follaje de Poró.

Mineral	Testigo sin Poró	Nivel de follaje en el suelo				Promedio ¹
		0%	33%	66%	100%	
Nitrógeno	0,86 ²	1,07	1,06	1,06	1,25	1,11
Fósforo	0,22 ²	0,17	0,20	0,18	0,20	0,19
Potasio	2,16	1,92	2,27	2,09	2,51	2,20
Calcio	0,34	0,32	0,33	0,32	0,37	0,34
Magnesio	0,47	0,52	0,45	0,50	0,47	0,49

1/ No incluye al testigo. 2/ Diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento 0% según prueba de contrastes, $p < 0,05$.

Para el contenido de fósforo se presentó diferencia significativa entre el pasto solo y el asociado con árboles, observándose, para el primer caso, un mayor contenido que para el pasto en asociación. Esto podría explicarse en el sentido de que las tasas de transferencia del fósforo con los residuos vegetales y la tasa de absorción por la vegetación es baja (Fassbender, 1987). Los contenidos de potasio, calcio y magnesio no presentaron diferencias significativas entre el pasto solo y el pasto asociado. Como en trabajos anteriores (Rodríguez, 1985), es de destacar el elevado contenido de

potasio del pasto, lo que implica que su explotación para forraje debe llevar aparejada una elevada restitución de este elemento. Se encontró un ligero incremento, no significativo, en los contenidos de fósforo y potasio a medida que aumentó la cantidad de follaje de Poró depositado.

Extracción y depósito de minerales

La extracción y reposición de minerales estuvo afectada por la drástica disminución en los rendimientos de biomasa ocurridos en la segunda y tercer poda. En el suelo esta disminución fue: para el nitrógeno de 45 y 70%; para el fósforo de 37 y 70%; para el potasio de 57 y 64%; para el calcio de 40 y 69% y para el magnesio de 51 y 81%, respectivamente. En los Cuadros 3, 4, 5, 6 y 7 se presentan los datos sobre la cantidad de minerales depositada, exportada y producida en todos los tratamientos. Destaca la amplia movilización que hace el Poró de Nitrógeno, Calcio y Potasio. En trabajos realizados con Poró utilizado como sombra en cafetales también se reportan elevadas extracciones de nitrógeno y calcio (Russo, 1983).

El depósito de follaje no tuvo efecto sobre la producción de nitrógeno y fósforo del Poró, mientras que para el potasio se encontró diferencia entre el tratamiento de 0% de depósito y el de 66%. Con el calcio se observó la mayor producción en el tratamiento de 100% de depósito, estadísticamente diferente a la de los otros tratamientos.

Para la extracción de nitrógeno del pasto se presentó diferencia significativa entre el monocultivo y el asociado con Poró. Es obvio que en el monocultivo ocurra la menor extracción de este mineral y que a medida que se incrementa el depósito de follaje, aumente también la extracción de nitrógeno. Lógicamente, para los demás minerales también se observó que la menor extracción la efectúa el pasto en monocultivo y que ésta aumenta a medida que se incrementa el depósito del material de poda.

El depósito de follaje adiciona nutrientes al suelo. Para el caso del nitrógeno, el material depositado es mineralizado con liberación de NH_4^+ y conversión a NO_3^- , forma disponible de nitrógeno para las plantas. Los restos orgánicos, también, representan una fuente de apatita, fitina y fosfatos que activan el proceso del ciclo de fósforo, siendo considerable la traslocación

de potasio con la poda del Poró. La biomasa constituye el principal reservorio de calcio y magnesio y para el Poró se presentan los mayores índices de circulación de estos elementos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el King grass, extrae estos nutrientes sin reposición de su parte, lo cual conlleva a la utilización de gran parte de las reservas disponibles en el suelo (Fassbender, 1987).

Cuadro 3. Nitrógeno extraído, exportado y depositado (kg/ha/año) del Poró y del pasto King grass según tratamientos experimentales.

Parámetro	Testigo sin árboles	Nivel de follaje en el suelo ¹			
		0%	33%	66%	100%
Extraído					
Poró	0	271	267	248	266
Pasto	113 ²	228 ^c	222 ^c	278 ^b	376 ^a
Total	113 ²	499 ^c	489 ^c	536 ^b	642 ^a
Exportado					
Poró	0	271	197	66	0
Pasto	113 ²	228 ^c	222 ^c	278 ^b	376 ^a
Total	113 ²	499 ^c	419 ^c	354 ^b	376 ^{ab}
Poro depositado	0	0	70	182	266

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,05$.

2/ Diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento 0%, $p < 0,01$.

La extracción de nutrientes minerales por la biomasa de la plantación asociada es significativamente mayor que la del pasto sin árboles y se incrementa a medida que aumenta la cantidad de material depositado. Proporcionalmente el elemento que muestra un mayor aumento en la extracción es el potasio y magnesio el menor. Los incrementos entre tratamientos, sin y con depósito de material de poda, son de 28% para el nitrógeno, 42% para el fósforo, 66% para el potasio, 38% para el calcio y 20% para el magnesio. Esto, si bien es un indicador de que el follaje del Poró está colocando nutrientes a disposición del pasto, también es un indicio de que las fuertes extracciones pueden causar disminuciones severas en las reservas del suelo.

Cuadro 4. Fósforo, extraído, exportado y depositado (kg/ha/año) del Poró y el King grass, según tratamientos experimentales.

Parámetro	Testigo sin árboles	Nivel de follaje en el suelo ¹			
		0%	33%	66%	100%
Extraído					
Poró	0	23	22	18	24
Pasto	26 ²	36 ^{bc}	38 ^{bc}	48 ^{ab}	60 ^a
Total	26 ²	59	60	66	84
Exportado					
Poró	0	23	16	5	0
Pasto	26 ²	36 ^{bc}	38 ^{bc}	48 ^{ab}	60 ^a
Total	26 ²	59	54	53	60
Poró depositado	0	0	6	13	24

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,05$.

2/ Diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento 0%, $p < 0,09$.

Cuadro 5. Potasio extraído, exportado y depositado (kg/ha/año) del Poró y el King grass, según tratamientos experimentales.

Parámetro	Testigo sin árboles	Nivel de follaje en el suelo ¹			
		0%	33%	66%	100%
Extraído					
Poró	0	146 ^a	140 ^{ab}	119 ^b	145 ^{ab}
Pasto	254 ²	403 ^c	452 ^b	555 ^b	767 ^a
Total	254 ²	549 ^b	592 ^b	674 ^b	912 ^a
Exportado					
Poró	0	146	101	32	0
Pasto	254 ²	403 ^c	452 ^b	555 ^b	767 ^a
Total	254 ²	549 ^b	553 ^b	587 ^b	767 ^a
Poró depositado	0	0	39	87	145

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,05$.

2/ Diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento 0%, $p < 0,05$.

En la asociación, el pasto participa con el 79% de la extracción de potasio y con el 67% de la extracción de fósforo y magnesio. Estos datos concuerdan con lo reportado por Rodríguez, (1985), en una asociación similar; sin embargo, la

extracción de nutrientes supera la obtenida en dicho experimento, excepto para el fósforo. Como se trata de un pasto de corte, la extracción implica exportación de estos elementos por lo cual, al comparar la cantidad de minerales del Poró que es retornada al suelo con la exportación hecha por el pasto, se observa que la gramínea extrae cantidades notables de fósforo, potasio y magnesio.

Cuadro 6. Calcio, extraído, exportado y depositado (kg/ha/año) del Poró y el King grass, según tratamientos experimentales.

Parámetro	Testigo sin árboles	Nivel de follaje en el suelo ¹			
		0%	33%	66%	100%
Extraído					
Poró	0	79 ^b	76 ^b	76 ^b	91 ^a
Pasto	43 ²	67 ^b	71 ^b	83 ^{ba}	111 ^a
Total	43 ³	146 ^b	147 ^b	159 ^b	202 ^d
Exportado					
Poró	0	79	56	20	0
Pasto	43 ²	67 ^{bc}	71 ^{bc}	83 ^{ba}	111 ^a
Total	43 ³	146 ^a	126 ^{ab}	103 ^b	111 ^b
Poró depositado	0	0	20	56	91

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,05$.

2/ Diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento 0%, $p < 0,11$.

3/ Diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento 0%, $p < 0,05$.

La extracción de nitrógeno y calcio es casi igual entre el King grass y el Poró. El pasto extrae, en promedio para ambos elementos, el 51% y el árbol el 49% restante. Esta situación indica que la reposición de estos minerales por parte del material depositado en el suelo, podría reemplazar, casi en su totalidad, la extracción de N y Ca hecha por el pasto. En el caso del nitrógeno deben considerarse las fuentes adicionales de ingreso como son la fijación de nitrógeno en las raíces, así como la lluvia y sus transferencias por el escurrimiento foliar y de tallos (Fassbender, 1987; Russo, 1983; Salas, De las, 1987). Para el calcio, el Poró acumula mayor cantidad que otros árboles de sombra y las hojas contienen 1,3% de este elemento, por lo que es de esperar restituciones altas con el material de poda, aunque

la mayor reserva de éste se encuentra en el suelo (Fassbender, 1987).

Al comparar la cantidad de minerales depositados por el follaje de Poró y la extracción hecha por el pasto, se observa que el árbol provee el 49% del nitrógeno, 33% del fósforo, 21% del potasio, 49% del calcio y 33% del magnesio.

Cuadro 7. Magnesio extraído, exportado y depositado (kg/ha/año) del Poró y el King grass, según tratamientos experimentales.

Parámetro	Testigo sin árboles	Nivel de follaje en el suelo ¹			
		0%	33%	66%	100%
Extraído					
Poró	0	69 ^a	51 ^{ab}	44 ^b	68 ^a
Pasto	57 ²	105 ^b	90 ^c	133 ^a	141 ^a
Total	57 ²	174 ^{ab}	141 ^b	177 ^{ab}	209 ^a
Exportado					
Poró	0	69	38	12	0
Pasto	57 ²	105 ^b	90 ^{bc}	133 ^a	141 ^a
Total	57 ²	174 ^b	128 ^c	144 ^{bc}	241 ^a
Poró depositado	0	0	13	32	68

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,05$.

2/ Diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento 0%, $p < 0,05$.

La tendencia a disminuir, con el tiempo, la producción de materia seca del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), del cual procede el King grass, ha sido puesta de manifiesto en el área de Turrialba, en estudios anteriores. Este fenómeno se ha atribuido, de manera general, a las variaciones en las condiciones climáticas, en especial de la precipitación, a la falta de fertilización y a los cortes frecuentes (Guerrero, *et al.*, 1970; Muñoz, 1960; Rincón, 1966; Roux, 1961).

Según estudios realizados en Puerto Rico, se ha concluido que el *Pennisetum purpureum*, necesita fuertes aplicaciones de potasio para alcanzar rendimientos altos. Cuando no se suministra este nutrimento se observan síntomas de severas carencias, baja el rendimiento y el pasto muere lentamente. Los suelos de las regiones húmedas suplen a los forrajes cantidades no superiores a 100 kg de K/ha/año, estabilizándose a partir del

tercero o cuarto año de cultivo (Vicente Chandler, 1983). Según Rodríguez, (1985) la extracción de este mineral no es compensada debidamente por el efecto de los árboles, ni por el depósito de material de poda del Poró. En el Cuadro 5 puede observarse la extracción de potasio hecha por el pasto y la restitución por parte del material de poda. El potasio que se restituyó al depositar todo el follaje, equivalió a un 17% del potasio extraído por el King grass.

En el primer corte se tuvo una mayor producción de pasto posiblemente debido a la mayor disponibilidad de nutrientes, por efecto de los árboles plantados desde hacía tres años y por la fertilización inicial. La fuerte extracción de minerales, en particular de potasio, pudo haber afectado la producción de los cortes siguientes (Rodríguez, 1985). En este experimento, las restituciones máximas procedentes de la poda del Poró, llegan a un 71% para el nitrógeno, 41% para el fósforo, 82% para el calcio y a un 48% para el magnesio.

Suelo

En los Cuadros 8 y 9 se presentan los contenidos de materia orgánica, minerales y pH del suelo a 20 cm de profundidad medidos antes de la siembra del King grass (diciembre de 1988) y después de terminada la fase experimental (Junio de 1990).

Se observó, que el contenido de fósforo es mayor en el suelo procedente de la asociación. El contenido de potasio es mayor en el suelo del tratamiento sin árboles. El calcio, el magnesio, el cobre y el zinc presentan resultados variables.

El contenido de materia orgánica del suelo, según la clasificación de Hardy, referida por Aguirre (1971), es alto. No obstante, en el último muestreo se observó algo de reducción con respecto al primer muestreo. Esto podría explicarse por la gran velocidad en el proceso de transformación que sufren los restos vegetales, al registrarse una actividad acelerada de los microorganismos descomponedores (Fassbender, 1987).

El nitrógeno se incrementó ligeramente en el segundo muestreo para todos los tratamientos. En el suelo correspondiente a los tratamientos asociados, esta situación podría considerarse como un efecto del aporte de nitrógeno por

la caída natural de hojas, el follaje de poda depositado en el suelo, la mortalidad de raíces y la fijación de nitrógeno atmosférico. Entre un 95 y un 98% del nitrógeno total del suelo está asociado a sustancias orgánicas, siendo el resto inorgánico. Además, las condiciones climáticas propias del trópico húmedo, alternando humedad y sequedad, propician una mineralización de la materia orgánica más rápida (Fassbender, 1987; Salas, De las, 1987).

Cuadro 8. Características químicas del suelo antes y después del experimento, según niveles de adición de follaje de Poró al suelo.

Tratamiento		pH	M.O. %	N %	P ppm	K ppm	Ca ppm	Mg ppm
Testigo	Inicio ¹	5,8	5,7	0,29	8,9	0,2	5,5	1,4
	Final ²	5,3	5,4	0,30	10,0	0,2	6,5	1,5
0% de depósito	Inicio	5,8	6,4	0,33	16,9	0,1	5,6	1,6
	Final	5,2	5,2	0,32	10,3	0,1	6,6	1,5
33% de depósito	Inicio	5,9	5,7	0,30	9,2	0,1	5,8	1,5
	Final	5,3	5,7	0,32	12,0	0,1	6,8	1,6
66% de depósito	Inicio	5,8	5,9	0,31	13,4	0,1	5,9	1,6
	Final	5,2	5,7	0,32	9,7	0,1	5,5	1,3
100% de depósito	Inicio	5,8	5,5	0,29	11,7	0,2	6,3	1,4
	Final	4,9	4,9	0,31	11,0	0,1	6,2	1,4

1/ Análisis efectuados en diciembre de 1988.

2/ Análisis efectuados en junio de 1990.

El contenido de fósforo en el suelo del área experimental presentó variaciones tanto al inicio como al final del experimento, lo cual ha sido corroborado para las áreas tropicales por Fassbender y Bornemisza (1987). En términos generales, el contenido de fósforo del suelo de los tratamientos asociados supera al del testigo sin árboles. Esto podría explicarse porque los residuos vegetales, que pasan al suelo, tienen un alto contenido de fósforo orgánico que representa entre el 40 y el 80% del fósforo total (Fassbender, 1987; Salas, De las, 1987).

El contenido de potasio en el suelo fue el que más disminuyó durante el período experimental, y solamente en el tratamiento con pasto sin árboles se observó una tendencia a

mantenerse en su nivel inicial, mientras que en los tratamientos asociados hubo una reducción drástica. Esto está ligado a la producción de pasto, ya que con su biomasa se exporta cerca del 80% del potasio del sistema y a que las cantidades de este elemento en los residuos vegetales provienen originalmente del suelo. A largo plazo, esto implica una elevada extracción de potasio (Fassbender, 1987). La situación se agrava con las pérdidas debidas al lavado por las lluvias, la erosión de la capa superficial del suelo por la escorrentía y la percolación profunda (Salas, De las, 1987). No obstante a que el retorno de potasio, proveniente del follaje de Poró es considerable, ante las altas tasas de extracción hechas por el pasto se utiliza gran parte de la reserva disponible en el suelo (Fassbender, 1987).

Cuadro 9. Características químicas del suelo antes y después del experimento, según niveles de follaje de Poró adicionado al suelo.

Tratamiento		Ac.Ext ^a	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	NH ₄ ^b sol	NH ₄ ^c min
Testigo	Inicio ¹	0,57	18,9	3,73	8,0		
	Final ²	0,50	10,5	2,60	15,0	0,8	71,7
0% de depósito	Inicio	0,70	21,5	5,64	10,7		
	Final	0,60	9,9	4,40	15,7	1,2	64,8
33% de depósito	Inicio	0,53	19,1	3,68	9,5		
	Final	0,63	10,7	2,80	17,5	0,8	75,6
66% de depósito	Inicio	0,63	20,5	4,62	12,0		
	Final	0,90	8,3	1,90	14,7	1,0	67,5
100% de depósito	Inicio	0,35	23,8	5,09	6,7		
	Final	0,97	8,8	4,00	15,9	0,8	69,1

1/ Análisis efectuados en diciembre de 1988.

2/ Análisis efectuados en junio de 1990.

a) Acidez extraíble b) NH₄ soluble c) NH₄ mineralizado

El pH del suelo tendió a disminuir con el tiempo, llegando a un nivel promedio de 5,2, lo cual lo cataloga como un suelo fuertemente ácido. Es posible que esta disminución se esté dando como resultante de la extracción de nutrimentos, porque los sitios de absorción que se desocupan en las arcillas son llenados por iones hidronio y a que la mineralización de los residuos vegetales produce acidificación progresiva. Esto resalta

al observar lo ocurrido con el suelo del tratamiento del 100% de depósito de follaje que fue el de mayor acidez (Bernal, 1988; Fassbender, 1987).

Es de notar que siendo el suelo un "sistema", donde los procesos hídricos, químicos y bióticos del suelo interactúan entre sí, es muy difícil realizar análisis de sus componentes por separado. Es posible entonces, que las pérdidas de potasio, y las variaciones obtenidas en los otros elementos, estén asociadas a la acidificación del suelo y que, ésta a su vez, esté influida por la presencia del árbol y por el depósito del follaje. La relación estrecha que existe entre el clima, la planta y el suelo, hace difícil analizar cada miembro como variable independiente. Las plantas se desarrollan bajo determinadas condiciones de clima y suelo, pero al mismo tiempo influyen sobre ellos modificándolos de alguna manera (Alvarado, 1985; Hart, 1985).

La extracción de minerales, aunque tiende a incrementarse a medida que se deposita material de poda de Poró, tiene un efecto de reciclaje importante para el tratamiento de 100% de depósito, especialmente para el Ca y el N que superan el 70% de reposición. No obstante el reciclaje de minerales efectuado con el depósito de follaje, el potasio solamente se restituye en un 19% cuando el depósito es total; siendo la restitución del fósforo y el magnesio cercana al 50% para el tratamiento en que se deposita todo el follaje de Poró (Cuadro 10).

Cuadro 10. Reposición de minerales (%) hecha por el depósito de follaje de poda para cada tratamiento.

Mineral	Nivel de follaje en el suelo			
	0%	33%	66%	100%
Nitrógeno	0,0	17	51	71
Fósforo	0,0	11	26	41
Potasio	0,0	7	15	19
Calcio	0,0	16	53	83
Magnesio	0,0	11	22	49

Para el contenido de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, el tratamiento con el 33% de depósito presentó las mejores condiciones al comparar los análisis previo y posterior al

experimento, ya que se incrementaron los valores iniciales; mientras que el tratamiento con 0% de depósito presentó la mayor disminución. Para el potasio, el tratamiento 100% presentó el mayor descenso en la solución del suelo, presentándose una disminución del 53%, siendo el tratamiento 0% el que decreció en menor proporción (29%). El pH del suelo presentó su mayor grado de acidificación en el tratamiento 100%, siendo ligeramente más ácido que el resto de tratamientos asociados (Cuadro 11).

Cuadro 11. Variación entre los análisis, antes y después del experimento, para algunas características químicas del suelo.

Variable	Testigo sin árboles	Nivel de follaje en el suelo			
		0%	33%	66%	100%
pH	-0,5	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6
Mat. orgánica	-0,22	-1,15	+0,01	-0,2	-0,57
Nitrógeno	+0,01	-0,01	+0,02	+0,01	+0,02
Fósforo	+1,09	-6,61	+2,79	-3,73	-0,72
Potasio	0,0	-0,04	-0,04	-0,06	-0,10

Conclusiones

El contenido de nutrientes minerales del pasto no presentó diferencias entre el monocultivo y la asociación con Poró. Sin embargo, se observó que el nitrógeno y el magnesio tuvieron mayor contenido en la biomasa del pasto asociado que recibió depósito de follaje, mientras que el fósforo, potasio y calcio fue mayor en el pasto solo.

La extracción de nutrientes minerales esenciales fue mayor en el King grass asociado con Poró que en el pasto sin árboles, incrementándose ésta por efecto del depósito del material de poda. El potasio fue el elemento que más incrementó su extracción.

El contenido de potasio en la solución del suelo disminuyó drásticamente durante la fase experimental, haciendo suponer que la extracción de este mineral agota las reservas del suelo con perjuicio notable sobre la producción del pasto.

El pH del suelo disminuyó, lo que hace suponer un efecto negativo sobre los procesos químicos y biológicos que allí suceden y que son vitales para las plantas.

Recomendaciones

Continuar estudios en este tipo de sistemas, bajo una óptica integral del mismo, teniendo en cuenta la restitución de los nutrientes deficitarios y el manejo de la plantación.

Evaluar el potencial de los sistemas de asociación de árboles leguminosos con gramíneas, utilizando el follaje arbóreo como abono verde, con otras especies y otras condiciones de clima y suelo.

Bibliografía

- AGUIRRE, A., V. 1971. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA-Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 138 p.
- ALVARADO, H.A. 1985. El origen de los suelos. CATIE. Serie Materiales de Enseñanza N° 24. 54 p.
- BERNAL, E.J. 1988. Pastos y forrajes tropicales: producción y manejo. Bogotá, Col., Banco Ganadero, Dpto. de Publicaciones. 500 p.
- DIAZ ROMEU, R. 1977. Determinación de nitrógeno total en el suelo: método semi-microKjeldahl. Turrialba, C.R. CATIE. 2 p.
- DIAZ ROMEU, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal de investigación en invernadero. Turrialba, C.R., CATIE, Proyecto Centro Americano de Suelos. 62 p.
- FASSBENDER, H.W. 1987. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. CATIE. Serie Materiales de Enseñanza. N° 29. 475 p.

- GUERRERO, R; FASSBENDER, H.W.; BLYDENSTEIN, J. 1970. Fertilización del Pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*) en Turrialba, Costa Rica. I. Efecto de dosis crecientes de nitrógeno. Turrialba (C.R) 20(1): 53-58.
- HART, R.D. 1985. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. CATIE. Serie Materiales de Enseñanza N° 1. 160 p.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. IICA. Serie de Libros y Materiales Educativos N° 34. p. 1-68.
- LITTLE, J.M; HILLS, F.J. 1976. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. México, D.F., Méx., Edit. Trillas. p. 145-162.
- LIBREROS, H.F.; BENAVIDES, J.E.; KASS, D.; PEZO, D. 1993. Productividad de una plantación asociada de Poró (*Erythrina poeppigiana*) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) bajo condiciones de trópico húmedo. I. Efecto de la adición de follaje al suelo sobre la producción y calidad de la biomasa. s.n.t. 19 p. (Sin publicar).
- MUÑOZ, H. 1960. Efecto del corte y la fertilización en el crecimiento estacional del zacate Elefante (*P. purpureum*, Schum). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 76 p.
- RINCON, E. 1966. Estudio sobre el crecimiento del Pasto Elefante (*P. purpureum*, Schumach). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., IICA. 56 p.
- RODRIGUEZ F., R.A. 1985. Producción de biomasa de Poró Gigante (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) intercalados, en función de la densidad de siembra y la frecuencia de poda del Poró. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE/UCR. 96 p.
- RUSSO, R.O. 1983. Efecto de poda de *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook (Poró), sobre la modulación, producción de biomasa y contenido de nitrógeno en el suelo en un sistema agroforestal "Café-Poró". Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE/UCR. 108 p.

Efecto de la aplicación de estiércol de cabra en el suelo sobre la calidad y producción de biomasa de Morera (*Morus* sp.)*

Jorge Benavides ¹, Marc Lachaux ⁺
y Macario Fuentes ².

Introducción

La Morera es un árbol o arbusto que tradicionalmente se utiliza para la alimentación del gusano de seda en diferentes países. Perteneció al orden de las Urticales, familia Moraceae y género *Morus*. Las especies más conocidas, *Morus alba* L. y *Morus nigra* L., parecen tener su origen al pie del Himalaya (Soo-Ho *et al.*, 1990). Linnaeus clasificó tres especies más de este género: *M. rubra* L., *M. tartarica* L. y *M. indica* L. Posteriormente otros taxónomos han identificado más de 30 especies y 100 variedades (Ting-Zing *et al.*, 1988). Aunque la mayor parte del conocimiento de esta especie proviene de los países asiáticos y de Europa, existe información sobre su utilización para la producción de seda en América Latina (Narimatsu y Kiyoshi, 1975).

En España se ha reportado el buen crecimiento de la Morera en climas mediterráneos con cambios bruscos de temperatura, tolerando valores por debajo de 0°C (González, 1951). Otros autores dan los siguientes rangos climáticos para el cultivo de la Morera: temperatura de 18 a 38°C; precipitación de 600 a 2500 mm; fotoperíodo de 9 a 13 horas/día y humedad relativa de 65 a 80% (Ting-Zing *et al.*, 1988). Actualmente se reporta su cultivo desde el nivel del mar hasta 4000 m de altitud (Soo-Ho *et al.*, 1990). Se reproduce por semilla, estaca, acodo e injerto (Soo-Ho *et al.*, 1990). Trabajos realizados en Guatemala mencionan un pobre crecimiento de la planta en la época de sequía y sin riego, aunque con una buena recuperación durante las lluvias (Blanco, 1992).

*/ Presentado en el 2do. Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería con Rumiantes Menores. San José, Costa Rica. Nov., 1993.

1/ M.Sc. Unidad de Árboles Forrajeros y Rumiantes Menores, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica.

+ / Dr. Unidad de Ecodesarrollo, Institute National de la Recherche Agronomique (INRA), Avignon, Francia.

2/ Técnico, Unidad de Árboles Forrajeros y Rumiantes Menores, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

Se puede sembrar en diferentes clases de suelos, con la excepción de los muy húmedos y muy "duros" (González, 1951). Una vez desarrollada su raíz tolera bien la sequía. En todos los casos se recomienda el uso de abono orgánico en lugar de los fertilizantes químicos (González, 1951; Ting-Zing *et al.*, 1988). En España se recomendaba sembrarla en asocio con otros cultivos como maíz, papas, hortalizas, alfalfa y frutales, siempre que se controlara el espaciamiento y la poda para evitar la competencia por luz (González, 1951). Algunos autores recomiendan su siembra a 80 cm entre plantas e hileras (González, 1951). En otros trabajos se mencionan densidades de 30 000 plantas/ha con corte a baja altura (< de 70 cm); de 7 a 12 000 con altura media de corte (de 70 a 170 cm) y entre 2250 y 6000 plantas con cortes por encima de los 170 cm (Ting-Zing *et al.*, 1988).

La información sobre producción de biomasa que se dispone es casi exclusivamente relacionada a las hojas, ya que es la parte utilizada para alimentar el gusano de seda. De Francia se reportan producciones de hoja verde de 17 000 kg/ha con distanciamientos de 7x7 m. Con mayores densidades se han obtenido rendimientos de 30 000 kg/ha. Los rendimientos están relacionados con la edad de la plantación y específicamente con el diámetro del tronco (Secretain y Gaddo, 1934 citados por González, 1951). Estos autores reportan que la producción de hoja por año en monocultivo se incrementa de 6500 kg en el primer año hasta 33 500 en el séptimo año. En buenos terrenos la producción de hojas verdes por planta varía de 9 a 70 kg cuando el diámetro del tronco, a su altura media, aumenta de 7 a 55 cm (Secretain, 1924, citado por González, 1951). Con 22,5 tm de heces humanas y 300 kg de sulfato de amonio la producción de hojas verdes puede alcanzar 13 tm/ha/año (Ting-Zing *et al.*, 1988). En Paraguay se han obtenido rendimientos de 20 000 kg de hoja fresca en plantaciones de 4 años y con podas a 30 cm del suelo (Narimatsu y Kiyoshi, 1975).

En trabajos con plantas espaciadas en Turrialba se calculó un rendimiento de 2,32 kg de materia seca total por planta/año con cortes a 50 cm de altura. Con podas a 100 cm del suelo la producción total de biomasa disminuyó a 2,16 kg. Sin embargo, la producción de hoja fue de 1,0 kg para ambas alturas de corte. Con cortes cada 60, 120 y 180 días la producción de materia seca total fue de 1,64, 2,17 y 2,86 kg/planta/año respectivamente. Sin embargo, la producción de hojas disminuyó

de 1,11 a 0,84 kg entre los cortes de 60 y de 180 días (Benavides *et al.*, 1986).

En el trópico seco de Guatemala, en una zona con una distribución bimodal de la precipitación y en la época lluviosa, se obtuvieron 19 tm de MS/ha de biomasa total en cuatro cortes de 9 semanas cada uno, con una distancia de siembra de 30 cm entre plantas, una altura de corte de 75 cm y una fertilización de 40 kg de nitrógeno/ha después de cada corte (Blanco, 1992).

En los últimos años se han realizado algunos estudios en América Central para integrar esta planta leñosa en sistemas de alimentación para rumiantes. En Turrialba se obtuvieron ganancias de peso superiores a los 100 gr/an/día en corderos alimentados con niveles crecientes de hojas de Morera (Benavides, 1986). Así mismo, en Guatemala se tiene información de favorables respuestas en ganancia de peso (300 gr/día) con novillos cebú x Pardo suizo suplementados con planta entera de Morera a razón del 1,5% de materia seca en relación al peso corporal (Arias¹, 1992).

Materiales y métodos

Area de estudio

Este experimento forma parte de los trabajos de investigación sobre árboles y arbustos forrajeros que se desarrollan, desde 1980, en la Unidad de Arboles Forrajeros y Rumiantes Menores del CATIE (Benavides, 1991). El experimento inició en junio de 1990 y terminó en junio de 1993. En el presente documento se presentarán los resultados de tres años.

El experimento se llevó a cabo en la Finca Experimental de Ganadería del CATIE ubicada en Turrialba, Costa Rica, a una altura de 650 msnm y en una zona de vida denominada Bosque Húmedo Premontano (Holdridge, 1978). La temperatura media anual es de 21,4°C. La precipitación promedio durante los últimos 41 años es de 2630 mm, con un período de baja precipitación entre marzo y febrero cuando llueve un promedio de 115 mm mensuales. La humedad relativa es del 87,9%. El suelo es de origen aluvial, perteneciente a la serie "Juray" (J) y

1/ Comunicación personal

clasificado según las categorías de la séptima aproximación en el orden Inceptisol; sub-orden Tropepts del gran grupo Dystropepts (Aguirre, 1971).

Manejo del experimento y de la plantación

El material se estableció por estacas de uno a dos cm de diámetro, 30 cm de largo y con no menos de tres yemas. Se sembró a 5 cm de profundidad y el distanciamiento fue de 40 cm entre plantas y 1,1 m entre hileras lo que equivale a una densidad de 22 727 plantas/ha. Las parcelas se fertilizaron con Nitrato de Amonio, 15 días después de la siembra, equivalente a 100 kg de Nitrógeno/ha/año. Sólo se hizo control de malas hierbas durante el establecimiento.

Los cortes de Morera se realizaron con tijera a una altura de 50 cm del suelo y todo el material se removió del área. Se pesó la producción total obtenida y de ésta se tomó aproximadamente el 25% para determinar la proporción de hojas, tallo tierno y tallo leñoso.

Para determinar la cantidad de abono a aplicar, de una mezcla de estiércol de cabra de varios corrales, se tomaron muestras a tres profundidades diferentes para determinar el contenido de humedad y de nitrógeno. Con base a este dato se calculó la cantidad necesaria de estiércol por aplicación. La fertilización se hizo por planta, alrededor del tronco e inmediatamente después de cada corte. De acuerdo a los análisis de laboratorio el estiércol utilizado tenía 24% de materia seca y 2,24% de nitrógeno.

Se realizaron muestreos de suelo antes del experimento y posteriormente, al finalizar cada año de evaluación, a 10 y 20 cm de profundidad. Se determinó el nivel de pH y el contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores.

Análisis de laboratorio

Para la determinación del contenido de materia seca (MS) se tomaron submuestras de hojas, tallos tiernos y tallos leñosos del material cosechado en el campo. Estas submuestras fueron secadas en un horno con ventilación forzada, a 60°C, hasta alcanzar peso constante. Para los análisis de proteína cruda (PC)

y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), las submuestras de hojas y tallos tiernos se molieron usando una criba de 1 mm.

El contenido de PC (Nx6,25), de las hojas y tallos tiernos de la Morera y de Nitrógeno del estiércol, se determinó por el método de micro-Kjeldahl (Bateman, 1970). El análisis de DIVMS se hizo por medio de la técnica de dos fases para la digestión *in vitro* de forrajes (Tilley y Terry, 1963).

Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un arreglo factorial 3⁵ bajo un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones en donde las parcelas grandes correspondieron al factor fertilización. Los factores fueron frecuencia de poda (3) y nivel de fertilización (5) con un total de 15 tratamientos. Las frecuencias de poda utilizadas fueron 60, 90 y 120 días y la fertilización consistió en tres niveles de estiércol y dos testigos: uno de ellos sin fertilizante y el otro con Nitrato de Amonio. La fertilización se calculó en base a Nitrógeno, con niveles de estiércol equivalentes a 240, 360 y 480 kg de N/ha/año. Estas cantidades equivalen a 44,6, 66,9 y 89,3 tm de estiércol húmedo por hectárea y por año, respectivamente. El Nitrato de Amonio (NH₄-NO₃) se aplicó en una dosis equivalente a 480 kg de N/ha/año.

El área total del experimento fue de 985,6 m², de los cuales 246,4 m² corresponden a cada bloque, 24,64 m² a la parcela bruta y 13,2 m² a la parcela neta, esta última con 30 plantas en total.

Resultados y discusión

A partir del quinto corte se descontinuaron todos los tratamientos correspondientes a la frecuencia de poda de 60 días, debido a que la producción decreció fuertemente. En este trabajo se presentará solamente la información correspondiente a las podas cada 90 y 120 días.

Contenido de materia seca, proteína y digestibilidad

Por efecto de la frecuencia de poda y el nivel de fertilización, se encontraron ligeras diferencias, aunque significativas, en

el contenido de MS de hojas y tallos tiernos (Cuadros 1 y 2). A medida que se incrementó el nivel de estiércol se detectó una pequeña disminución en este parámetro. Esto posiblemente se relaciona con la mayor tasa de crecimiento observada en los tratamientos con más fertilizante. En términos generales el contenido de MS es relativamente alto y constante en comparación con el reportado en otros forrajes y coincide con los mencionados por otros autores también en Turrialba (Benavides *et al.*, 1986).

Cuadro 1. Contenido de materia seca (%) de los componentes de la biomasa de Morera según año y frecuencia de poda.

Componente	Año			Podas / año	
	1	2	3	3	4
Hojas ¹	25,5 ^b	26,5 ^a	25,6 ^b	25,6 ^b	26,2 ^a
Tallo tierno	28,9 ^a	27,1 ^b	23,6 ^c	27,2 ^a	25,8 ^b
Tallo leñoso	40,3 ^b	43,0 ^a	39,7 ^c	42,4 ^a	39,6 ^b

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,001$.

Cuadro 2. Contenido de materia seca (%) de los componentes de la biomasa de Morera según nivel de estiércol en el suelo.

Componente	Niveles de estiércol ¹				NH ₄ -NO ₃ ¹
	0	240	360	480	480
Hojas ²	26,4 ^a	25,9 ^{bc}	26,0 ^b	25,5 ^d	25,6 ^{cb}
Tallo tierno	28,0 ^a	27,1 ^b	26,8 ^b	26,0 ^c	24,7 ^d
Tallo leñoso	42,2 ^a	41,5 ^b	40,8 ^c	40,4 ^{cd}	40,0 ^d

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,001$.

Entre las características más importantes de la Morera destacan el elevado contenido en PC y la alta DIVMS. El contenido en proteína de las hojas, correspondiente al primer año, triplica o más al reportado para los pastos tropicales y supera al de la mayoría de los concentrados comerciales. Así mismo la DIVMS es muy superior a la de los forrajes comúnmente utilizados en la alimentación de rumiantes y es similar a la de los concentrados.



4. Agronomía de leñosas forrajeras



- ROUX, H. 1961. Efectos estacionales de edad y fertilización en el crecimiento y aceptación por el ganado del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). Tesis Mag. Sc. Turrialba C.R., IICA. 76 p.
- SALAS, G. DE LAS. 1987. Suelos y ecosistemas forestales: con énfasis en América Tropical. IICA. Colección Libros y Materiales Educativos, N° 80. 450 p.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. Trad. y rev. por Ricardo Martínez B. y Jesús María Castaño. México, D.F., Méx., Mc Graw-Hill. p 368-390.
- VICENTE CHANDLER, J. 1983. Producción y utilización intensiva de las forrajeras en Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico, Estación Experimental Agrícola. Boletín 271. 226 p.



Aunque el contenido de PC coincide con el de otros trabajos con Morera; la DIVMS es inferior, tanto a nivel de los datos de laboratorio (CATIE, 1986; Benavides, 1991), como en pruebas de digestibilidad *in vivo* con cabras lecheras (Jegou *et al.*, 1991). En el primer caso los valores de DIVMS fluctuaron entre 85 y 89% y la digestibilidad *in vivo* fue de 79% (Cuadros 3, 4 y 5).

Cuadro 3. Contenido de proteína cruda y digestibilidad (%) de la hoja y el tallo tierno de Morera según frecuencia de poda.

Componente	Podas / año			
	3		4	
	PC		DIVMS	
Hojas ¹	19,2 ^b	20,9 ^a	77,2	76,9
Tallo tierno	8,1	8,5	56,9	56,2

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,01$.

Cuadro 4. Contenido de proteína cruda (%) de hoja y tallo tierno de Morera según nivel de estiércol en el suelo.

Componente	Nivel de estiércol ¹				NH ₄ -NO ₃ ¹ 480
	0	240	360	480	
Hojas ²	19,1 ^c	19,3 ^b	19,3 ^c	20,2 ^b	22,5 ^a
Tallo tierno	7,4 ^b	7,1 ^b	7,2 ^b	7,4 ^b	12,3 ^a

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,01$.

Cuadro 5. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) de la hoja y el tallo tierno de Morera según nivel de estiércol en el suelo.

Componente	Nivel de estiércol ¹				NH ₄ -NO ₃ ¹ 480
	0	240	360	480	
Hojas	76,7	77,5	77,0	76,9	77,1
Tallo tierno ²	56,2 ^b	56,4 ^b	56,0 ^b	55,8 ^b	58,6 ^a

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,01$.

Como era de esperarse, a medida que disminuye el tiempo entre podas, aumenta el contenido en PC de hojas y tallos tiernos. Por su parte, las diferencias en DIVMS por efecto de las podas no fueron importantes. Existen diferencias significativas, aunque pequeñas, en el contenido de PC por efecto de la adición de diferentes niveles de estiércol. Sin embargo, se observaron mayores valores al utilizar $\text{NH}_4\text{-NO}_3$. El efecto de los niveles de estiércol sobre la DIVMS sólo fue significativo en los tallos tiernos.

Composición del follaje

De acuerdo al promedio de los tres años el 43,5; 4,6 y 51,9% de la biomasa corresponde a hojas, tallos tiernos y leñosos, respectivamente (Figura 1). En el segundo año aumenta la proporción leñosa, principalmente en detrimento de los tallos tiernos.

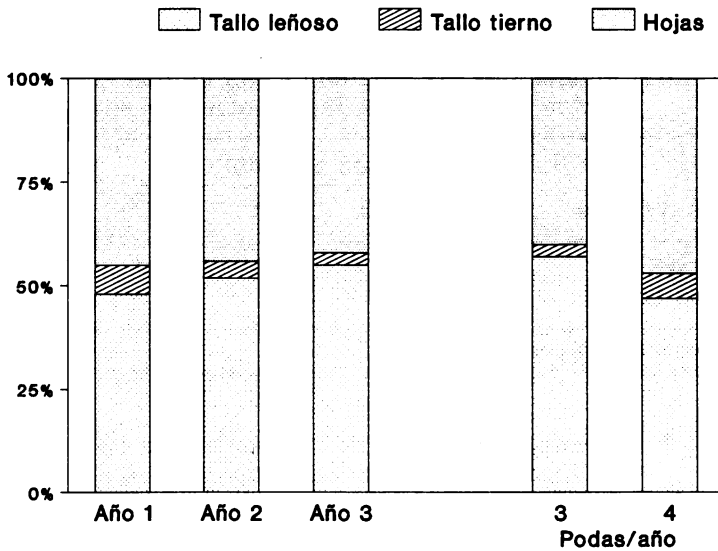


Figura 1. Proporción de los componentes de la biomasa de Morera según año y frecuencia de poda.

En general la proporción comestible disminuye entre años y aumenta con la frecuencia de poda. Esto último es lógico ya que en el material más joven se espera mayor proporción de

hojas. Existe un ligero efecto detrimental sobre la proporción de hojas y biomasa comestible producto de la mayor cantidad de fertilizante aplicado (Cuadro 6). Este efecto es más marcado con el uso de $\text{NH}_4\text{-NO}_3$.

Cuadro 6. Proporción de los componentes (% en base seca) de la biomasa de Morera según niveles de estiércol en el suelo.

Componente	Niveles de estiércol ¹				$\text{NH}_4\text{-NO}_3$ ¹ 480
	0	240	360	480	
Hojas ²	44,2 ^a	43,8 ^{ab}	43,4 ^{ab}	43,0 ^{ab}	43,1 ^b
Tallo tierno	4,6 ^{ab}	4,6 ^{ab}	4,7 ^{ab}	4,9 ^{ab}	4,3 ^b
Tallo leñoso	51,2 ^b	51,7 ^{ab}	51,9 ^{ab}	52,1 ^{ab}	52,6 ^a
Comestible	48,8 ^a	48,3 ^{ab}	48,1 ^{ab}	47,9 ^{ab}	47,4 ^b

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,001$.

Producción de materia seca

Los resultados obtenidos muestran que hubo efecto del año sobre la producción de materia seca total, comestible, hojas y tallos leñosos. La frecuencia de poda no ejerció ningún efecto sobre la producción de hojas y material comestible, aunque si afectó la producción de materia seca total producto de un importante efecto sobre la producción de material leñoso (Cuadro 7). No obstante lo anterior, el efecto de la frecuencia de poda sobre la producción de biomasa fue diferente en cada año.

Cuadro 7. Materia seca producida (tm/ha/año) por componente de la biomasa de Morera, según año y frecuencia de poda.

Componente	Año			Podas / año	
	1	2	3	3	4
Hojas ¹	10,8 ^{ab}	10,9 ^a	10,4 ^b	11,0	10,4
Tallo tierno	1,6 ^a	0,9 ^b	0,8 ^c	1,0 ^b	1,3 ^a
Tallo leñoso	11,8 ^c	13,2 ^b	14,4 ^a	16,0 ^a	10,3 ^b
Total	24,2 ^b	25,0 ^{ab}	25,6 ^a	28,0 ^a	21,9 ^b
Comestible	12,4 ^a	11,8 ^b	11,2 ^c	12,0	11,6

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,001$.

A pesar de que con cuatro podas/año disminuyó la producción de biomasa total, no varió significativamente la producción de biomasa comestible y de hojas, ya que la mayor parte de este incremento fue de de tallo leñoso. Así mismo, al segundo y tercer año, a pesar de observarse un ligero aumento en la producción total de biomasa, la producción de biomasa comestible disminuyó.

La adición de cantidades crecientes de estiércol de cabra, expresado en kg N/ha/año, ejerció un importante efecto positivo sobre la producción de materia seca en todos los componentes de la biomasa (Cuadro 8 y Figura 2). Hubo un efecto lineal significativo entre la aplicación de estiércol y la producción de materia seca total ($Y = 19581 + 20,27X$; $r^2 = 0,95$; $p < 0,05$). De acuerdo a esta regresión la producción con el mayor nivel de estiércol fue casi 50% superior al tratamiento sin fertilizante. Es de resaltar que la producción obtenida con el estiércol fue significativamente mayor (22,9%) que la obtenida con NH_4-NO_3 , en términos equivalentes de nitrógeno. La producción con el fertilizante químico fue similar a la observada con aportes menores de nitrógeno provenientes de este abono orgánico. Con el NH_4-NO_3 el incremento, con respecto al tratamiento sin abono, fue del 23% solamente.

Cuadro 8. Producción de biomasa (tm MS/ha/año) por componente de la biomasa de Morera, según nivel de aplicación de estiércol al suelo.

Componente	Niveles de estiércol ¹				NH_4-NO_3 ¹
	0	240	360	480	
Hojas ²	8,7 ^c	10,5 ^b	11,2 ^b	12,7 ^a	10,4 ^b
Tallo tierno	0,9 ^d	1,1 ^{bc}	1,2 ^b	1,4 ^a	1,0 ^{cd}
Tallo leñoso	10,3 ^c	12,6 ^b	13,8 ^b	16,0 ^a	13,1 ^b
Comestible	9,6 ^c	11,6 ^b	12,3 ^b	14,1 ^a	11,4 ^b
Total	19,9 ^c	24,3 ^b	26,1 ^b	30,1 ^a	24,5 ^b

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,001$.

El efecto de la aplicación de estiércol fue mucho más marcado en el segundo y tercer año que en el primero (Figura 3 y 4). Mientras que la producción total, entre años, para el tratamiento sin fertilizante disminuyó de 21,7 a

18,8 tm MS/ha/año; para el tratamiento con mayor cantidad de estiércol aumentó de 27,6 a 32,2 tm/ha/año. Es decir, que la diferencia entre ambos tratamientos pasó de 5,9 tm, en el primer año, a 13,4 tm en el tercer año, lo cual significa una variación del 127%. En el tercer año se produjo 72% más biomasa con el mayor nivel de estiércol que la obtenida con el testigo, mientras que esta diferencia en el primer año sólo fue del 27%. Tanto la diferencia entre el estiércol y el $\text{NH}_4\text{-NO}_3$, como la variación observada entre años entre ambos tipos de abono, están relacionadas con la aportación de otros nutrientes al suelo provenientes del estiércol. Todo lo anterior caracteriza claramente a la Morera como una planta con grandes demandas de nutrientes del suelo y justifica la utilización del abono orgánico en plantaciones de esta especie.

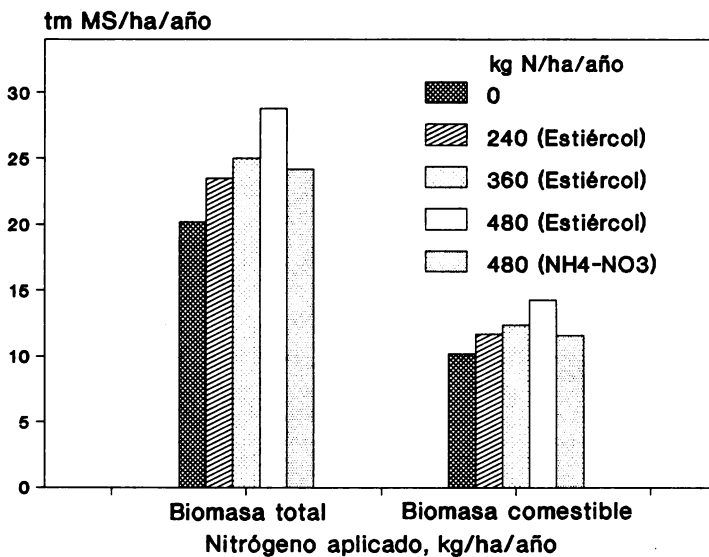


Figura 2. Producción de biomasa total y comestible de Morera fertilizada con diferentes niveles de estiércol de cabra.

El único parámetro que disminuyó en el segundo año es el de los tallos tiernos. Esto explica el menor incremento en la producción de biomasa comestible a pesar del mayor incremento observado en la producción de hojas. No hubo efectos importantes del tipo de abono sobre la variación de la producción entre años.

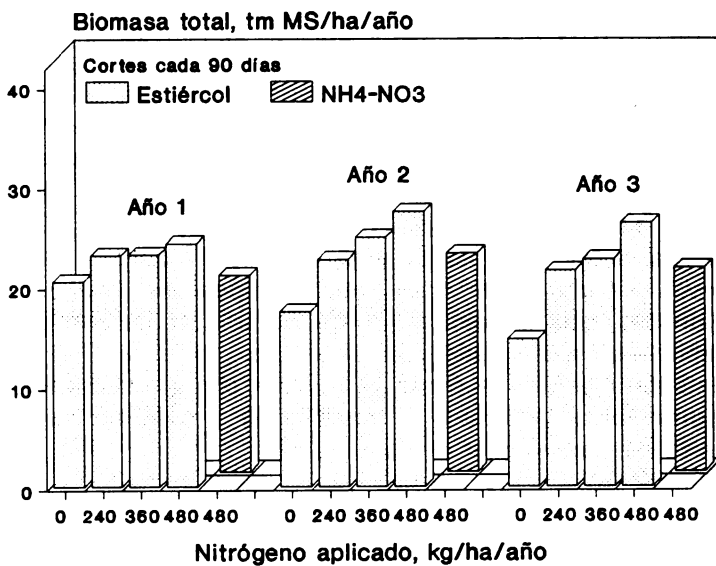


Figura 3. Variación entre años de la producción de biomasa de Morera fertilizada con varios niveles de estiércol de cabra.

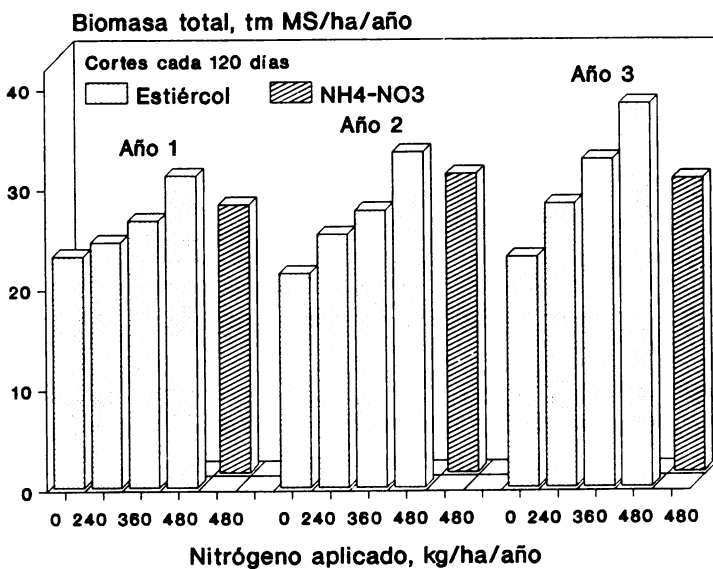


Figura 4. Variación entre años de la producción de biomasa de Morera fertilizada con varios niveles de estiércol de cabra.

Producción de proteína y materia seca digestible

Para estos parámetros sólo se tienen datos para el primer y segundo año. La producción de PC y MS digestible (MSD) está muy correlacionada con la producción de materia seca. Es por eso que existe un elevado incremento en ambos parámetros por el aumento en la adición de estiércol, sobre todo en lo que respecta a la producción de hojas (Cuadros 9 y 10). Para la proteína existe una diferencia del 46% entre el tratamiento sin abono y el de mayor nivel de estiércol. En el segundo año esta diferencia alcanzó el 69%.

Cuadro 9. Proteína cruda producida (tm/ha/año) de hoja, tallo tierno y total de Morera según nivel de estiércol en el suelo.

Componente	Niveles de estiércol ¹				NH ₄ -NO ₃ ¹ 480
	0	240	360	480	
Hojas ²	1,76 ^c	2,05 ^{bc}	2,15 ^b	2,56 ^a	2,35 ^{ab}
Tallo tierno	0,08 ^c	0,09 ^c	0,10 ^c	0,12 ^b	0,14 ^a
Comestible	1,84 ^c	2,14 ^b	2,25 ^b	2,68 ^a	2,49 ^{ab}

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,001$.

Cuadro 10. Materia seca digestible producida (tm/ha/año) de hoja, tallo tierno y total de Morera según nivel de estiércol en el suelo

Componente	Niveles de estiércol ¹				NH ₄ -NO ₃ ¹ 480
	0	240	360	480	
Hojas ¹	7,0 ^c	8,2 ^{bc}	8,6 ^{ab}	9,8 ^a	8,1 ^{bc}
Tallo tierno	0,6 ^c	0,7 ^{bc}	0,7 ^b	0,9 ^a	0,7 ^{bc}
Comestible	7,6 ^c	8,9 ^{bc}	9,3 ^{ab}	10,6 ^a	8,8 ^{bc}

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,001$.

Debido al aumento en el contenido de PC en las hojas, por efecto de la mayor frecuencia de poda, se observó un importante incremento en la producción de PC, a pesar del poco cambio en la producción de material comestible (Cuadro 11). No

se observaron diferencias significativas en la producción de materia seca digestible por efecto de la frecuencia de poda.

Cuadro 11. Proteína cruda y materia seca digestible producidas (tm/ha/año) de hoja, tallo tierno y total de Morera según frecuencia de poda.

Componente	Podas / año			
	3		4	
	PC		MSD	
Hojas ¹	2,1	2,3	8,5	8,3
Tallo tierno	0,1	0,1	0,6 ^b	0,8 ^a
Comestible	2,2	2,4	9,1	9,1

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,001$.

Eficiencia de la fertilización

Como se mencionó anteriormente una de las características más relevantes de la Morera es su gran capacidad de extracción de nutrimentos del suelo. Sin embargo, la planta en este experimento mostró una buena capacidad para convertir el fertilizante aplicado en biomasa. En términos de eficiencia de utilización del nitrógeno, en el primer año se obtuvo una recuperación del 26,4% del nitrógeno aplicado, mientras que en el segundo año este valor se incrementó al 45,4%. En promedio para los dos años la eficiencia en la recuperación del nitrógeno fue del 35,9%. Para los dos años se observó un efecto lineal significativo entre la aplicación de nitrógeno del estiércol (X) y la cantidad de nitrógeno producido en la biomasa (Y). ($Y = 399,1 + 0,36X$; $r^2 = 0,93$; $p < 0,05$). El valor del coeficiente de regresión fue de 0,26 para el primer año y de 0,45 para el segundo. Esto implica un incremento del 73% en la eficiencia en el último año.

Conclusiones

De las especies leñosas evaluadas en la Unidad de Arboles Forrajeros y Rumiantes Menores del CATIE, la Morera es una de las que presenta mejores características para ser utilizada en la alimentación de rumiantes. Los elevados niveles de

proteína cruda y digestibilidad superan en gran medida a los de los forrajes más utilizados en el trópico y sólo son comparables a los reportados en los alimentos concentrados.

La planta muestra una gran capacidad de rebrote y una elevada sobrevivencia a los dos años de plantada. Los resultados muestran que con buena fertilización, la Morera puede producir buenas cantidades de biomasa comestible por unidad de área. La producción obtenida en este trabajo supera a la encontrada en la literatura para climas templados de Asia y América del Sur.

Con buena fertilización la producción se incrementa entre años, tal como se reporta en la literatura consultada. Tanto por la aportación de otros elementos al suelo, como por su efecto sobre las características físicas del mismo, con el estiércol se produce más biomasa por unidad de área que con el Nitrato de Amonio. Aunque la Morera es una gran extractora de nutrimentos del suelo, es muy eficiente en la utilización de los mismos cuando se aportan como abono orgánico y particularmente en el caso del nitrógeno. La producción de nutrimentos es mayor con las podas más frecuentes, pero el intervalo más apropiado debe de evaluarse de acuerdo a las condiciones de suelo, fertilización y pluviometría de cada sitio.

Recomendaciones

Este trabajo es uno de los pocos que se han realizado con esta especie en condiciones tropicales con el propósito de producir forraje para rumiantes y son muchos los aspectos que aún quedan por evaluar desde el punto de vista agronómico.

Varios son los factores de manejo agronómico que deben ser estudiados en el futuro y enfocados de acuerdo a los diferentes sistemas de producción y a las diferentes condiciones ecológicas y topográficas que existen en América Central. Sobre todo es de gran importancia la evaluación de los efectos que puedan tener estos factores sobre la sostenibilidad de la producción y sobre la conservación del suelo. A continuación se reseñan algunas criterios y recomendaciones en tal sentido.

Podas

Existe información sobre el efecto de diferentes alturas de poda sobre la producción de materia seca, pero en unos casos la información es contradictoria y en otros demasiado preliminar (Benavides, 1986 y Blanco, 1992). Debido al efecto que parece tener la altura de poda sobre la proporción hoja/tallo es importante corroborar este aspecto en nuevos trabajos y en situaciones ambientales diferentes.

En plantaciones orientadas a la producción de forraje para rumiantes, la frecuencia de poda sólo ha sido evaluada en condiciones de trópico húmedo. Sin embargo, es en el trópico seco donde este factor puede tener mayor relevancia. Es posible que bajo estas condiciones las frecuencias dentro del año no necesariamente deben ser regulares, sino más bien determinadas por los patrones de precipitación que existan en cada sitio. En estos casos la altura de la planta puede constituirse en un criterio más objetivo para determinar el momento de la poda.

De acuerdo a la literatura, el número de ramas principales que se mantengan en la poda ejerce un efecto importante sobre la producción de biomasa. Sin embargo, los trabajos conocidos en este sentido se refieren a la producción de hojas para alimentar el gusano de seda y no existe información sobre su aplicación en plantaciones para producir forraje para rumiantes.

Uno de los principales problemas de la ganadería en el trópico es la alimentación en la época de sequía. En tal sentido es recomendable realizar estudios sobre el efecto de las podas al final de la época lluviosa sobre la producción de biomasa en la época de sequía. De esa forma se podría disponer de forraje de buena calidad en este período.

Otro de los problemas que pueden limitar el uso de esta especie, en sistemas de gran escala, es la ausencia de técnicas para mecanizar su cosecha. El corte de forraje parece no presentar problemas en sistemas de producción con pocos animales y basados en la utilización de mano de obra familiar. Sin embargo, en explotaciones de mayor tamaño debe estudiarse el desarrollo de formas de cosecha. Así mismo es necesario visualizar los problemas relacionados al uso mecanizado de abonos orgánicos y su relación con el costo de producción en tales sistemas.

Siembra

También los aspectos relacionados a la época de siembra son más relevantes en condiciones de trópico seco que bajo condiciones de clima con buena precipitación. Este factor ha sido poco estudiado y posiblemente tenga un efecto importante sobre el vigor del establecimiento (enraizamiento) y la sobrevivencia de la semilla utilizada.

El efecto de la distancia de siembra ha sido estudiado en condiciones de precipitación bimodal en Guatemala, en donde se ha observado mayor producción con siembras más densas. Lógicamente el distanciamiento utilizado dependerá de si se trata de un monocultivo o de una plantación asociada.

De acuerdo a observaciones de campo es posible suponer que la estaca de Morera, al igual que lo reportado con algunas especies de árboles leguminosos, pueda sembrarse acostada y a poca profundidad para aprovechar mayor cantidad de puntos de crecimiento, ahorrar trabajo y utilizar menos semilla.

El desarrollo de métodos de siembra en laderas es de gran importancia para el desarrollo de alternativas que permitan un uso racional del suelo, contribuyendo de ese modo a prevenir o disminuir los problemas de erosión.

Una de las mayores dificultades en las fincas pequeñas y medianas, al tratar de introducir áreas forrajeras, es la de convencer a los productores que sustituyan tierras que dedican a cultivos por áreas para forraje. En este caso es muy recomendable la evaluación de asociaciones de Morera con los cultivos más comunes en la finca que permitan una mayor productividad por unidad de área sin efectos importantes sobre la producción del cultivo tradicional.

Fertilización

Indudablemente, el factor más limitante en la producción de Morera es su elevada dependencia de nutrimentos del suelo. Por ello en el presente trabajo se enfatizó en aspectos relacionados con la fertilización. Sin embargo, aún quedan muchas alternativas que evaluar tales como el uso de otros tipos de abono orgánico y la asociación con plantas fijadoras de nitrógeno. Aunque se pueden esperar elevados rendimientos con

el uso de abonos químicos, su uso estará restringido por el precio y el efecto ambiental que pueda tener su aplicación. La asociación con leguminosas arbóreas o herbáceas, para utilizar el follaje como abono verde, es una alternativa que puede ser interesante, sobre todo en el caso de los árboles, por su papel en la circulación de nutrientes y en la retención del suelo.

Evaluación de especies y variedades

En América Central existen varias especies o variedades de Morera que están siendo sembradas en diferentes sitios. Sin embargo, aún no se ha realizado ningún estudio comparativo sobre las ventajas y desventajas de cada una que permita hacer recomendaciones para cada condición ecológica y tipo de suelo. Los trabajos de mejoramiento y selección parece ser uno de los campos más necesarios con esta especie, tanto debido a su potencial forrajero como por la existencia de gran número de especies y variedades.

Evaluaciones económicas

Aunque existe alguna información de tipo económico para condiciones de trópico húmedo (Rojas, 1992), es necesario que los trabajos de investigación que se desarrollen con la Morera contemplen la evaluación económica como un elemento decisivo al momento de definir recomendaciones para su utilización.

Reconocimiento

Este trabajo fue realizado con el apoyo financiero de la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) por medio del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ y el Ministerio de Asuntos Exteriores de Francia por medio de su oficina para América Central.

Bibliografía

- AGUIRRE A., V. 1971. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA-Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., IICA. 138 p.
- BATEMAN, J.V. 1970. Nutrición animal: manual de métodos analíticos. México, Méx., Ed. Herrero. 468 p.

- BENAVIDES, J.E. 1986. Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de Morera (*Morus* sp.) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*). In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N° 67. p. 40-42.**
- BENAVIDES, J.E. 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. El Chasqui (C.R.) N° 25: 6-36.**
- BENAVIDES, J.E.; BOREL, R.; ESNAOLA, M.A. 1986. Evaluación de la producción de forraje del árbol de Morera (*Morus* sp.) sometido a diferentes frecuencias y alturas de corte. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N° 67. p. 74-76.**
- BLANCO, R. 1992. Distancia de siembra y altura de corte en la producción y calidad del forraje de Morera (*Morus* sp.), en el parcelamiento Cuyuta, Escuintla, Guatemala. Guatemala, Gua., Universidad de San Carlos. 15 p.**
- Documento presentado como segundo seminario de tesis para optar por el grado de Lic. Agr. Zoot.**
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N° 67. p. 20.**
- GONZALEZ, F. 1951. El gusano de seda y la Morera. 4 ed. Madrid, España, Publicaciones del Ministerio de Agricultura. 272 p.**
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. IICA: Serie de Libros y Materiales Educativos. N° 34. 276 p.**

- JEGOU, O.; NICOLAS, J.; WAELPUT, J-J.; BRUNSCHWIG, G. 1991. Consumo, digestibilidad y ciclo del nitrógeno del follaje de Morera (*Morus* sp.) y Amapola (*Malvaviscus arboreus*) con cabras lactantes. *In* Seminario Internacional de Investigación en Cabras (1., 1991, El Zamorano, Hond.). Memorias. El Zamorano, Hond., SRN. p. irr.
- NARIMATSU, S.; KIYOSHI, K. 1975. Manual para la cría del gusano de seda. Japan International Cooperation Agency. Technical book. Series N° 20. 78 p.
- ROJAS, H. 1992. Análisis económico de la producción de leche de cabras alimentadas con diferentes niveles de Morera (*Morus* sp.) como suplemento al King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*). Borrador de informe de práctica dirigida para obtener el título de bachiller. San José, C.R., Universidad Estatal a Distancia. s.p.
- SOOHO, L.; YOUNG-TAEK, K.; SANG-POONG, L.; IN-JUN, R.; JUNG-SUNG, L. BYUNG-HO, L. 1990. Sericulture training manual. FAO Agricultural Services Bulletin N° 80. 117 p.
- TILLEY, J.; TERRY, K. 1963. A two stages techniques for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 18(2):131-163.
- TING-ZING, Z.; YUN-FANG, T.; GUANG-XIAN, H.; HUAIZHONG, F.; BEN, M. 1988. FAO Agricultural Services Bulletin. N° 73/1. 127 p.

Efecto de la frecuencia de poda y el nivel de fertilización nitrogenada, sobre el rendimiento y calidad de la biomasa de Morera (*Morus spp.*) en el trópico seco de Guatemala*

Carlos Rodríguez ¹, Rodrigo Arias ² y
Juan Quiñones ³.

Resumen

La presente investigación se llevó a cabo en el Centro de Producción del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) ubicado en Cuyuta, Escuintla, Guatemala. El objetivo fue el de generar información sobre el rendimiento productivo y la calidad de la biomasa comestible de Morera (*Morus spp.*) sometida a diferentes frecuencias de poda y niveles de fertilización nitrogenada. Se estudiaron tres intervalos de poda: 6, 9 y 12 semanas y tres niveles de fertilización nitrogenada: 0, 40 y 80 kg/ha. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial. La altura de poda se hizo a 0,30 m sobre el nivel del suelo.

Después de un año de establecimiento, la producción de biomasa total promedio por corte, obtenida con la poda a las 12 semanas (4,6 tm MS/ha), fue estadísticamente superior ($p < 0,01$) a la de 9 semanas (2,2 tm MS/ha) y esta a su vez a la de 6 semanas (1,0 tm MS/ha). El efecto de la fertilización nitrogenada también provocó diferencias significativas ($p < 0,01$) en la producción de forraje. Los rendimientos registrados fueron 3,7, 3,0 y 1,2 tm MS/ha, para los niveles de 80, 40 y 0 kg de N/ha, respectivamente. Así mismo, se registró una interacción significativa ($p < 0,01$) entre los dos factores estudiados. La mayor producción se obtuvo con la poda de 12 semanas y 80 kg de N/ha (6,5 tm MS/ha).

*/ Presentado en el Informe Anual del Programa de Bovinos. ICTA. Guatemala.

1/ Programa de Bovinos, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Cuyuta, Guatemala.

2/ Dirección Técnica de Producción Animal, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Guatemala.

3/ Programa Bovinos, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Cuyuta, Guatemala.

El contenido de proteína cruda (PC) más elevado se encontró con la frecuencia de seis semanas, 23,2 y 16,6% para hojas y biomasa total, respectivamente. La fertilización nitrogenada presentó poco efecto sobre el porcentaje de proteína cruda en los tres componentes estudiados, con un ligero aumento con la dosis de 80 kg de N. La frecuencia de poda tuvo un efecto menos marcado en los valores de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de la biomasa total y ninguno sobre las hojas. Los promedios de DIVMS registrados para biomasa total y hojas fueron 70 y 92%, respectivamente.

A medida que la frecuencia de poda se hizo mayor, se presentó un aumento en la relación hoja/tallo. Así mismo, aunque con un efecto menos notable, la fertilización nitrogenada afectó negativamente esta relación.

Para optimizar la utilización del forraje, el énfasis en el manejo de las podas debe estar en función de la variabilidad de la proteína y menos atención debe prestarse a la DIVMS por ser menos afectada por los tratamientos. Dado que existen grandes diferencias en la calidad de las fracciones del forraje y que son las hojas las que muestran el mayor valor nutritivo, se hace necesario desarrollar una estrategia en el manejo de esta especie que permita optimizar la utilización de dicho componente.

De acuerdo a los resultados obtenidos el forraje de Morera, en especial el de sus hojas, posee un alto potencial para ser utilizado como un suplemento balanceado (proteína y energía) para la alimentación de rumiantes en el trópico seco.

Introducción

La carencia de un nivel adecuado de proteína y energía en el pasto, para la producción de leche o carne, es una limitante en el trópico, sobre todo durante la época de menor precipitación. Aunque los concentrados comerciales pueden proporcionar una suplementación balanceada, su alto costo por unidad de nutriente, así como su dudosa calidad en ocasiones y la falta de disponibilidad en algunas localidades, dificulta su utilización en los sistemas de producción animal.

Por lo anterior, la investigación que realiza el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola de Guatemala, enfatiza en la

búsqueda de alimentos de buena calidad y que puedan producirse en la misma finca del productor. En este sentido, el presente trabajo trata sobre la Morera, que es una leñosa forrajera y que, por su alto contenido de proteína y energía, puede constituir una buena alternativa como suplemento alimenticio para rumiantes en la Costa Sur de Guatemala.

El objetivo general de este trabajo es el de generar información sobre el comportamiento productivo y calidad del forraje de Morera en condiciones de trópico seco. Específicamente se pretende determinar la frecuencia de poda y el nivel de fertilización nitrogenada que optimicen la producción de forraje. Así mismo, se busca establecer el potencial nutricional de la biomasa en términos de su contenido de proteína cruda y del valor de DIVMS, para la alimentación de rumiantes.

Materiales y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Producción Agrícola del ICTA en Cuyuta, Masagua, Escuintla, situado a 14°06' latitud norte y a 90°53' longitud Oeste, a una elevación de 53 msnm. La precipitación media anual en 1989 fue de 1398 mm y la temperatura promedio de 27,6°C. La precipitación durante el experimento, en 1990, fue de 1075 mm. El centro está ubicado en la zona de vida denominada Bosque Tropical Seco (De la Cruz, 1982). El suelo es franco arenoso, con un pH de 6,4; un contenido de materia orgánica de 4,82%; una capacidad de intercambio catiónico de 28 me/100 g y con cantidades adecuadas de fósforo y potasio.

Se estudiaron nueve tratamientos que se muestran en el Cuadro 1, distribuidos en un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones en un arreglo factorial 3³. Las parcelas bruta y neta fueron de 4,8 x 4,0 m (19,2 m²) y 4,8 x 2,4 (11,5 m²), respectivamente.

El establecimiento de las parcelas se realizó en junio de 1989 y para la siembra de Morera se utilizaron estacas de 30 a 40 cm de largo, provenientes de ramas lignificadas. La distancia del establecimiento fue de 0,80 y 0,60 m entre surcos y plantas, respectivamente. Las estacas se plantaron con una ligera inclinación y enterrando sus dos terceras partes.

Cuadro 1. Niveles de Nitrógeno y frecuencias de corte utilizados en el experimento.

Tratamiento	Nitrógeno	Frecuencias de corte
	kg/ha/año	Semanas
1	0	6
2	0	9
3	0	12
4	40	6
5	40	9
6	40	12
7	80	6
8	80	9
9	80	12

Para obtener información de carácter preliminar, tres meses después del establecimiento del ensayo, se efectuó una poda de uniformización a todas las parcelas a una altura de 30 cm del suelo. Las frecuencias de poda se realizaron el 20 de setiembre para el corte de las 6 semanas; el 11 de octubre para el de 9 semanas y el 31 de octubre para el de 12 semanas. Se considera que los datos obtenidos de este primer corte no son completamente válidos ya que la plantación se encontraba en su fase de establecimiento.

Para mejorar la consistencia de la información el trabajo se continuó al año siguiente, contando ya con un período de establecimiento más adecuado. Para ello, en junio de 1990 se practicó otro corte de uniformización y se fertilizaron los tratamientos del 4 al 9. El corte de 6 semanas se realizó a principios de agosto de 1990; el de 9 semanas a finales del mismo mes y en setiembre el de 12 semanas. La segunda fase de evaluación se inició en setiembre con el corte de 6 semanas, en octubre el de 9 semanas y en diciembre del mismo año el de 12 semanas. La fertilización con nitrógeno se realizó luego del corte de nivelación, colocando el fertilizante en una pequeña zanja alrededor de la mata y cubriéndolo después con un poco de tierra. Como fuente de nitrógeno, se utilizó urea al 46%.

Las podas se hicieron a una altura de 0,30 metros sobre el nivel del suelo. Se tomaron muestras para determinar el contenido de materia seca (MS) en un horno a una temperatura de 60°C durante 48 horas. Para determinar la relación hoja:tallo se fraccionaron dichos componentes, secándose en igual forma que la planta entera.

Las muestras de forraje seco se enviaron al laboratorio de Disciplina de Alimentos y Nutrición de ICTA con sede en el INCAP, para la determinación de proteína cruda (PC) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Durante el desarrollo del ensayo, se presentó un ataque de gusano peludo (*Stigmene acrea*), el cual fue controlado oportunamente. En cuanto a enfermedades no se presentó ningún síntoma.

Las variables de respuesta fueron: rendimiento de forraje verde, rendimiento de materia seca, contenido de PC, nivel de DIVMS y relación hoja:tallo.

Resultados y discusión

En el Cuadro 2 se presenta el rendimiento de MS total obtenido en la primera secuencia de podas. Se puede apreciar que la producción de forraje fue mayor a medida que el intervalo de poda y el nivel de nitrógeno se incrementaron. Se encontraron diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) para los niveles de nitrógeno y frecuencias de poda, así como para la interacción de ambos factores. Esto último se evidencia en la Figura 1, en la cual se puede observar que la frecuencia de poda tiene un efecto menos pronunciado, sobre el rendimiento en MS, cuando no se aplica nitrógeno, que el observado con los otros niveles de fertilización.

Al hacer la prueba de separación de medias se encontró que la producción, bajo el intervalo de 12 semanas, fue estadísticamente superior ($p < 0,01$) a la de 9 semanas y esta a su vez, a la de 6 semanas. Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas, para la producción de forraje, entre los niveles de 40 y 80 kg/N/ha, pero sí entre estos dos y el tratamiento sin nitrógeno.

Cuadro 2. Producción de biomasa total (tm MS/ha) de Morera según frecuencia de poda y nivel de fertilización en el primer corte.

Nivel de N kg/ha	Frecuencia de poda, semanas			Promedio ¹
	6	9	12	
0	0,17	0,41	0,76	0,45 ^b
40	0,27	0,58	1,65	0,83 ^a
80	0,21	0,95	1,99	1,05 ^a
Promedio	0,22 ^c	0,65 ^b	1,47 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0,01$.

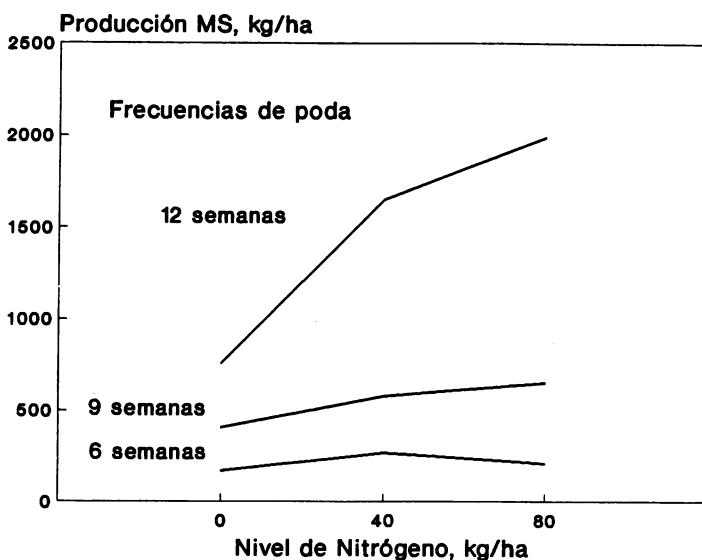


Figura 1. Efecto de la aplicación de nitrógeno y la poda sobre la producción de biomasa de Morera.

Los resultados obtenidos en el segundo año presentaron la misma tendencia encontrada con el primer corte, ya que también hubo un claro aumento en la producción de forraje a medida que se incrementó el nivel de nitrógeno y la frecuencia de corte (Cuadro 3). Sin embargo, para todos los tratamientos, la producción obtenida fue más del triple que la registrada en el

primer año, lo que evidencia que la plantación aún no estaba consolidada al momento de efectuar la primera secuencia de podas y que los datos de dicho corte no son reflejo del potencial de producción de forraje que tiene la especie.

Cuadro 3. Producción de biomasa total (tm MS/ha) de Morera según frecuencia de poda y nivel de fertilización. Promedio de dos cortes.

Nivel de N kg/ha/corte	Frecuencia de corte, semanas			Promedio ¹
	6	9	12	
0	0,47	1,05	1,99	1,17 ^c
40	1,24	2,35	5,32	2,97 ^b
80	1,32	3,35	6,51	3,72 ^a
Promedio ¹	1,00 ^c	2,25 ^b	4,61 ^a	

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0,05$

En Selva Grande, Italia se informa de un rendimiento de MS de 4,05 tm/ha/año para Morera Blanca (Bonciarely y Santilocchi, 1980). Por otra parte, en el estado de Mysore, India, se reportan producciones de hoja de 12,4 a 15,0 tm/ha (supuestamente de forraje verde) en plantaciones de *Morus indicus* para gusano de seda (Subba *et al.*, 1971).

Con el mejor tratamiento encontrado en este trabajo (intervalo de 12 semanas y 80 kg de N/ha y con una relación hoja tallo de 0,44), se obtuvo una producción de 13 tm MS/ha (37 tm/ha de forraje verde) y 5,7 tm MS de hojas (16 tm/ha de hojas en verde). Esta producción es factible de obtener en un año sin auxilio de riego bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento y son superiores a las registradas en el trabajo de Italia y a la producción informada en la India.

En un trabajo realizado en Turrialba, no se encontraron diferencias cuando se cortó la Morera a 0,5 y 1,0 m sobre el nivel del suelo (Benavides *et al.*, 1986). Sin embargo, el efecto de la frecuencia de corte fue significativo, encontrándose la mayor producción a los 120 días con respecto a las podas efectuadas a los 60 y 90 días.

El contenido de PC de la biomasa total, hojas y tallos, para el primer corte efectuado el primer año y el promedio de dos podas del año siguiente se muestran en los Cuadros 4 y 5. En general se observa que, el nivel de proteína disminuyó en forma considerable a medida que la frecuencia de poda fue mayor. La fertilización nitrogenada presentó poco efecto sobre este parámetro en los tres componentes estudiados, con un ligero aumento con la dosis de 80 kg de N.

Cuadro 4. Contenido de proteína cruda (%) en la biomasa total de Morera según frecuencia de poda y nivel de fertilización. Datos de dos años.

Nivel de N kg/ha/corte	Frecuencia de podas, semanas			Promedio
	6	9	12	
	1989			
0	16,1	13,8	9,1	13,0
40	19,0	10,2	10,0	13,1
80	20,8	12,7	10,1	14,4
Promedio	18,6	12,2	9,7	13,5
	1990			
0	14,2	8,6	9,2	10,7
40	15,2	8,7	5,7	9,9
80	16,6	12,7	7,9	12,4
Promedio	15,3	10,0	7,6	11,0

Los porcentajes de PC registrados durante el segundo año, presentan la misma tendencia que la encontrada en el primer corte. Sin embargo, este contenido fue menor y sobre todo con la menor frecuencia de poda. Esta diferencia entre años puede explicarse por la menor relación hoja/tallo registrada el segundo año, producto de una plantación ya establecida o por una disminución en el nivel de nutrimentos del suelo, dadas las características extractoras de la Morera.

El contenido de PC, con el intervalo de 9 semanas para planta entera, es similar al informado por otros autores en la India (Subba *et al.*, 1971) (11,5%). Los mismos autores, citan el trabajo de Maymone y colaboradores, quienes en hojas de Morera

encontraron un 20% de PC, valor que también coincide con los registrados en el presente estudio. Por otra parte, en un trabajo realizado en Perugia, Italia, se reporta, para hojas de Morera (*Morus alba*), un contenido de PC, de 11,0% y una DIVMS del 61,0% (Casoli *et al.*, 1986).

Cuadro 5. Contenido de proteína cruda (%) de las hojas de Morera según frecuencia de poda y nivel de fertilización. Datos de dos años.

Nivel de N kg/ha/corte	Frecuencia de podas, semanas			Promedio
	6	9	12	
	————— 1989 —————			
0	21,2	17,1	18,4	18,9
40	23,8	16,1	15,9	18,6
80	24,2	17,4	15,8	19,1
Promedio	23,1	16,9	16,7	18,9
	————— 1990 —————			
0	20,9	14,3	12,7	16,0
40	25,0	13,4	13,2	17,2
80	24,0	16,7	10,4	17,0
Promedio	23,3	14,8	12,1	16,7

En el Cuadro 6 se puede observar que, a medida que se incrementa el intervalo entre podas, disminuye la relación hoja/tallo. Con el tiempo se produce una elongación de los tallos mientras que la producción de hoja se detiene y después se defolia la parte basal de la planta. Esto puede ser la causa de la caída en el contenido de PC durante el segundo año señalado previamente. La fertilización nitrogenada afectó negativamente la relación hoja/tallo, aunque con un efecto menos notable. No se han estimado los promedios para esta relación del año 1989, debido a que se consideró que no representaban valores de una plantación establecida de Morera.

Los resultados anteriores, sugieren que hay que seguir una estrategia en el manejo del forraje de Morera, dada la disminución en el contenido de PC a medida que la frecuencia de poda se hace mayor. Esto resalta en la biomasa total debido a un

aumento en la proporción de tallos. En este sentido, si los animales que se van a suplementar son de baja producción o sus requerimientos de proteína son para un crecimiento moderado, puede ofrecerse el forraje de la biomasa total (picado) y con una frecuencia de poda no mayor a las 9 semanas. De lo contrario, la calidad del forraje como suplemento estaría limitada por su contenido de nitrógeno. En el caso de animales de alta producción o de altos requerimientos, la estrategia podría ser ofrecer el forraje de la planta entera (sin picar) para permitir que los animales puedan seleccionar las hojas.

Cuadro 6. Relación hoja/tallo de la biomasa de Morera, según frecuencia de poda y nivel de fertilización.

Nivel de N kg/ha/corte	Frecuencia de poda, semanas						Promedio de 1990
	6	9	12	6	9	12	
	— 1989 —			— 1990 —			
0	3,2	1,8	1,3	1,6	1,0	0,6	1,1
40	2,4	1,5	1,0	1,1	0,7	0,5	0,8
80	3,4	1,5	1,0	1,1	0,6	0,4	0,7
Promedio	3,0	1,6	1,1	1,3	0,8	0,5	

En los Cuadros 7 y 8 se muestran los valores DIVMS de la biomasa total y la hoja. Se aprecia que la frecuencia de poda también afectó este parámetro para la planta entera, pero en forma menos marcada que la PC. En las hojas no hubo efecto por alguno de los factores y niveles en estudio.

Para la planta entera hubo un marcado efecto entre los dos años debido al cambio en la relación hoja:tallo y al aumento en la lignificación en el segundo año (Cuadro 9). Lo anterior sugiere que para optimizar la utilización del forraje de Morera, el énfasis en el manejo de las podas debe estar en función de la variabilidad de la proteína y menos atención debe prestarse a la DIVMS. Al igual que para el contenido de PC, la fertilización nitrogenada no mostró tener un efecto sobre la DIVMS.

Cuadro 7. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) de la biomasa total de Morera según frecuencia de poda y nivel de fertilización.

Nivel de N kg/ha/corte	Frecuencia de poda, semanas			Promedio
	6	9	12	
	1989			
0	80,3	77,2	68,7	75,4
40	79,4	70,8	72,3	74,2
80	77,6	74,0	75,0	75,5
Promedio	79,1	74,0	72,0	75,0
	1990			
0	72,4	66,4	65,9	68,2
40	67,6	64,5	49,0	60,4
80	70,2	71,6	59,0	66,9
Promedio	70,1	67,5	58,0	65,2

Cuadro 8. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) de las hojas de Morera según frecuencia de poda y nivel de fertilización.

Nivel de N kg/ha/corte	Frecuencia de poda, semanas			Promedio
	6	9	12	
	1989			
0	94,8	91,3	94,8	93,6
40	94,5	92,0	94,3	93,6
80	89,8	92,5	93,5	91,9
Promedio	93,5	91,9	94,2	93,0
	1990			
0	90,8	94,0	90,1	91,6
40	89,4	93,6	90,1	91,0
80	91,3	93,0	90,2	91,5
Promedio	90,5	93,5	90,1	91,4

Cuadro 9. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) de tallos de Morera según frecuencia de poda y nivel de fertilización. Datos de dos años.

Nivel de N kg/ha/corte	Frecuencia de poda, semanas			Promedio
	6	9	12	
	1989			
0	54,6	51,8	47,2	51,2
40	52,5	42,4	59,4	51,4
80	56,1	50,5	43,3	50,0
Promedio	54,4	48,2	50,0	50,9
	1990			
0	46,0	46,0	40,2	44,1
40	41,5	40,2	34,0	38,6
80	45,5	38,2	36,3	40,0
Promedio	44,3	41,5	36,8	40,9

De acuerdo a los resultados obtenidos de PC y DIVMS en la presente investigación, el forraje de Morera, en especial el de sus hojas, posee un alto potencial para ser utilizado como un suplemento balanceado (proteína y energía) para la alimentación de rumiantes en el trópico seco.

La Morera presenta niveles de PC en sus hojas, comparables a los de la Leucaena y Madre Cacao (*Gliricidia sepium*). Sin embargo, las supera en forma notable en cuanto al nivel de DIVMS que fue de 43,5 y 57,9% para tales especies, respectivamente, en el trópico seco de Guatemala (Vargas y Elvira, 1987). En el caso de la Morera estos valores fueron de 92 y 70% como promedio para hojas y biomasa total, respectivamente. Los valores registrados de PC y DIVMS para las frecuencias de seis y nueve semanas en Morera son similares o superiores, a los de concentrados comerciales para vacas lecheras.

Conclusiones

- a) La producción de biomasa de Morera aumentó a medida que la frecuencia de poda fue mayor y se incrementó el nivel de

nitrógeno, encontrándose una interacción positiva entre ambos factores.

- b) En el segundo año de evaluación, la producción de biomasa total obtenida con dos cortes de Morera con el mejor tratamiento (80 kg N y 12 semanas), es comparable con el rendimiento de forraje de una cosecha de maíz en las mismas condiciones.**
- c) El contenido de PC en el forraje de Morera, presentó una baja considerable a medida que la frecuencia de poda se hizo mayor, en especial en la biomasa total, debido a un aumento en la proporción de tallos. Sin embargo, este efecto fue poco notable en la DIVMS de la biomasa total y no se presentó en las hojas.**
- d) Es indudable, que debido a los altos valores de PC y DIVMS obtenidos en el forraje de Morera, en especial en sus hojas, esta planta supera en calidad a la mayoría de las estudiadas hasta la fecha en el trópico seco. Lo anterior sugiere que la Morera posee un excelente potencial como un suplemento balanceado (proteína y energía) para la alimentación de rumiantes.**

Recomendaciones

- a) Continuar la presente investigación para completar un período al menos de dos años, con el objeto de tener suficiente información en tiempo (invierno y verano) de los dos factores estudiados.**
- b) Evaluar la utilización de Morera con rumiantes con la finalidad de investigar aspectos como el nivel de consumo de materia seca y producción de leche y carne.**
- c) Investigar aspectos agronómicos con la Morera tales como altura de poda, período de establecimiento, método de siembra del material vegetativo, utilización de abono orgánico y fertilización con elementos mayores y menores.**
- d) Completar información sobre la calidad de la biomasa de Morera en términos de su contenido de pared celular, minerales, solubilidad del nitrógeno, entre otros.**

- e) Dado que existen grandes diferencias en la calidad nutricional de las fracciones del forraje de la Morera, y que son las hojas las que ofrecen mayor valor nutritivo, se hace necesario desarrollar una estrategia en el manejo del forraje de este árbol que permita optimizar la utilización de dicho componente.

Bibliografía

- BENAVIDES, J.E.; BOREL, R.; ESNAOLA, M.A. 1986. Evaluación de la producción de forraje del árbol de Morera (*Morus* sp.) sometido a diferentes frecuencias y alturas de corte. *In* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. Serie Técnica. Informe Técnico N° 67. p. 74-76.
- BONCIARELLI, F.; SANTILOCCHI, R. 1980. First results of trials with forage shrubs for pasture. *Rivista di Agronomia (Italia)* 14:21-25.
- CASOLI, C.; DURANTI, E.; DAMIANI, P.; RONGONI, V. 1986. Chemical composition and nutritive value of *Morus alba* leaves. *Zootecnia e Nutrizione Animale (Italia)* 12(1) 46-53.
- CRUZ, S. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Gua., Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- RODRIGUEZ, C.; ARIAS, R.; QUIÑONEZ, J. 1989. Efecto de frecuencias de poda y niveles de fertilización nitrogenada en rendimiento y calidad de Morera (*Morus* spp.) en Cuyuta. Informe Anual del programa de Bovinos. Guatemala, Gua., ICTA. 18 p.
- SUBBA, A. 1971. Studies on mulberry (*Morus indica*) leafstalk, palatability, chemical composition and nutritive value. *The Indian Veterinary Journal (India)* 48(8): 853-857.

VARGAS, H.E.; ELVIRA, P. 1987. Composición química, digestibilidad y consumo de Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Madre Cacao (*Gliricidia* sp.) y Caulote (*Guazuma ulmifolia*). In *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: management and improvement (1987, Turrialba, C.R.). Proceedings of a workshop. Ed. by D. Withington; N. Glover; J.L. Brewbaker. Honolulu, Hawaii, EE.UU., NFTA. p. 217-222.

Efecto de la frecuencia de poda y la aplicación de estiércol sobre la producción de biomasa de Amapola (*Malvaviscus arboreus*)*

Gerardo Z. López ¹, Jorge Benavides ²,
María Kass ³, y Jorge Faustino ⁴.

Introducción

En las fincas pequeñas de América Tropical, el volumen y calidad de biomasa utilizada tradicionalmente para alimentar ruminantes, son limitados y afectados por factores climáticos adversos; por la escasa superficie para la producción; por la existencia de técnicas inapropiadas de uso de la tierra y por las dificultades de acceso a alternativas adecuadas de producción (Benavides, 1989).

La situación actual de la actividad agropecuaria y de los suelos en América Central, implica el desarrollo de nuevos métodos de producción que permitan un uso más racional y sostenido de los recursos naturales. En tal sentido, la incorporación de especies arbóreas y arbustivas en los sistemas de producción animal, puede constituirse en una alternativa viable para mejorar el uso actual de la tierra y la alimentación de los ruminantes.

Una de las especies arbustivas que ha mostrado, en forma preliminar, buenas características forrajeras es la Amapola (*Malvaviscus arboreus*) (Araya, 1991). Los datos de laboratorio señalan un contenido de proteína cruda (PC) superior al 18% y una digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) por encima del 65%. Por otra parte, en cabras lecheras, se ha observado una buena respuesta en consumo y producción usando este follaje (López *et al.*, 1993; Martínez, 1990).

*/ Presentado en el 2do. Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería con Ruminantes Menores. San José, Costa Rica. Nov., 1993.

1/ M.Sc. Colegio de Postgraduados, Centro de Enseñanza, Investigación y Capacitación para el Desarrollo Agrícola Regional, Puebla, México

2/ M.Sc. Unidad de Árboles Forrajeros y Ruminantes Menores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.

3/ Ph.D. Area de Producción Animal. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.

4/ M.Sc. Proyecto RENARM/Cuencas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.

Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo ha sido el de obtener información sobre la capacidad de producción de biomasa que permita valorar el potencial forrajero de esta especie.

Antecedentes

La Amapola es un arbusto o árbol pequeño de 3 a 5 m de altura, muy ramificado, corteza grisácea (García, 1992; Ocampo y Blanco, 1988). Presenta flores con pétalos rojos vistosos y escasos de 3 a 5 cm de largo (García, 1992). De la corteza se obtiene fibra para la elaboración de artesanía (Ocampo y Blanco, 1988). Al asociarse con gramíneas de piso se ha visto que disminuye la erosión en suelos de elevada pendiente (Faustino, 1992). De esta manera puede utilizarse para mejorar o reestablecer suelos favoreciendo una mayor producción de forraje por unidad de superficie. Esta especie está distribuida ampliamente en América tropical (Standley, 1937). Se puede encontrar en elevaciones de bajas a medianas, ascendiendo hasta 2100 m, con climas que van desde secos a muy húmedos (Ordetx Ros, 1952; Ocampo y Blanco, 1988; Standley, 1937). La especie es nativa, desde el sureste de México y las Antillas hasta el noroeste de América del Sur (Holdridge y Poveda, 1975; Webb y Bawa, 1983). Normalmente se encuentra como planta de ornato, formando parte de la vegetación del jardín de la casa o de la cerca. La flor se le considera como medicinal para afecciones de tipo respiratorio y digestivo (García, 1992; Standley, 1937).

La Amapola puede producir un forraje rápidamente disponible debido a su buen crecimiento. La forma tradicional de siembra es con estacas de 20 a 30 cm, las cuales tienen un alto porcentaje de germinación y un vigoroso rebrote (Lapoyade, 1991). Generalmente se siembra a alta densidad lo que permite su uso para controlar la erosión. Observaciones muy preliminares indican una producción de materia seca superior a 20,0 tm/ha/año, con 10,0 tm/ha/año de biomasa comestible (Lapoyade, 1991).

Materiales y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en la Unidad de Árboles Forrajeros y Rumiantes Menores del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica. El experimento inició en el mes de diciembre de 1992

y terminó en abril de 1993. El CATIE se encuentra localizado a 53° de latitud norte y 83° 38' de longitud oeste, a una altitud de 602 msnm, correspondiendo a la zona de vida de Bosque Húmedo Premontano Tropical (Holdridge, 1978). Las lluvias se distribuyen a lo largo de todo el año, con un período de mínima precipitación entre los meses de enero y abril. La precipitación media anual es de 2400 mm, la humedad relativa de 87,5% y la temperatura media anual de 22,3°C. El suelo es de origen aluvial, serie "Juray", orden Inceptisol, Suborden Tropepts, grupo Dystropepts (Aguirre, 1971).

La plantación de Amapola con la que se trabajó tenía dos años de haber sido sembrada y nunca se había fertilizado. Los arbustos se encontraban a una distancia de 40 cm entre plantas y 1,1 m entre surcos, lo que equivale a una densidad de 22 727 arbustos/ha. Se realizó una poda de uniformización de la parcela total en el mes de mayo de 1992 a una altura de 40 cm del suelo. La aplicación del estiércol de cabra se hizo inmediatamente después de cada una de las podas experimentales y fue depositado fresco alrededor de la planta. En el Cuadro 1 se muestran los contenidos de minerales y otras características del estiércol de cabra utilizado.

Cuadro 1. Análisis químico del estiércol de cabra aplicado en el experimento de producción de biomasa de Amapola.

Nº de muestra	% —————						mg/l ———		
	N	P	Ca	Mg	K	Cu	Zn	Mn	
1	2,35	0,91	3,42	1,03	1,75	36	160	624	
2	2,51	0,91	3,67	1,13	0,47	62	220	968	
3	2,33	0,63	2,92	0,94	2,36	28	192	528	
4	2,56	0,65	3,22	1,03	1,83	34	144	528	
5	2,35	0,91	2,57	0,79	3,32	44	164	734	
6	1,83	0,86	2,71	0,75	2,24	44	160	732	
Promedio	2,32	0,81	3,09	0,95	2,00	41	173	685	

Para determinar la producción de biomasa, se podaron totalmente los arbustos a 50 cm del suelo, obteniéndose el peso fresco correspondiente a cada parcela. Se seleccionó al azar una muestra del material fresco de cada subparcela y se separó en

hoja (H), tallo tierno (TT) y tallo leñoso (TL) para determinar la proporción de cada una.

Se realizó un muestreo del suelo antes de iniciar con el experimento a 10, 20 y 40 cm de profundidad determinándose pH, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores según la metodología de Díaz Romeu y Hunter (1978) (Cuadros 2 y 3). Los resultados obtenidos de las muestras indican que el suelo es ácido (pH = 5,26), con alto contenido de materia orgánica principalmente en las capas superficiales (10 y 20 cm), y el contenido de nitrógeno total es de medio a alto. Los demás nutrientes, presentaron valores que, en el caso del fósforo, fueron bajos. Para el Magnesio y Potasio, los valores van de medios a bajos; el Calcio y el Cobre presentaron valores medios y el Manganeso obtuvo valores altos. En general el suelo se puede considerar como de fertilidad mediana a baja.

Cuadro 2. Contenido de minerales del suelo en el muestreo inicial del experimento de Amapola

Prof. (cm)	N %	P mg/l	K meq/100 ml suelo	Ca	Mg	Cu ————	Zn mg/l	Mn ————
10	0,39	13,98	0,41	4,87	1,53	13,73	3,48	95,00
20	0,34	10,25	0,33	4,59	1,47	13,90	3,08	87,50
40	0,16	4,98	0,30	4,84	1,34	14,08	2,60	55,28
Prom	0,30	9,73	0,35	4,76	1,45	13,90	3,05	79,26

Cuadro 3. Acidez y contenido de materia orgánica del suelo en el muestreo inicial del experimento de Amapola

Profundidad (cm)	pH agua	Acidez extraíble	M.O. %
10	5,15	0,39	7,98
20	5,20	0,43	7,30
40	5,43	0,24	3,23
Promedio	5,26	0,35	6,17

Para la determinación del contenido de materia seca (MS) se tomó una submuestra de hojas, tallos tiernos y tallos leñosos

que se llevó a un horno de secado con aire forzado a 60°C hasta que alcanzó peso constante. Con estos datos se calculó la producción de MS de cada componente por hectárea y por año. Posterior al secado, las muestras se molieron a un tamaño de partícula de 1 mm. Con estas muestras se determinó el contenido de proteína cruda (PC) por medio de la metodología de micro Kjeldahl (Bateman, 1970) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se hizo siguiendo el método de dos fases (Tilley y Terry, 1963). Los análisis bromatológicos del follaje se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Area de Ganadería Tropical del CATIE.

Diseño experimental y tratamientos

Se utilizó un diseño factorial en parcelas divididas con 4 repeticiones. Los factores fueron frecuencia de poda (2) y nivel de fertilización (4), más un testigo. Las frecuencias de poda fueron 90 y 120 días y la fertilización consistió en cuatro niveles de nitrógeno (0, 240, 360 y 480 kg de N/ha/año) en forma de estiércol de cabra y Nitrato de Amonio como testigo (en dosis equivalente a 480 kg de N/ha/año). Se utilizó el peso seco inicial de cada subparcela como covariable. Los niveles se aleatorizaron dentro de cada parcela grande (Calzada, 1954; Martínez, 1988). Se determinó la producción de MS total, MS digestible y PC de H, TT y TL y total.

Resultados y discusión

Contenido de materia seca, proteína y digestibilidad

Por efecto de la frecuencia de poda, se encontraron diferencias significativas sólo para el contenido de MS de TL (Cuadro 4). Puede notarse un ligero aumento, en H y TT, a medida que se incrementa el tiempo entre podas. El aumento en el nivel de fertilizante orgánico no afectó el contenido de MS de los tres componentes. El efecto de la frecuencia de poda sobre el contenido de PC y sobre la DIVMS no fue significativo. Sin embargo, a menor tiempo entre podas los niveles de ambos parámetros aumentaron ligeramente debido, posiblemente, a que el material era más joven. Así mismo, su valor también varió de acuerdo a la porción de la planta, lo cual es similar a lo encontrado en otras especies forrajeras como el Poró (*Erythrina poeppigiana*) (Espinoza, 1984; Rodríguez, 1985; Benavides, 1983) y la Morera (*Morus* sp.) (Benavides y Lachaux, 1992).

Los valores de PC son ligeramente superiores a los de otros trabajos con Amapola en donde se encontraron valores de 19,8% para H y 8,4% para TT (Rojas, 1990; Martínez, 1990). Por su parte, Lapoyade (1991) encontró valores superiores (24,7 y 10% para H y TT, respectivamente). En términos generales el contenido de PC es alto en comparación con lo reportado para los pastos (Rodríguez, 1985).

Cuadro 4. Contenido de materia seca, proteína cruda y digestibilidad *in vitro* (%) de los componentes de la biomasa de Amapola según frecuencia de poda.

Componente	Podas/año							
	3		4		3		4	
	MS		PC		DIVMS			
Hojas	21,2	20,9	20,8	21,6	58,0	61,1		
Tallo tierno	22,7	22,0	9,0	9,6	64,9	65,1		
Tallo leñoso ¹	31,5 ^a	28,6 ^b						

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ($p < 0,05$)

La DIVMS de las hojas presentó valores similares a los reportados por Lapoyade (1991), e inferiores a los encontrados por otros autores cuyos valores varían entre 69,2 a 71,1% (Rojas, 1990; Martínez, 1990; Araya, 1991; Jegou *et al.*, 1991). En el caso de TT, los valores son muy superiores a los reportados en otros trabajos y cuyo valor varía entre 41,3 a 50,0% (Rojas, 1990; Martínez, 1990; Lapoyade, 1991). De acuerdo a los datos del Cuadro 5 el efecto de la adición de diferentes niveles de estiércol, sobre el contenido de PC, no fue significativo. Sin embargo, al utilizar $\text{NH}_4\text{-NO}_3$, se observó un mayor contenido de PC que el obtenido con el estiércol tanto para H como para TT.

Con el estiércol la DIVMS mostró una tendencia similar a la de la PC (Cuadro 6). El efecto del $\text{NH}_4\text{-NO}_3$ fue más marcado y superior al del mayor nivel de estiércol para H y TT, respectivamente. En TT se observó un ligero efecto detrimental a medida que aumenta la cantidad de estiércol. Como se puede observar la DIVMS de H es menor que la de TT, tanto por efecto de poda como de la aplicación de estiércol, lo cual también se ha encontrado en el Poró (Libreros, 1990). Las diferencias encontradas con relación a otros follajes posiblemente se deba a la altura de poda utilizada o a la presencia de sustancias

anticualitativas, las cuales guardan una relación negativa con la DIVMS de follajes arbóreos.

Cuadro 5. Contenido de proteína cruda (%) de hoja y tallo tierno de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo.

Componente	Nivel de estiércol ¹				NH ₄ -NO ₃ ¹ 480
	0	240	360	480	
Hojas ²	20,2 ^b	20,5 ^b	20,6 ^b	20,5 ^b	24,1 ^a
Tallo tierno	9,0 ^b	8,9 ^b	8,9 ^b	9,0 ^b	10,6

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,05$.

Cuadro 6. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) de hoja y tallo tierno de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo.

Componente	Nivel de estiércol ¹				NH ₄ -NO ₃ ¹ 480
	0	240	360	480	
Hojas ²	58,6 ^b	58,1 ^b	59,4 ^b	58,4 ^b	63,4 ^a
Tallo tierno	65,2 ^{ab}	65,1 ^{ab}	64,5 ^b	64,0 ^b	66,3 ^a

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,05$.

Composición del follaje

Como se esperaba, a un menor tiempo entre podas, aumentó la porción comestible de la biomasa y disminuyó la porción leñosa (Cuadro 7). Esto es lógico ya que, en el material más joven, se espera una mayor proporción de hojas por encontrarse aún en crecimiento acelerado. La proporción de H, TT y TL no se afectó por la adición de diferentes cantidades de estiércol. La proporción de los componentes con el uso de NH₄-NO₃ no fue diferente ($p < 0,05$) a las obtenidas con estiércol.

Producción de materia seca

La frecuencia de poda tuvo un efecto significativo sobre la producción de MS total y de TL (Cuadro 8). Lógicamente, fue el TL el determinante en la mayor cantidad de MS total producida con podas a los cuatro meses. Con el intervalo de poda de 3

meses (4 podas/año) se obtuvo un mayor rendimiento de H y de biomasa comestible durante este primer año de observación. Esto último implica que no necesariamente una mayor producción de MS total, significa una mayor producción de MS comestible. La adición de cantidades crecientes de estiércol ejerció un efecto positivo en la producción de H, TL, MS total y de biomasa comestible (Cuadro 9).

Cuadro 7. Proporción de los componentes (% en base seca) de la biomasa de Amapola según frecuencia de poda.

Componente	Podas/año	
	3	4
Hojas ¹	35,0 ^b	49,0 ^a
Tallo tierno	12,2	14,6
Tallo leñoso	52,8 ^a	36,4 ^b
Comestible	47,2 ^b	63,6

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,001$.

Cuadro 8. Materia seca producida (tm/ha/año) por componente de la biomasa de Amapola según frecuencia de poda.

Componente	Podas/año	
	3	4
Hojas ¹	6,3	7,4
Tallo tierno	2,2	2,2
Tallo leñoso	9,5 ^a	5,5 ^b
Total	18,0 ^a	15,1 ^b
Comestible	8,5	9,6

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ($p < 0,05$)

La producción obtenida con $\text{NH}_4\text{-NO}_3$ fue significativamente mayor que la obtenida con estiércol en términos equivalentes de nitrógeno, siendo 13,1 y 12,0% mayor para biomasa total y comestible, respectivamente. Sin embargo, se debe de tomar en cuenta que, con el uso de $\text{NH}_4\text{-NO}_3$, el aporte que se hace al suelo es de nitrógeno más degradable, por lo que su efecto sobre la producción de biomasa es más inmediato. El estiércol se tiene primero que descomponer para liberar el nitrógeno por lo cual su acción es más lenta. No

obstante lo anterior, estos resultados no coinciden con los de otro trabajo en el que se aplicaron similares cantidades de fertilizante a la Morera, y en el cual se observó un mayor rendimiento con el estiércol que con el NH₄-NO₃ (Benavides y Lachaux, 1992).

Cuadro 9. Materia seca producida (tm/ha/año) por componente de la biomasa de Amapola, según nivel de estiércol aplicado al suelo.

Componente	Nivel de estiércol ¹				NH ₄ -NO ₃ ¹ 480
	0	240	360	480	
Hojas ²	5,8 ^c	6,2 ^{bc}	6,9 ^b	7,1 ^b	8,1 ^a
Tallo tierno	1,9 ^b	2,1 ^b	2,1 ^b	2,4 ^{ab}	2,7 ^a
Tallo leñoso	6,3 ^c	6,6 ^c	7,9 ^b	7,6 ^b	8,9 ^a
Total	14,0 ^c	14,9 ^{bc}	16,9 ^b	17,1 ^b	19,7 ^a
Comestible	7,7 ^c	8,3 ^{bc}	9,0 ^{bc}	9,5 ^b	10,8 ^a

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, p < 0,05.

Producción de proteína y materia seca digestible

Aunque las diferencias de PC producida por efecto de la frecuencia de poda no fueron significativas, se observó un incremento importante en la producción correspondiente a H y MS total con la mayor frecuencia. De igual forma, aunque no existieron diferencias estadísticas en la producción de MS digestible (MSD) de H y TT, se encontró también un importante incremento al aumentar el número de podas (Cuadro 10). En la producción de PC total, existe una diferencia del 20% entre el tratamiento sin abono y el de mayor nivel de estiércol. En el caso de la MSD total la diferencia fue del 19,3%. La producción de proteína y de MSD fue mayor en el tratamiento donde se utilizó NH₄-NO₃; siendo en el primer caso, 25,3% superior al de mayor cantidad de estiércol y en el segundo 17,4% más alto (Cuadros 11 y 12).

Cuadro 10. Producción de proteína cruda y MS digestible (tm/ha/año) de hoja, tallo tierno y total de Amapola según frecuencia de poda.

Componente	Podas / año			
	3	4	3	4
	PC		MSD	
Hojas	1,3	1,6	3,7	4,5
Tallo tierno	0,2	0,2	1,4	1,4
Total	1,5	1,8	5,1	5,9

Cuadro 11. Producción de proteína cruda (tm/ha/año) de hoja, tallo tierno y total de Amapola según nivel de estiércol.

Componente	Nivel de estiércol ¹				NH ₄ -NO ₃ ¹ 480
	0	240	360	480	
Hojas ²	1,17 ^c	1,28 ^{bc}	1,43 ^b	1,45 ^b	1,97 ^a
Tallo tierno	0,17 ^c	0,18 ^c	0,19 ^{bc}	0,23 ^b	0,28 ^a
Total	1,34 ^c	1,46 ^{bc}	1,62 ^b	1,68 ^b	2,25 ^a

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,05$.

Cuadro 12. Producción de materia seca digestible (tm/ha/año) de hoja, tallo tierno y total de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo

Componente	Nivel de estiércol ¹				NH ₄ -NO ₃ ¹ 480
	0	240	360	480	
Hojas ²	3,4 ^c	3,6 ^{bc}	4,1 ^b	4,1 ^b	5,2 ^a
Tallo tierno	1,2 ^c	1,3 ^{bc}	1,4 ^{bc}	1,6 ^{ab}	1,7 ^a
Total	4,6 ^c	4,9 ^{bc}	5,5 ^b	5,7 ^b	6,9 ^a

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente, $p < 0,05$.

Conclusiones

El follaje de Amapola presenta características bromatológicas que permiten su utilización en la alimentación de rumiantes. Su alto contenido proteico supera a la de los forrajes

comúnmente utilizados en el trópico y es comparable al de los concentrados.

La producción de biomasa total disminuye con las podas más frecuentes. Sin embargo se incrementa el rendimiento de material comestible. La producción de la Amapola es mayor con el uso de fertilizante químico que con el orgánico, posiblemente debido a la mayor degradabilidad del nitrógeno del primero, pero con el estiércol se aportan otros nutrientes al suelo, lo que puede repercutir en una producción más sostenida.

Recomendaciones

Continuar la evaluación agronómica de la Amapola con las mismas frecuencias de poda durante varios años, con el propósito de definir patrones de sostenibilidad de la producción.

Evaluar diferentes alturas de poda para determinar su efecto sobre la producción y calidad nutritiva de la biomasa, así como también sobre la presencia de malas hierbas.

Realizar trabajos de evaluación agronómica en el trópico seco, para observar el comportamiento que la Amapola tiene bajo estas condiciones y que permitan hacer recomendaciones para la obtención de forraje de buena calidad en la época de sequía.

Llevar a cabo trabajos sobre métodos de siembra en terrenos de ladera que permitan desarrollar alternativas para controlar la pérdida de suelo.

Continuar desarrollando trabajos con Amapola en asociación con pastos u otro tipo de cultivo que permita contar con recomendaciones para obtener una mayor cantidad de forraje por unidad de superficie.

Reconocimiento

Este trabajo fue realizado con el apoyo financiero del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México y la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) por medio del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ.

Bibliografía

- AGUIRRE, A., V. 1971. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA-Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag.Sci. Turrialba, C.R., IICA. 138 p.
- ARAYA, J. 1991. Identificación y caracterización de especies de árboles y arbustos con potencial forrajero en la región de Puriscal, Costa Rica. *In* Seminario Internacional de Investigación en Cabras (1., 1991, El Zamorano, Hond). Memorias. El Zamorano, Hond., Convenio SRN/CATIE/MAE/GTZ. p.irr.
- BATEMAN, J.V. 1970. Nutrición animal: manual de métodos analíticos. México, D.F., Herrero 468 p.
- BENAVIDES, J.E. 1983. Investigación en árboles forrajeros. *In* Curso Intensivo de Técnicas Agroforestales (1983, Turrialba, C.R.). Contribución de los participantes. Comp. por Liana Babbar. Turrialba, C.R., CATIE, Depto. de Recursos Naturales Renovables. 27 p.
- BENAVIDES, J.E. 1989. La cabra como un componente en sistemas agroforestales. *In* Congreso Centroamericano y del Caribe de Medicina Veterinaria (8., 1989, San José, C.R.). Libro de resúmenes. San José, C.R., s.n. p. 4-5.
- BENAVIDES, J.E.; LACHAUX, M. 1993. Resultados preliminares sobre el efecto de la utilización de estiércol como abono sobre la calidad y producción de biomasa de Morera (*Morus* sp.). s.n.t. s.p.
- Presentado en: Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores (1., 1992, Esquipulas, Gua.).
- CALZADA, B., J. 1954. Experimentos factoriales en parcelas divididas. *In* Experimentación agrícola con aplicación a la ganadería. Lima, Perú, Agroganaderas. p. 131-153.
- DIAZ ROMEU, R; HUNTER, A. 1978 Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal de investigación en invernadero. Turrialba, C.R., CATIE, Proyecto Centroamericano de Suelos. 62 p.

- ESPINOZA, B.J. 1984. Caracterización nutritiva de la fracción nitrogenada del forraje de Madero negro (*Gliricidia sepium*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*). Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 90 p.
- FAUSTINO, J. 1992. Efectos de la erosión hídrica y conservación de suelos en parcelas con pastos y árboles forrajeros. *In* Seminario Internacional de Investigación en Cabras (1., 1991, El Zamorano, Hond.). Memorias. El Zamorano, Hond., SRN. v.1, p irr.
- GARCIA, B. H. 1992. Flora medicinal de Colombia. 2 ed. Bogota, Col., Tercer Mundo. 537 p.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. IICA: Serie de Libros y Materiales Educativos N° 34. 276 p.
- JEGOU, O.; NICOLAS, J.; WAELPUT, J-J.; BRUNSCHWIG, G. 1991. Consumo, digestibilidad, ciclo Nitrógeno del follaje de Morera (*Morus sp*) y Amapola (*Malvaviscus arborescens*) con cabras lactantes. *In* Seminario Internacional de Investigación en Cabras (1., 1991, Tegucigalpa, Hond.) Memorias. Tegucigalpa, Hond. v.2, p irr.
- LAPOYADE, N. 1991. Utilización de árboles y arbustos forrajeros para la alimentación de cabras en Costa Rica. Memoria de práctica. Francia, Institut Superieur Technique D'Outre-Mer. 72 p.
- LIBREROS, H.F. 1990. Efecto de diferentes niveles de follaje de poró (*E. poeppigina*) depositado en el suelo sobre la producción de King grass (*P. purpureum x P. typhoides*). Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 84 p.
- LOPEZ, G.Z.; BENAVIDES, J.E. KASS, M.; FAUSTINO, J. 1993. Efecto de la suplementación con follaje de Amapola (*Malvaviscus arboreus*) sobre la producción de leche en cabras estabuladas. *In* Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería y Rumiantes Menores. (2., 1993, San José, C.R.). Memorias. Turrialba, C.R. Comisión Nacional para el Desarrollo de la Actividad Caprina. p. irr. Sin publicar.

- MARTINEZ, E. 1990. Pruebas preliminares de aceptación y consumo de especies con potencial forrajero de árboles y arbustos, en fincas de productores. *In* Reunión Anual del Programa de Cabras del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2., 1990, Puriscal, C.R.). Memorias. Turrialba, C.R, CATIE p. irr.
- MARTINEZ, G.A. 1988. Diseños experimentales. México, D.F., Méx., Trillas. 725 p.
- OCAMPO, S.R.; BLANCO, V.A. 1988. Nota preliminar sobre la utilización de plantas en la confección de artesanías menores en Alto Conte, comunidad Guaymi, y la ubicación geográfica de los grupos Guaymies de Costa Rica. Revista del Archivo Nacional (C.R.) 52:71-81.
- ORDET ROS, G.S. 1952. Flora apícola de la América Tropical: un estudio de las plantas que visitan las abejas en busca de néctar y polen. La Habana, Cuba, Lex. 196 p.
- RODRIGUEZ, R.A. 1985. Producción de biomasa de Poró Gigante (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) intercalados, en función de la densidad de siembra y la frecuencia de poda del poró. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 96 p.
- ROJAS, M.J. 1990. Pruebas preliminares de producción de biomasa de especies arbóreas y arbustivas. *In* Reunión Anual de Programa de Cabras del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2., 1990, Puriscal, C.R.). Memorias. Turrialba, C.R, CATIE p. irr.
- STANDLEY, P.C. 1937. Flora of Costa Rica: part 2. Chicago, Field Museum Press. 690 p. (Botanical Series. Publication N° 392).
- TILLEY, J.M.; TERRY, R.A. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestion of forage crop. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 18:104.
- WEBB, C.J.; BAWA, K.S. 1983. Pollen dispersal by hummingbirds and butterflies: a comparative study of two lowland tropical plants. Evolution (EE.UU.) 37(6):1258-1270

Observaciones sobre la producción de biomasa de Jocote (*Spondias purpurea*) y Clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*) en la época de sequía según diferentes intervalos de poda*

Jorge Rojas ¹, Miguel Vallejo ²
y Jorge Benavides ³.

Resumen

El presente estudio fue realizado entre noviembre de 1991 y mayo de 1992, en los cantones de Puriscal y Turrubares, provincia de San José, Costa Rica. Se evaluó el efecto de la poda de Clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*) y Jocote (*Spondias purpurea*) al final de la época lluviosa, sobre la producción y calidad del follaje en diferentes meses de la época de sequía. Fueron analizadas las especies por separado y se trabajó en dos sitios de Puriscal y en dos de Turrubares. Se utilizó un arreglo factorial con un diseño irrestricto al azar y los tratamientos fueron sitio (2) y mes de poda en la sequía (3). De acuerdo con las tendencias de producción se encontró que la poda a los 150 días, después de la poda inicial, produjo la mayor cantidad de materia seca total. A los 90 días se encontró, en ambas especies, la mayor proporción de materia seca comestible, debido a lo tierno de los rebrotes en ese momento. Con un manejo adecuado estos forrajes pueden representar una fuente alimenticia de alta calidad para la época de penuria nutricional.

Introducción

En los últimos años se ha intensificado la búsqueda de nuevos recursos forrajeros, debido al incremento de los precios de las materias primas para la elaboración de concentrados y a los problemas derivados de la escasez de alimento durante la época de sequía.

*/ Presentado en el 1er. Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores. Esquipulas, Chiquimula, Guatemala. Nov., 1992.

1/ Técnico. Dirección Regional de Puriscal. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.

2/ Ing. Agr. Zoot. Unidad de Agroforestería y Rumiantes Menores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

3/ M.Sc. Unidad de Agroforestería y Rumiantes Menores. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

Muchas especies arbóreas y arbustivas por su alto contenido de proteína cruda, por sus valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca y por su elevada producción de forraje, pueden constituir una adecuada alternativa alimenticia para rumiantes, y en especial para cabras lecheras.

Dos de las especies más abundantes en la zona son el Jocote (*Spondias purpurea*) y el Clavelón (*Hibiscus rosasinensis*). La primera de ellas pertenece a la familia Anacardiaceae y tradicionalmente se utiliza en cercas vivas, como sombra de café y de ganado y como árbol frutal. El Clavelón, por su parte, pertenece a la familia Malvaceae y es utilizada como seto o como planta de jardín por sus flores.

El objetivo de este trabajo es el de determinar la capacidad de producción de forraje de estas leñosas en el verano. Para ello se evaluó el efecto de la poda al final de la época lluviosa sobre la producción de biomasa total y comestible de Jocote y Clavelón en diferentes meses de la época seca en plantas utilizadas como cercas vivas.

Materiales y métodos

Sitio del experimento

Por la poca disponibilidad de individuos fueron seleccionados sólo 2 sitios por especie. En el caso del Clavelón, los sitios fueron San Rafael y Jarasal de Puriscal. Para el Jocote los sitios fueron San Pablo y Paso Agres, ambos en Turrubares.

Puriscal se encuentra localizado a 43 km al suroeste de San José, a los 9°, 39' latitud norte, y 84° y 20' latitud oeste. Su altitud oscila desde los 50 hasta los 1270 msnm. La precipitación pluvial promedio es de 2400 mm anuales con una distribución bimodal. Turrubares se encuentra localizado a 64 km al suroeste de San José, con una topografía de moderada a plana y a una altitud de 500 msnm. La precipitación es de tipo bimodal con un promedio de 1700 mm anuales, con un período de sequía que se extiende a seis meses y con una temperatura promedio de 30°C. Ambos sitios pertenecen a la zona de vida denominada Bosque Húmedo Tropical (Holdridge, 1978).

Diseño experimental

El análisis estadístico se hizo bajo un diseño irrestricto al azar con un arreglo factorial. Fueron analizadas las dos especies por separado. Los tratamientos fueron sitio (1 y 2) e intervalo de poda (a los 90, 120 y 150 días después de la poda inicial). En cada sitio se contó con dos 2 repeticiones de 10 árboles cada una.

Las variables analizadas fueron:

- a) Producción de materia seca de hojas, tallo leñoso y tallo tierno y total.
- b) Producción de materia seca digestible y de proteína de tallo tierno, hojas y total.
- c) Relación hoja/tallo
- d) Porcentaje de materia seca comestible
- e) Número de ramas; largo y diámetro promedio de ramas en centímetros.

El análisis de la información se llevó a cabo en el Centro de Cómputo de CATIE, utilizando el paquete estadístico de SAS. La información fue previamente organizada y estudiada en una Hoja Electrónica del Programa Lotus 123.

Debido a que se trabajó con plantas que crecían en forma natural, los resultados obtenidos expresan tan sólo tendencias de producción de estas especies y, por ello, se han aceptado significancias estadísticas superiores al 0,05.

Manejo del experimento

El experimento se llevó a cabo entre noviembre de 1991 y mayo de 1992. Fue realizada una primera poda de uniformización a 60 árboles por sitio. En el caso del Clavelón, la poda inicial se efectuó en noviembre de 1991 (final de la época lluviosa) a 0,50 m del suelo. La primera poda para el Jocote se efectuó en diciembre de 1991 a una altura de 1,80 m de la base.

Se midieron las siguientes variables dasométricas en la poda de uniformización: diámetro a la altura del pecho (cm),

altura de la base al muñón podado; número de ramas y largo de las ramas promedio (cm).

En las podas siguientes se tomaron los pesos de los diferentes componentes, así como el número total de rebrotes y el largo y diámetro promedio de las ramas (cm). De cada componente se tomó una muestra de aproximadamente 600 gramos para análisis de laboratorio.

Análisis de laboratorio

Las muestras de biomasa se analizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del CATIE, en Turrialba, para determinar el contenido de proteína cruda (PC) por el método de micro-Kjeldall (Bateman, 1970) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) por el método de dos etapas (Tilley y Terry, 1963).

Resultados y discusión

Valor nutritivo

En los Cuadros 1 y 2 se presentan los contenidos de MS y de PC, así como los valores de DIVMS. Puede observarse que, el contenido de MS se incrementa a medida que aumenta el intervalo de poda, siendo este efecto más obvio en los tallos que en las hojas.

Cuadro 1. Contenido de materia seca (%) de Clavelón y Jocote en cercos vivos de Puriscal y Turrubares, Costa Rica.

Especie	Intervalo de poda, días	Tallo Leñoso	Tallo tierno	Hoja
Clavelón	90	28,1	20,8	20,4
	120	30,0	24,4	27,9
	150	31,4	27,3	27,1
Jocote	90	18,2	16,9	19,8
	120	24,0	17,1	25,1
	150	27,5	19,3	26,5

Cuadro 2. Contenido de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de Clavelón y Jocote en cercos vivos de Puriscal y Turrubares, Costa Rica.

Especie	Intervalo de poda	% DIVMS		% PC	
		TT	H	TT	H
Clavelón	90	49,5	70,5	8,4	20,4
Jocote	90	34,6	54,8	8,1	15,1

Producción de biomasa

Efecto del intervalo de poda

Jocote

En la Figura 1 y en los Cuadros 3, 4 y 5 se muestran los resultados de producción de MS total, de MS comestible y de PC de Jocote a los diferentes intervalos de poda. Esta especie mostró un comportamiento ascendente en su producción de MS total a medida que los intervalos de poda eran mayores ($p < 0,10$), lógicamente debido a la mayor edad de los rebrotes (Cuadro 3).

A mayor intervalo de poda la proporción de la MS comestible (MSC) de Jocote, disminuye debido a la reducción de la digestibilidad provocada por la lignificación de los componentes de dicha biomasa. La producción de MSC es menor que la reportada en trabajos realizados con *Gliricidia sepium* en zonas secas de República Dominicana, con suelos planos y más fértiles, y en donde se encontró una producción superior a los 600 gr MS/árbol (Hernández, 1988). Aún así, asumiendo que esta especie pudiera sembrarse a una densidad de 5000 árboles/ha la producción, de una poda, en la época seca sería significativa. Puede observarse que la producción de MS digestible se duplica a los 150 días con respecto a la poda realizada a los 90 días. De igual forma sucede con la producción de PC (Cuadro 4).

El número de ramas, el largo y el diámetro promedio se incrementan a medida que los intervalos de poda son mayores. Sin embargo, a los 120 días su número disminuye debido a que en uno de los sitios, varios rebrotes fueron comidos por ganado bovino (Cuadro 5).

La relación hoja:tallo es menor a 1,0. Sin embargo, los tallos tiernos comestibles representan una buena proporción de la biomasa total lo que, en conjunto, permite una aceptable relación entre el material comestible y los tallos leñosos.

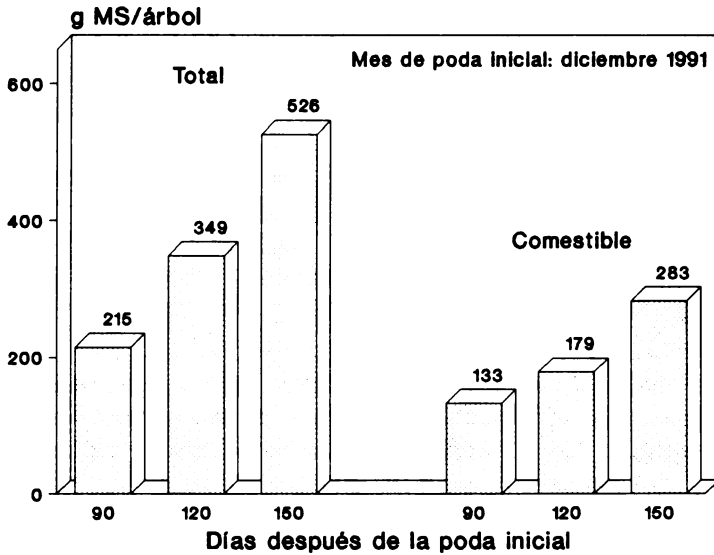


Figura 1. Producción de biomasa total y comestible, de Jocote en la época seca según intervalo de poda.

Cuadro 3. Producción de materia seca de los componentes del follaje de Jocote en el verano según intervalo de poda.

Componente, g/árbol	Intervalo de poda, días		
	90	120	150
Hojas ¹	107 ^b	164 ^b	249 ^a
Tallo tierno	26	15	34
Tallo leñoso ¹	82 ^b	170 ^{ab}	243 ^a
MS comestible, %	62	52	54

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p < 0,10$.

Cuadro 4. Producción de materia seca digestible y proteína cruda del follaje de Jocote según intervalo de poda.

Componente, g/árbol	Intervalo de poda, días		
	90	120	150
Materia seca digestible			
Hojas ¹	58 ^c	90 ^b	137 ^a
Tallo tierno	9	5	12
Total	67^c	95^b	148^a
Proteína cruda			
Hojas	16 ^b	25 ^b	38 ^a
Tallo tierno	2	1	3
Total	18^b	26^b	40^a

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p < 0,15$.

Cuadro 5. Variables dasométricas de árboles de Jocote según intervalo de poda en dos sitios de Turubares, Costa Rica.

Componente ¹	Intervalo de poda, días		
	90	120	150
Rama, N°	24,5	23,6	34,3
Largo de ramas, cm	58,2	47,3	68,6
Diámetro ramas, cm	1,5	1,2	1,6
Relación hoja/tallo	1,0	0,9	0,9
Relación comestible/leñoso	1,6	1,1	1,2

1/ Datos promedio por árbol.

Clavelón

El efecto de los intervalos de poda sobre la producción de MS de Clavelón se muestra en el Cuadro 6 y la Figura 2. La menor producción observada a los 150 días se debe a un ataque de hormigas ocurrido en uno de los sitios. La producción es más baja que la observada en el Jocote, pero debe tenerse en cuenta que el Clavelón es un arbusto, mientras que el Jocote es un árbol. Normalmente el Clavelón se puede sembrar a densidades por unidad de área muy elevadas (entre 15000 y 25000 plantas/ha) lo que compensa la baja producción por planta.

Cuadro 6. Producción de materia seca de los diferentes componentes del follaje de Clavelón en el verano según intervalo de poda.

Componente, g/árbol	Intervalo de poda, días		
	90	120	150
Hojas ¹	42 ^b	86 ^a	78 ^a
Tallo tierno	12	18	11
Tallo leñoso	11 ^b	38 ^a	34 ^a
MS comestible, % ²	83 ^a	73 ^b	71 ^b
Relación hoja/tallo	1,8	1,5	1,7
Relación comestible/leñoso	4,9	2,7	2,6

1/ Valores con letra igual horizontal no difieren estadísticamente, $P < 0,14$.
 2/ $p < 0,05$.

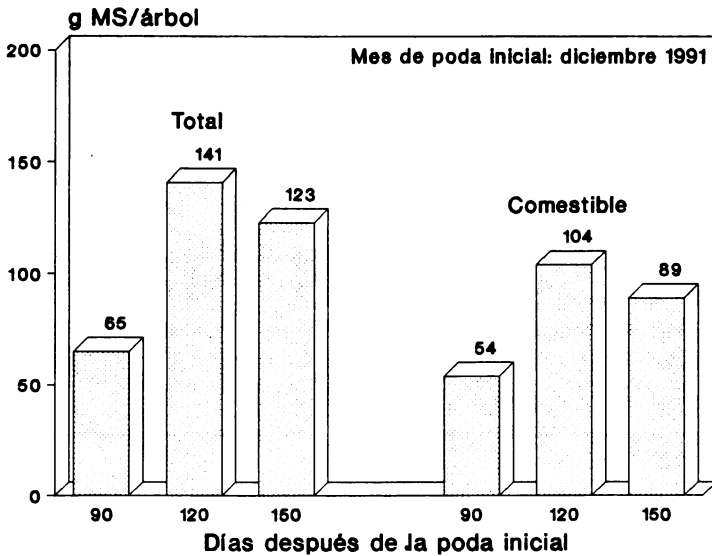


Figura 2. Producción de biomasa total y comestible de Clavelón bajo crecimiento natural en la época seca según intervalo de poda.

Resalta la elevada proporción de MS comestible en la biomasa, con valores por encima del 70%, y muy superior a los observados para el caso del Jocote. Lógicamente existe una disminución considerable de esta proporción a los 150 días. La

menor producción en el último intervalo está asociada al ataque de insectos ocurrido en ese momento.

En lo referente a la producción de MS digestible y PC (Cuadro 7) puede observarse una tendencia a incrementar sus valores conforme es mayor el intervalo de poda. A los 150 días la caída en la tendencia es debida al ataque de hormigas ya mencionado.

En cuanto a las variables dasométricas, los valores se incrementan a medida que aumentan también los intervalos de poda (Cuadro 8). El largo de ramas aumenta significativamente a medida que es mayor el intervalo de poda ($P < 0,09$), al igual que el diámetro de las ramas.

Cuadro 7. Producción de materia seca digestible y proteína cruda del follaje de Clavelón según intervalo de poda.

Componente, g/árbol	Intervalo de poda, días		
	90	120	150
Materia seca digestible			
Hojas ¹	30 ^b	61 ^a	55 ^a
Tallo tierno	6	9	5
Total	35 ^b	69 ^a	60 ^a
Proteína cruda			
Hojas	9 ^b	18 ^a	16 ^a
Tallo tierno	1	1	1
Total	10 ^b	19 ^a	17 ^a

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p < 0,17$.

Efecto de sitio

A pesar de que no se detectaron diferencias estadísticas significativas, la producción de forraje de Jocote, para todos los componentes del follaje fue mayor en el sitio 2 (Paso Agres, Turrubares) que en el sitio 1 (Colegio Agropecuario, Turrubares) (Cuadro 9). Lo mismo se observa para los valores de PC y de MS digestible (Cuadro 10). Solamente para la proporción de MS comestible y el número de ramas promedio (Cuadro 11) se observaron valores menores en el sitio 2.

Cuadro 8. Variables dasométricas de arbustos de Clavelón según intervalo de poda en dos sitios de Turrubares, Costa Rica.

Componente ¹	Intervalo de poda, días		
	90	120	150
Ramas ² , N°	92	79	73
Largo de ramas ³ , cm	92 ^b	132 ^{ab}	152 ^a

1/ Datos promedio por árbol.

2/ Valores con letra igual horizontal no difieren estadísticamente.

3/ $p < 0,09$.

Cuadro 9. Producción de materia seca de los diferentes componentes del follaje de Jocote en el verano según sitio.

Componente, g/árbol	Sitio		Promedio
	San Pablo	Paso Agres	
Hojas	155	192	173
Tallo tierno	24	25	25
Tallo leñoso	130	200	165
Total	309	417	363
Comestible	179	217	198
% MS comestible	58	55	56
Relación hoja/Tallo	1,0	0,8	0,9
Comestible/leñoso	1,4	1,1	1,2

En cuanto a los sitios, para el caso del Clavelón, debe destacarse que en el sitio 1 (San Rafael, Puriscal), todas las variables son superiores al sitio 2 (Jarasal, Puriscal), a excepción de la relación hoja:tallo y el número de ramas promedio, que fueron ligeramente superiores en este último (Cuadros 12, 13, 14.)

La producción de MS total, MS digestible y PC del sitio 2 representa alrededor del 50 % de lo producido en el otro sitio. Esto se debe a que aquí ocurrió el ataque de hormigas cortadoras mencionadas anteriormente y que afectó los rebrotes a los 150 días.

Cuadro 10. Producción de materia seca digestible y proteína cruda de los componentes del follaje de Jocote en el verano según sitio.

Componente, g/árbol	Sitio		Promedio
	San Pablo	Paso Agres	
Materia seca digestible			
Hojas	85	105	95
Tallo tierno	8	9	9
Total	93	114	104
Proteína cruda			
Hojas	23	28	26
Tallo tierno	2	2	2
Total	25	31	28

Cuadro 11. Variables dasométricas de árboles de Jocote según intervalo de poda en dos sitios de Turrubares, Costa Rica.

Componente	Sitio		Promedio
	San Pablo	Paso Agres	
Ramas, N°	29	26	27
Largo de ramas, cm	48	68	58
Diámetro ramas, cm	1,0	2,0	1,5

Cuadro 12. Producción de materia seca de los diferentes componentes del follaje de Clavelón en el verano según sitio.

Componente, g/árbol	Sitio		Promedio
	San Rafael	Jarasal	
Hojas	90	47	69
Tallo tierno	16	11	13
Tallo leñoso	36	19	28
Total	141	78	110
Comestible	106	58	82
MS comestible, %	76	75	76
Relación hoja/tallo	1,8	1,9	1,8

Con ciertos arbustos hubo problemas de competencia por luz con árboles cercanos que pudo afectar los resultados obtenidos. Esta situación se refleja también en la producción de MS digestible y de PC. Ninguna de las variables analizadas mostró diferencias significativas por efecto del sitio.

Cuadro 13. Producción de materia seca digestible y comestible de los diferentes componentes del follaje de Clavelón en el verano según sitio.

Componente, g/árbol	Sitio		Promedio
	San Pablo	Paso Agres	
Materia seca digestible			
Hojas	63	33	48
Tallo tierno	8	6	7
Total	71	39	55
Proteína cruda			
Hojas	18	10	14
Tallo tierno	1	1	1
Total	20	11	15

Cuadro 14. Variables dasométricas de arbustos de Clavelón en dos sitios de Turrubares, Costa Rica.

Componente	Sitio ¹		Promedio
	San Rafael	Jarasal	
Ramas, N°	79	83	81
Largo de ramas, cm	133	117	125

1/ Datos promedio por árbol.

Conclusiones

- a) En plena época de sequía la producción de biomasa de Jocote y Clavelón se incrementa a medida que aumenta el intervalo entre podas luego de una poda inicial al final de la época lluviosa. Sin embargo, debido a que se trabajó con plantas que crecían en forma natural, los resultados deben tomarse como tendencias de producción.

- b) Los resultados estuvieron afectados por plagas de insectos y daños provocados por bovinos. Así mismo, a pesar de las limitantes ocurridas por los daños de hormigas cortadoras en el Clavelón y de ganado bovino en el Jocote, los resultados indican que ambas especies pueden producir niveles de forraje interesantes para alimentar ganado durante el verano.
- c) En plantaciones y con un manejo adecuado, estas plantas, podrían llegar a convertirse en una buena fuente forrajera para ser utilizada como suplemento, sobre todo en la época de penuria nutricional.

Recomendaciones

- a) Evaluar de nuevo esta experiencia incorporando mayor número de sitios para obtener resultados comprobables estadísticamente. Así mismo, evaluar su producción en plantaciones forrajeras para determinar su capacidad de producción en condiciones más intensivas.

Reconocimiento

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo de la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) por medio del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ y del Proyecto PRODAF (MAG/GTZ) en Puriscal. El trabajo fue conducido por personal del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica y del Centro Agrícola Cantonal de Puriscal.

Bibliografía

- BATEMAN, J.V. 1970. Nutrición animal; manual de métodos analíticos. México, D.F., Méx., Herrero. 488 p.
- ESTADOS UNIDOS. SAS INSTITUTE. 1985. User's guide: Statistical. 5 ed. Cary, N.C., EE.UU. p. 255-315, 749-762.
- HERNANDEZ, M.J. 1988. Efecto de las podas al final de la época lluviosa en cercos vivos de Piñón Cubano (*Gliricidia sepium*) sobre la producción y calidad nutritiva de la biomasa en la época seca. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 106 p.

- HOLDRIDGE, L.R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. IICA: Serie de Libros y Materiales Educativos N° 34. 276 p.
- MUÑOZ, G.; ROJAS, J. 1991. Producción de biomasa de especies arbóreas y arbustivas bajo crecimiento natural en la zona de Puriscal, Costa Rica. *In* Reunión Anual del Programa de Cabras del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (3., 1991, El Zamorano, Hond.). Memorias. Tegucigalpa, Hond., SRN. p. irr.
- ROJAS, J. 1990. Pruebas preliminares de producción de biomasa de especies arbóreas y arbustivas. *In* Reunión Anual del Programa de Cabras del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2., 1990, Puriscal, C.R.). Memorias, Turrialba, C.R., CATIE. p. irr.
- TILLEY, J.; TERRY, K. 1963. A two stage techniques for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society (G.B.)* 18(2):131-163.

Podas estratégicas en cercos vivos de Piñón cubano (*Gliricidia sepium*) para la producción de forraje en la época seca*

Mario Hernández¹ y Jorge Benavides².

Introducción

En los últimos años, debido al incremento en los costos de los alimentos suplementarios para la producción bovina y ante el problema que representa la disminución de las pasturas en la época de sequía, se ha intensificado la búsqueda de alternativas para aprovechar recursos propios de la finca. En tal sentido, la utilización de leguminosas arbóreas, por su alto contenido de proteína cruda y elevados niveles de producción de biomasa pueden contribuir a la solución de los problemas mencionados anteriormente. Dentro de las especies evaluadas, destaca el Piñón cubano, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, por ser una especie endémica de amplia distribución en América Central y el Caribe.

Se han realizado ensayos para determinar la producción de biomasa, en cercos vivos, en algunos lugares del trópico con precipitación pluvial entre 3000 y 4000 mm anuales (Beliard, 1984). Sin embargo, este tipo de información no está disponible para áreas del trópico con un período de sequía mayor a cuatro meses, como es el caso de extensas zonas de la República Dominicana.

Antecedentes

En cercas vivas del trópico húmedo, Beliard (1984), obtuvo rendimientos de 1,95 kg de MS/árbol/corte con podas cada seis meses; y de 1,65 y 1,77 kg MS/árbol, con podas cada nueve y tres meses (esta última corresponde a la suma de tres podas), respectivamente. En Sri Lanka, árboles de cinco años con una densidad de siembra de 0,45 x 0,45 m produjeron, después de seis meses de poda, 21,5 tm/ha/año de hojas verdes,

*/ Adaptado de la tesis de M.Sc. de Hernández, M., 1988.

1/ M.Sc. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

2/ M.Sc. Unidad de Árboles Forrajeros y Rumiantes Menores, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica

y se encontró que el porcentaje de hojas y el contenido de PC decrecieron al incrementarse el intervalo entre podas. Otárola *et al.*, (1985), en zonas con precipitación de 1200 a 1600 mm anuales en Honduras, obtuvieron rendimientos por corte de 2,8 tm de materia verde por kilómetro en cercas de dos años con podas cada nueve meses; y 12,9 tm/km en cercas de 13 años con podas cada año y medio (Cuadro 1). Lazier *et al.*, (1982), obtuvieron en época seca y con cortes a los 18 meses entre 350 y 450 g de materia seca (MS) de hojas/árbol. Picado y Salazar (1984) registraron una producción de 0,4 tm/km/año en árboles con espaciamiento de 1,5 metros.

Cuadro 1. Crecimiento y producción de forraje y biomasa total para diferentes edades de la cerca y rebrotes después de la poda de *Gliricidia sepium*.

Edad Cercos, años	Edad Rebrotes (meses)	DAP ¹ (cm)	FV ² (kg/árbol)	Biomasa total (kg/árbol)
1	11	7,4	4,4	16,0
2	9	8,2	5,6	18,4
3	14	11,8	16,6	53,1
8	19	14,4	16,2	73,7
13	15	22,9	25,8	117,6

Fuente: Otárola *et al.*, 1985
2/ Forraje verde.

1/ Diámetro a la altura del pecho

Con respecto al uso de medidas dasométricas como variables predictivas, Beliard (1984) encontró un alto grado de relación entre el área basal de las ramas medidas, antes y después del corte, con la producción de biomasa. Con base en ello diseñó tablas de predicción de forraje utilizando el largo y el diámetro de las ramas.

La poda periódica es la práctica más importante para el mantenimiento, utilización y producción de postes vivos, leña y forraje (Baggio y Heuvelodop, 1982). Sin embargo, los agricultores desconocen un manejo adecuado para la producción de forraje, y para ello se requieren frecuencias de poda no tradicionales y poco estudiadas (Beer, 1987). Frecuencias menores de tres meses en plantaciones nuevas influyen negativamente sobre su rendimiento en los primeros años (Chadhokar, 1982). Este intervalo no es suficiente para que la

planta reponga las reservas necesarias para reiniciar el desarrollo de la parte aérea (Beliard, 1984).

La frecuencia de poda de una cerca depende de la estación, el lugar (Falvey, 1982) y la finalidad de la misma (Baggio y Heuvelodp, 1982; Otárola *et al.*, 1985). Para producción de leña en árboles, con no menos de dos años de edad, se recomiendan podas cada uno o dos años (Picado y Salazar, 1984; Vera Castillo, 1987). Para la producción de forraje, la frecuencia debe ser entre tres y seis meses, pues el porcentaje de hojas disminuye a medida que se prolonga el intervalo entre podas (Chadhokar, 1982; Beliard, 1984).

La productividad de forraje, durante la estación seca, se puede incrementar con cosechas regulares (Falvey, 1982) al inicio y al final de la época de lluvias, pues de ese modo se impide la floración lográndose retener las hojas en esta época (Simmonds, 1951). Beer (1987) explica que esto podría atribuirse a que, aunque el crecimiento es retardado temporalmente al podar en la época lluviosa, la planta continúa creciendo durante la estación seca; mientras las no podadas cesan el crecimiento de las hojas y usan las reservas para la formación de flores y frutos. En tierras bajas de Costa Rica, árboles podados en agosto y octubre lograron reponer entre el 50 y el 75% de sus hojas en marzo (Sumberg, 1985). No obstante lo anterior, se reporta que árboles podados al principio de las lluvias tuvieron flores y vainas en la estación seca (Sumberg, 1985). En árboles no podados en época lluviosa, la aparición de la primera flor fue el 6 de diciembre y en los podados fue el 30 de enero (Atta Krah, 1987).

Aunque *G. sepium* es utilizado como forraje, su valor nutritivo es poco conocido (Glover, 1986) y en algunos lugares se la tiene como tóxica (Atta Krah y Sumberg, 1987). Esta especie ha sido recomendada como forraje para bovinos, caprinos y ovinos, por su elevado contenido en PC (Cuadro 2) y otros nutrientes (Moreno, 1982; Benavides, 1983; Lucía *et al.*, 1985).

Algunos datos de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y del contenido de PC se muestran en los Cuadros 2 y 3. Espinoza (1984) encontró una mayor degradabilidad de la MS en las partes distales de la rama (hojas jóvenes y tallos tiernos), así como una disminución de la misma en las partes más próximas a la base. Minor y Deb Howell (1979), observaron menores tasas de degradación ruminal *in situ* en las hojas de esta

especie que en hojas de otros follajes como yuca, leucaena y plátano.

Objetivos

No se conoce el efecto de la época de corte, antes del inicio del período seco, sobre la capacidad del árbol para acumular biomasa comestible y conservarla durante la época seca. Con base en estos antecedentes se realizó el presente trabajo, el cual tiene como objetivo generar información sobre el manejo de podas al final del período de lluvias en cercos vivos de *G. sepium* y sus efectos sobre los rebrotes en el período seco.

Cuadro 2. Contenido de proteína cruda (%) en hojas y tallos tiernos de *Gliricidia sepium* en diversos lugares del trópico.

Lugar	Hoja	Tallo tierno	Fuente
Rep. Dominicana	20,10	16,30	Moreno, 1982
Costa Rica	19,63	11,02	Lucía <i>et al.</i> , 1985
Sri Lanka	20,00		Chadhokar, 1982
Indonesia	26,10		Cheeke y Raharjo, 1987
México	23,89		Vera, 1987
Costa Rica	24,80		Benavides, 1983

Cuadro 3. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) de *Gliricidia sepium* en varios lugares del trópico.

Lugar	Hoja	Tallo tierno	Fuente
Costa Rica	49,59	45,57	Beliard, 1984
Costa Rica	58,50	45,50	Baggio, 1982
Costa Rica	68,50		Roldán, 1981
Guatemala	58,40		Vargas <i>et al.</i> , 1987
Tailandia	53,59		Falvey, 1982

Específicamente, con este trabajo se ha pretendido: i) evaluar el efecto de la poda al final del período de lluvias, sobre la producción y calidad de la biomasa total y comestible en la época seca; ii) determinar relaciones entre variables dasométricas que pudieran predecir la producción de biomasa y, iii) definir criterios

que permitan diseñar una estrategia de manejo del Piñón cubano para obtener forraje durante la época de sequía.

Materiales y métodos

El experimento se realizó en dos sitios de la región Este de la República Dominicana (Central Romana Corporation), localizados en las provincias de La Romana y El Seibo. Los dos sitios son representativos de la ganadería de carne del país y presentan características ecológicas diferentes. La Romana está ubicada a 18°30' latitud Norte y 69°01' longitud Este, a una elevación de 60 msnm y pertenece a la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical (Holdridge, 1978). El Seibo está ubicado a 18°52' latitud Norte y 69°06' longitud Este, a una elevación de 160 msnm y pertenece a la zona de vida Bosque muy Húmedo Subtropical. Ambos sitios tienen una distribución bimodal de la precipitación.

En La Romana la temperatura media anual es de 26,3°C con una precipitación anual de 1040 mm y en El Seibo 26,5°C y 1430 mm, respectivamente. Durante el período experimental (octubre/87-mayo/88) la precipitación total, en La Romana, fue de 1229 mm; y en El Seibo, de 1052 mm. El promedio de los últimos 20 años para ese mismo periodo es de 460 mm para La Romana y de 749 mm para El Seibo, lo que muestra un comportamiento atípico de esta variable climática al realizarse el estudio.

Los contenidos de nitrógeno total y de materia orgánica del suelo se consideran normales, aunque en La Romana son ligeramente mayores que en El Seibo, probablemente debido a aplicaciones de materia orgánica de desecho de la industria azucarera. El suelo de La Romana presenta un pH entre neutro y ligeramente alcalino. Los niveles de potasio y fósforo fueron críticos en El Seibo. Los niveles de magnesio pueden considerarse normales en ambos sitios, aunque fue ligeramente más alto en El Seibo. Los dos suelos presentan una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC), lo que indica que son de adecuada fertilidad.

Las cercas tenían más de diez años de establecidas y han sido regularmente podadas cada dos años ya que también se utilizan para la obtención de leña y postes para nuevas cercas. Se buscó la mayor cantidad de plantas homogéneas con respecto

al distanciamiento y última fecha de poda. Las cercas de La Romana presentaron menor homogeneidad que en El Seibo, por el espaciamiento mayor e irregular (2,6 m) y por la presencia de árboles de otras especies intercalados entre las cercas. En El Seibo las cercas fueron homogéneas y continuas dentro de los bloques con un espaciamiento promedio de 1,61 m. Los árboles tenían aproximadamente dos años sin podarse, y presentaban un gran volumen de biomasa (hojas y tallos) al inicio del trabajo.

Los tratamientos estuvieron definidos por un arreglo factorial: tres fechas de poda inicial (PI) al final de la época de lluvias (octubre, noviembre y diciembre) y cuatro fechas de poda final (PF) en la época seca (febrero, marzo, abril y mayo).

En el corte inicial se midieron, en cada árbol, las siguientes variables dasométricas: 1) el área basal total de las ramas, la cual estuvo definida por la sumatoria de las circunferencias de cada rama; 2) el número de ramas presentes en cada árbol; 3) el diámetro a la altura de pecho (DAP) y 4) la altura del muñón (desde el suelo a la base de la copa). Estas variables se utilizaron como covariables en el análisis de la información.

Las variables de respuesta fueron la producción de MS total, comestible (MSC) y digestible (MSD); el contenido de PC y la DIVMS del forraje y por último, el número de rebrotes y de árboles enfermos.

La determinación de la producción de biomasa total se realizó pesando el follaje total de cada árbol. El follaje fue fraccionado en hojas, tallos tiernos y tallos leñosos que fueron pesados por separado. De cada componente se tomó una submuestra (200 a 400 g) para la determinación del contenido de MS, en una estufa a 65°C hasta peso constante.

La determinación del contenido de PC se hizo por el método de micro-Kjeldahl (Bateman, 1978) y la DIVMS por el método de dos fases (Tilley y Terry, 1963) en el Laboratorio de Nutrición Animal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). A partir de los valores de calidad nutritiva y con los datos de MS se estimó la producción de PC y de MS digestible (MSD) para hojas y tallos tiernos.

El diseño usado fue de bloques completos al azar bajo un arreglo factorial 3x4. Los factores fueron la poda inicial y la poda

final. Se trabajó en dos localidades con tres bloques dentro de cada una. Cada bloque constó de 144 plantas con 12 parcelas distribuidas aleatoriamente (tratamientos) y con doce plantas por tratamiento, incluyendo los bordes.

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando la opción de cuadrados mínimos generalizados (GLM) del paquete computacional SAS (SAS, 1985). Se encontró homogeneidad de varianza entre sitios mediante una transformación logarítmica ($Y = \text{Log}(y + 1)$), para cada variable de respuesta. Las diferencias entre las medias de los tratamientos, bloques y sitios se determinaron mediante la prueba de Bonferroni (Miller, 1981) para datos incompletos (pérdidas de parcelas y de árboles dentro de parcelas).

Se hizo un análisis de covarianza para determinar la relación entre las variables medidas en la poda inicial con algunas de la poda final. Se efectuaron análisis de regresión para determinar la relación entre los días calendario¹ y número de árboles enfermos con variables de producción y crecimiento.

Resultados y discusión

Observaciones sobre las plantas

En las parcelas se observó un elevado número de árboles enfermos a causa de plagas de insectos que mermaron su producción de manera importante. Las plagas que atacaron el follaje fueron *Diaprepes abbreviatus* (picudo), *Aphis crassivora* (pulgón) y *Phostria* sp. (pega hoja). Los datos sobre número de árboles enfermos según los tratamientos y factores experimentales se muestran en el Cuadro 4.

Aunque el número de árboles afectados no guardó relación con los meses de poda inicial, es notable la incidencia de este problema en los árboles podados en el mes de noviembre. Esto coincide con la alta pluviometría registrada en ese mes, y que puede haber provocado una mayor susceptibilidad de los árboles al ataque de plagas. En los meses siguientes, a medida que mejoraba el régimen de lluvias, los árboles que enfermaron recuperaron su condición. En los árboles rebrotados en marzo se presentó el menor número de árboles enfermos lo cual puede

¹/ Días calendario: a partir del 1° de enero independientemente de la fecha de la poda inicial.

estar relacionado a la poca producción de biomasa y a la mayor sequía en ese mes y en el anterior. En La Romana el número de árboles enfermos fue significativamente mayor que en El Seibo.

Cuadro 4. Número de árboles por parcela afectados por plagas en los meses de poda inicial y final.

Poda inicial	N	Poda final	N
Octubre	1,79	Febrero ¹	2,28 ^{ab}
Noviembre	3,21	Marzo	3,39 ^a
Diciembre	2,42	Abril	3,06 ^{ab}
		Mayo	1,16 ^c

1/ Valores con letra igual no difieren significativamente, $p < 0,016$.

Para efectos de referencia en la discusión posterior, en el Cuadro 5 se presenta la edad promedio de los rebrotes según tratamientos y factores experimentales.

Cuadro 5. Edad (meses) de los rebrotes de *Gliricidia sepium* según tratamientos y factores experimentales.

Mes de poda inicial	Mes de poda final				Prom.
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	
Octubre	4	5	6	7	5,5
Noviembre	3	4	5	6	4,5
Diciembre	2	3	4	5	3,5
Promedio	3	4	5	6	4,5

Calidad de la biomasa

Contenido de materia seca

Para cada uno de los componentes de la biomasa se encontraron efectos significativos en el contenido de MS, por efecto de los meses de poda inicial (Cuadro 6). Los valores obtenidos para las hojas y los tallos tiernos, 23,1 y 16,9%, respectivamente, son similares a los observados por otros investigadores (Devendra y Gohl, 1970; Baggio, 1982; Chadhokar, 1982; Beliard, 1984), los cuales promediaron 22,0% para hojas y 17,5% para tallos tiernos. El contenido de MS

tendió a declinar de octubre a diciembre, lo que puede tener relación con la edad de los rebrotes. Por efecto de la poda final se encontró que el contenido de MS disminuyó paulatinamente entre los meses de febrero y marzo, a pesar de que en tales meses se acentuó más la sequía.

Cuadro 6. Contenido de materia seca (%) de hojas y tallos tiernos y leñosos de *Gliricidia sepium* según los meses de poda inicial y final.

Componente	Mes de poda inicial			
	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Hojas ¹	23,8 ^a	23,1 ^{ab}	22,4 ^b	
Tallos tiernos	17,5 ^a	16,9 ^{ab}	16,2 ^b	
Tallos leñosos	27,1 ^a	25,7 ^b	24,8 ^b	
	Mes de poda final			
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Hojas ²	22,5 ^b	24,1 ^a	23,0 ^b	22,9 ^b
Tallos tiernos	17,2 ^b	19,4 ^a	16,6 ^b	14,4 ^c
Tallos leñosos	25,7 ^b	27,2 ^a	25,3 ^b	25,3 ^b

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p < 0,03$.

2/ $p < 0,02$.

Contenido de proteína cruda

Para el contenido de PC de hojas y tallos tiernos, no hubo efectos significativos de los meses de poda inicial. Los valores encontrados para las hojas y los tallos tiernos, 21,5 y 15,7%, respectivamente, presentan poca diferencia con los logrados por Moreno (1982) en República Dominicana de 20,1 y 16,3% y con los encontrados en otras partes del trópico (Cuadro 7).

Por efecto de la poda final, no se detectaron diferencias en cuanto al contenido de PC de las hojas; en cambio los tallos tiernos presentaron una tendencia a aumentar su nivel de febrero a mayo, alcanzando, en este último mes, niveles superiores al 20% (Cuadro 7). Contenidos tan altos de PC en los tallos tiernos no son reportados por la literatura. No obstante, el desarrollo de la planta de abril a mayo, principalmente de hojas, pudo

ocasionar un movimiento mayor de nutrientes a través de los tallos tiernos para la formación de nuevos tejidos.

Cuadro 7. Contenido de proteína cruda (%) de hojas y tallos tiernos de *Gliricidia sepium* según meses de poda final.

Componente	Mes de poda final			
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Hojas ¹	22,1	19,9	21,5	22,3
Tallos tiernos	12,6 ^c	13,8 ^c	15,8 ^b	20,6 ^a

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p < 0,05$.

Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

El mes de poda inicial no afectó significativamente la DIVMS en ninguno de los componentes comestibles. El valor promedio fue de 67,1%, el cual es elevado y solo comparable con los datos obtenidos por Roldán (1981), quien trabajó con rebrotes tiernos. El valor obtenido en los tallos tiernos, 57,8%, supera el 46% encontrado en Costa Rica (Baggio, 1982; Beliard, 1984) en condiciones de trópico húmedo.

La DIVMS de las hojas no presentó diferencias significativas por efecto de los meses de poda final, aunque se observa una ligera tendencia a disminuir de febrero a abril y luego aumentar en mayo (Cuadro 8).

Cuadro 8. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%) de hojas y tallos tiernos de *Gliricidia sepium* según los meses de poda final.

Componente	Mes de poda final			
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Hojas ¹	67,7	66,0	63,9	70,7
Tallos tiernos	50,8 ^b	55,1 ^b	56,6 ^b	68,6 ^a

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p < 0,05$.

En los tallos tiernos se encontró una diferencia altamente significativa, y pudo detectarse un incremento sustancial de la DIVMS, de febrero a mayo, que podría estar ligado también al

mayor transporte de nutrientes en los tallos tiernos para satisfacer la mayor demanda provocada por el crecimiento de las hojas. Se encontró una relación lineal altamente significativa ($Y = 24,2 + 2,14X$; $r^2 = 0,98$; $p < 0,01$) entre la variación del contenido de PC (X) y la DIVMS (Y) de los tallos tiernos.

Composición de la biomasa

El mes de poda inicial afectó la proporción de hojas y tallos leñosos, presentando el mes de octubre la menor proporción de hojas y tallos tiernos (Cuadro 9). La proporción de estos dos componentes aumentó en noviembre y diciembre, aunque con poca diferencia entre ambos. Con los tallos leñosos sucedió lo opuesto, registrándose en octubre el mayor nivel, para disminuir en noviembre y diciembre. Este comportamiento parece estar relacionado con la edad promedio de los rebrotes en cada mes de poda inicial (Cuadro 5). De acuerdo a lo reportado por otros autores (Beliard, 1984; Salazar, 1984), al incrementarse el intervalo entre los cortes, la producción de los tallos leñosos es mayor que el de las hojas y tallos tiernos.

Cuadro 9. Proporción (% en base seca) de hojas, tallos tiernos y tallos leñosos en la biomasa de *Gliricidia sepium* según los meses de poda inicial y final.

Componente	Mes de poda inicial		
	Octubre	Noviembre	Diciembre
Hojas ¹	50,3 ^b	56,3 ^a	56,7 ^a
Tallos tiernos	11,8	13,3	13,5
Tallos leñosos	39,4 ^a	34,4 ^b	32,7 ^b

Componente	Mes de poda final			
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Hojas	67,4 ^a	55,0 ^b	48,4 ^c	41,1 ^c
Tallos tiernos	17,4 ^a	12,8 ^b	12,0 ^b	9,3 ^c
Tallos leñosos	24,4 ^c	33,9 ^b	40,0 ^a	47,7 ^a

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p < 0,05$.

El mes de poda final tuvo un efecto más marcado sobre la proporción de los diferentes componentes de la biomasa total. Al

igual que con otros parámetros, la variación del porcentaje de los componentes de la biomasa en los meses de poda final son más consistentes que las de los meses de poda inicial. El porcentaje de hojas disminuyó sustancialmente de febrero a mayo, mientras que la proporción de tallos leñosos aumentó en el mismo período.

Producción de materia seca

Se encontraron diferencias significativas para la producción de MS en todos los componentes de la biomasa por efecto de la poda inicial, observándose en el mes de octubre los valores más altos (Cuadro 10). En el mes de noviembre la producción de MS disminuyó en todos los casos y volvió a aumentar ligeramente en diciembre. La lluvia caída en noviembre fue el 370 y 215% de la media de 20 años para La Romana y El Seibo, respectivamente. Esta alta precipitación puede ser la causa de la mayor incidencia de plagas observada en ese mes y puede explicar la menor producción de biomasa. En diciembre se mantuvieron las condiciones pluviométricas en La Romana (471% de la precipitación promedio de 20 años para ese mes); mientras que en El Seibo la precipitación disminuyó a los niveles normales para dicha zona.

Cuadro 10. Producción de materia seca (g/árbol) de *Gliricidia sepium* según los meses de poda inicial.

Componente	Mes de poda inicial		
	Octubre	Noviembre	Diciembre
Hojas ¹	431 ^a	341 ^b	377 ^{ab}
Tallos tiernos	84 ^a	63 ^b	72 ^{ab}
Tallos leñosos	405 ^a	252 ^b	260 ^b
Total	913 ^a	649 ^b	705 ^b
Comestible	515 ^a	404 ^b	448 ^{ab}

1/ Valores con igual valor horizontal no difieren significativamente, $p < 0,03$.

A pesar de encontrarse diferencias estadísticas entre tratamientos, no existe una tendencia clara que permita analizar el efecto del mes de poda inicial sobre el comportamiento de las variables de respuesta. Sin embargo, la menor producción, en noviembre y diciembre con respecto a octubre, debe estar

relacionada con la menor edad promedio de los rebrotes (Cuadro 5).

Se encontraron diferencias altamente significativas para todos los componentes de la biomasa por efecto de la poda final (Cuadro 11). En términos generales el aumento en producción desde febrero hasta mayo está directamente relacionado con la edad calendario de los rebrotes.

El incremento más uniforme de la producción en los meses de poda final con respecto a la tendencia en los meses de poda inicial parece indicar que, el primer factor, es el más determinante en la producción de biomasa. Regresiones exponenciales describen con buen ajuste la producción de MS de la biomasa total, de las hojas, tallos leñosos y biomasa comestible en función de los días calendario para cada uno de los sitios experimentales (Cuadro 12). Este comportamiento exponencial, dentro de los límites experimentales, puede atribuirse al efecto causado por el reinicio de las lluvias en abril y mayo sobre la producción de biomasa.

Cuadro 11. Producción de materia seca (g/árbol) de *Gliricidia sepium* en los meses de poda final.

Componente	Mes de poda final			
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Hojas	288 ^b	342 ^b	373 ^b	528 ^a
Tallos tiernos	66 ^b	60 ^c	69 ^b	96 ^a
Tallos leñosos	118 ^c	222 ^{bc}	315 ^b	569 ^a
Total	457 ^c	617 ^{bc}	755 ^b	1192 ^a
Comestible	355 ^b	402 ^b	442 ^b	624 ^a

1/ Valores con igual valor horizontal no difieren significativamente, $p < 0,02$.

El efecto de época (días calendario) puede estar confundido también con el efecto de la edad de los rebrotes, ya que el primero aumenta también su valor a medida que transcurren los meses de poda final (Cuadro 5). En tal sentido, la mayor producción de biomasa comestible en los meses de la época seca, corresponde a intervalos de corte de cuatro meses (octubre-febrero, noviembre-marzo y diciembre-abril), con la excepción del mes de mayo que no cuenta con datos para este

intervalo. Parece que la edad de cuatro meses es el intervalo óptimo de corte en la época seca.

Cuadro 12. Ecuaciones exponenciales para describir la producción de materia seca total (MST) y comestible (MSC) de *Gliricidia sepium* en función de los días calendario.

Y ¹ , g/árbol	Sitio	a	b	r ²	p <
MS hojas	La Romana	139,5	0,0075	0,91	0,01
	El Seibo	245,5	0,0066	0,95	0,01
MS tallos leñosos	La Romana	39,8	0,0168	0,99	0,01
	El Seibo	50,2	0,0189	0,99	0,01
MS total	La Romana	167,7	0,0118	0,98	0,01
	El Seibo	320,0	0,0105	0,98	0,01
MS comestible	La Romana	177,4	0,0065	0,90	0,01
	El Seibo	300,2	0,0063	0,92	0,01

1/ Modelo ($Y = ae^{bx}$), donde X es el número de días a partir del 1º de Enero.

Se encontró una diferencia significativa entre los sitios para cada componente, detectándose en El Seibo mayor nivel de producción que en La Romana. A pesar de que en este último sitio llovió más que en El Seibo, la producción de MS fue significativamente menor. Esto puede estar ligado al exceso de precipitación ocurrido en La Romana, y permite explicar la mayor presencia de plagas de insectos.

En la poda octubre-mayo (7 meses) se obtuvieron los máximos valores de biomasa comestible, 649 y 920 g/árbol para La Romana y El Seibo, respectivamente. Ambos valores son inferiores a los obtenidos por Beliard (1984) en zonas húmedas de Costa Rica (más de 3000 mm/año), quien reporta un valor de 1950 g/árbol de biomasa comestible en rebrotes de seis meses.

En términos generales, la poda al final de la época lluviosa impidió la floración durante la época seca y por ende la caída masiva de hojas (Simmonds, 1951; Falvey, 1982; Beer, 1987). Esto puede atribuirse a que las plantas podadas estuvieron forzadas a utilizar sus reservas para el crecimiento vegetativo en lugar de hacerlo para la reproducción.

Producción de materia seca digestible y proteína cruda

Como era de esperarse, la producción de MSD y de PC total, por efecto de los meses de poda inicial y final, mostró tendencias similares a las observadas en la producción de MS comestible, encontrándose efectos significativos de ambos factores experimentales (Cuadro 13). El efecto de la época seca puede describirse utilizando regresiones exponenciales en las que ambas variables son función de los días calendario (Cuadro 14).

Cuadro 13. Producción de materia seca digestible y proteína total de *Gliricidia sepium* según meses de poda inicial y final.

Mes poda inicial	MSD — g/árbol ¹ —	PCT	Mes poda inicial	MSD — g/árbol ² —	PCT
Octubre	341 ^a	107 ^a	Febrero	229 ^b	73 ^b
Noviembre	265 ^b	81 ^b	Marzo	256 ^b	75 ^b
Diciembre	300 ^{ab}	94 ^{ab}	Abril	283 ^b	90 ^b
			Mayo	438 ^a	137 ^a

1/ $p < 0,03$. 2/ $p < 0,016$.

Cuadro 14. Ecuaciones para describir la producción de materia seca digestible y de proteína cruda en función de los días calendario.

Y ¹ , g/árbol	Sitio	a	b	r ²	p <
MSD	La Romana	102,7	0,0078	0,85	0,05
	El Seibo	184,8	0,0070	0,89	0,05
PC	La Romana	29,8	0,0082	0,87	0,05
	El Seibo	29,2	0,0068	0,83	0,05

1/ Modelo ($Y = ae^{bx}$), donde X es el número de días a partir del 1° de Enero.

Número de rebrotes

Se detectaron efectos significativos, sobre el número de rebrotes, en los meses de la poda final (Cuadro 15) y, de acuerdo a los datos, hay una clara tendencia a disminuir su número desde febrero hasta mayo. Este comportamiento es similar al reportado por Beliard (1984) y puede atribuirse al fenómeno de dominancia

apical que ocurre a medida que es mayor el intervalo entre cortes. El número de rebrotes se comporta en forma inversa a la producción de MS de hojas, comestible y total. Se encontraron regresiones lineales altamente significativas entre los valores promedios de las variables de producción y el número de rebrotes (Cuadro 16).

Cuadro 15. Número de rebrotes de *Gliricidia sepium* según los meses de poda inicial y final.

Mes poda inicial	Número de rebrotes	Mes poda final	Número de rebrotes
Octubre ¹	24 ^b	Febrero ²	33 ^a
Noviembre	28 ^a	Marzo	28 ^b
Diciembre	27 ^{ab}	Abril	28 ^b
		Mayo	16 ^c

1/ $p < 0,03$. 2/ $p < 0,04$.

Cuadro 16. Ecuaciones de regresión, utilizadas para describir la variación de la producción de materia seca de hojas, total y comestible en función del número de rebrotes.

Y ¹ , g MS/árbol	a	b	r ²	p <
Hojas	756,7	-14,2	0,99	0,01
Total	1893,6	-43,2	0,98	0,01
Comestible	881,5	-16,2	0,99	0,01

1/ Modelo: $Y = a + bX$, donde X es el número de rebrotes.

Efecto de sitio

Variables dasométricas

Las variables dasométricas medidas en la poda inicial, número de ramas inicial (NRI), área basal de las ramas (ABR), diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura del muñón se presentan en el Cuadro 17. Cabe destacar el menor coeficiente de variación de las variables en El Seibo, lo que demuestra una mayor homogeneidad. En el análisis de covarianza se observó poca influencia de estas covariables sobre las variables de rendimiento en el segundo corte. Esto contrasta con resultados

obtenidos por Beliard (1984) quien encontró un alto grado de relación entre el área basal de las ramas antes del corte con la producción de biomasa en zonas con más de 3000 mm de precipitación. La falta de correlación entre esas variables podría estar relacionada con el largo tiempo que permanecieron los árboles sin podar (más de dos años) y con las condiciones inestables de precipitación en que se realizó este ensayo.

Cuadro 17. Variables dasométricas tomadas durante el corte inicial en cercas vivas de *Gliricidia sepium*.

Variable	Sitio	Media	C.V.
Número de ramas inicial	La Romana	5,5	64,2
	El Seibo	6,0	29,4
Altura al muñón, m	La Romana	2,1	7,1
	El Seibo	2,0	4,0
Area basal de ramas, cm ²	La Romana	150,5	45,0
	El Seibo	152,7	33,5
DAP, cm	La Romana	16,2	23,5
	El Seibo	14,3	14,8

Producción y calidad de la biomasa

Se observaron diferencias significativas entre los dos sitios en cuanto a la producción y crecimiento (Cuadros 18 y 19). El Seibo fue superior a La Romana en todos los casos y, aunque este último sitio es más seco, presentó una mayor precipitación durante el período experimental. En el análisis químico de suelo, aunque La Romana presenta mayor riqueza en N, P, K, Ca; mayor contenido de materia orgánica y un pH casi neutro, la naturaleza arcillosa de sus suelos pudo haber favorecido la saturación de agua por un tiempo prolongado. No se detectaron diferencias en la proporción de los componentes en la biomasa total, excepto en los tallos tiernos, cuya proporción fue mayor en La Romana. Las variables dasométricas tomadas antes de cada corte y los contenidos de MS, PC y la DIVMS no mostraron diferencias importantes entre los sitios (Cuadro 20).

Alternativa forrajera

De acuerdo a la información generada en este experimento, la producción de follaje comestible en base seca para los tres meses de mayor penuria nutricional sería de 115 y 315 kg/km/corte para La Romana y El Seibo, respectivamente. Asumiendo que el follaje de Piñón cubano se utilice para suplementar proteína en dietas basadas en malos pastos o en residuos de cosechas, y con toretes de 300 kg, se puede calcular la cantidad de follaje necesaria para mantener el peso de los animales durante tres meses.

Cuadro 18. Efecto de sitio sobre la producción de materia seca total y digestible y de proteína cruda (g/árbol) de árboles de *Gliricidia sepium* en República Dominicana.

Componente	MS		MSD		PC	
	S1 ¹	S2	S1	S2	S1	S2
Hojas ²	284 ^b	482 ^a	194 ^b	310 ^a	60 ^b	104 ^a
T. tierno	57 ^b	89 ^a	32 ^b	53 ^a	9 ^b	15 ^a
T. leñoso	230 ^b	381 ^a				
Total	557 ^b	954 ^a	226 ^b	363 ^a	69 ^b	119 ^a
Comestible	341 ^b	571 ^a				

1/ S1 = La Romana; S2 = El Seibo.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p < 0,01$.

Cuadro 19. Efecto de sitio sobre la proporción y la tasa de crecimiento de los componentes de la biomasa de *Gliricidia sepium* en República Dominicana.

Componente	Proporción en la biomasa, %		Tasa de crecimiento g/árbol/día	
	S1 ¹	S2	S1	S2
Hojas	55	54	2,2 ^b	3,9 ^a
Tallos tiernos ²	14 ^a	12 ^b	0,5 ^b	0,7 ^a
Tallos leñosos	35	36	1,6 ^b	2,8 ^a
Comestible	69	65	2,6 ^b	4,6 ^a
Total			4,1 ^b	7,3 ^a

1/ S1 = La Romana; S2 = El Seibo.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p < 0,01$.

De acuerdo a los datos anteriores se necesitarían 1,36 kg de MS de follaje y 4,6 kg de pasto/día para satisfacer los requerimientos proteicos del animal. Esta cantidad de MS equivale a 4,5 y 2,7 árboles/día en La Romana y El Seibo, respectivamente. Para los 90 días de mayor sequía serían necesarios 1,1 y 0,4 km de cerca de cada sitio para un animal. La menor cantidad de metros necesaria en El Seibo se debe a la mayor producción y a la menor distancia entre árboles.

Cuadro 20. Efecto de sitio sobre los contenidos (%) de materia seca, proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de *Gliricidia sepium*.

Componente	MS		DIVMS		PC	
	S1 ¹	S2	S1	S2	S1	S2
Hojas	23,6	22,6	67,1	67,0	20,9	21,9
T. tiernos	17,1	16,7	55,5	60,0	15,6	15,8
T. leñosos	25,6	26,1				

1/ S1 = La Romana; S2 = El Seibo.

A continuación se presenta el esquema para calcular la cantidad de follaje:

Parámetro	La Romana	El Seibo
Producción follaje, kg/árbol	0,3	0,5
Distancia entre árboles, m	2,6	1,6
Peso/animal, kg	300,0	300,0
Consumo de MS/animal, kg	6,0	6,0
PC de la ración, %	7,0	7,0
PC del follaje, %	20,6	20,6

Si se considera que un potrero mide una hectárea se tendrían 400 m de cerca lo que equivaldría a 154 y 250 árboles en La Romana y El Seibo, respectivamente y que podrían suplir las necesidades de proteína de un animal por 34 días en el primer sitio y por 92 días en el segundo.

Conclusiones

- a) Las podas al final de la época lluviosa impiden la floración de los árboles de *G. sepium* y permiten disponer de forraje verde en los meses de penuria nutricional.
- b) Los meses de poda final guardan mayor relación con la producción de MS que los meses de poda inicial, aunque estos últimos estuvieron afectados por condiciones climáticas excepcionales. Así mismo, los meses de poda final también guardan mayor relación con las variables de crecimiento y calidad de la biomasa.
- c) La mayor producción de biomasa, en los tres meses de más sequía, corresponde a los tratamientos de octubre-febrero, noviembre-marzo y diciembre-abril. Dichos tratamientos tienen el mismo intervalo entre cortes (cuatro meses).
- d) Bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el trabajo, no se encontraron relaciones entre las variables dasométricas y las variables de producción de MS.
- e) La producción de árboles podados en la zona seca, durante épocas de excesiva precipitación, puede ser afectada por el ataque de insectos.
- f) Existe un fuerte efecto del sitio sobre el comportamiento de esta especie en cuanto a la producción de follaje y la susceptibilidad al ataque de insectos; aunque esto último puede estar influido por las condiciones agroclimáticas excepcionales existentes durante el experimento.

Recomendaciones

- a) Repetir el experimento sobre los mismos árboles, en años con precipitación normal, con el fin de tener datos más fiables sobre el comportamiento forrajero del Piñón cubano y para conocer su comportamiento a través del tiempo.
- b) Evaluar la productividad forrajera del Piñón cubano en diferentes situaciones agroclimáticas ya que, de acuerdo a los datos, existe un fuerte efecto de sitio sobre su comportamiento.

- c) Aumentar la densidad de árboles por unidad de área, ya sea por medio de bancos de proteína o subdividiendo los potreros con más cercas vivas, con el fin de obtener mayor cantidad de alimento durante la época seca.
- d) Estudiar métodos de control de las plagas que pueden afectar los rebrotes de Piñón cubano luego de su poda.
- e) Realizar ensayos de consumo del follaje de esta especie con el fin de definir recomendaciones más exactas sobre su utilización como alimento.
- f) Estudiar nuevas variables dasométricas que permitan predecir la producción de biomasa sin necesidad de utilizar métodos destructivos.

Bibliografía

- ATTA-KRAH, A. 1987. Flowering and seed production of *Gliricidia sepium*. In *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: management and improvement (1987, Turrialba, C.R.). Proceedings of a workshop. Ed. by D. Withington; N. Glover; L.L. Brewbaker. Honolulu, Hawaii, EE.UU., NFTA. p. 142-145.
- BAGGIO, A.J. 1982. Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, en Costa Rica. Tesis Mag.Sc., Turrialba, C.R., CATIE. 91 p.
- BATEMAN, J.V. 1970. Nutrición animal; manual de métodos analíticos. México, D.F., Méx., Herrero. 488 p.
- BEER, J. 1987. Experiences with fences lives fodder trees in Costa Rica and Nicaragua. Turrialba, C.R., CATIE. 11 p.
- BELIARD, C.A. 1984. Producción de biomasa de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, en cercas vivas bajo tres frecuencias de poda (tres, seis y nueve meses). Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE/UCR. 97 p.
- BELIARD, C.A. 1984. Tablas de rendimiento de rebrote (leña y forraje) en cercas vivas de *Gliricidia sepium*, en la zona de San Carlos, Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. 12 p.

- BENAVIDES, J.E. 1983. Investigación en árboles forrajeros. *In* Curso Intensivo de Técnicas Agroforestales (1983, Turrialba, C.R.). Contribución de los participantes. Comp. por Liana Babbar. Turrialba, C.R., CATIE, Dpto. de Recursos Naturales Renovables. 27 p.
- CHADHOKAR, P. 1982. *Gliricidia maculata*: una leguminosa forrajera prometedor. Revista Mundial de Zootecnia (Italia) 44:36-43.
- CHEEKE, P.; RAHARJO, Y. 1987. Evaluation of *Gliricidia sepium* forage and leaf meal as feedstuffs for rabbits and chickens. *In* *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: management and improvement (1987, Turrialba, C.R.). Proceedings of a workshop. Ed. by D. Withington; N. Glover; L.L. Brewbaker. Honolulu, Hawaii, EE.UU., NFTA. p. 193-198.
- ESPINOZA, J.E. 1984. Caracterización nutritiva de la fracción nitrogenada del follaje de Madero Negro (*Gliricidia sepium*) y Poró (*Erythina poeppigiana*). Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 90 p.
- GLOVER, N.L. 1986. Collection, conservation and evaluation of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, germoplasm. Tesis Mag.Sc. Hawaii, EE.UU., University of Hawaii. 77 p.
- HERNANDEZ, M. 1988. Efecto de las podas al final de la época lluviosa en cercos vivos de Piñón cubano (*Gliricidia sepium*) sobre la producción y calidad nutritiva de la biomasa en la época seca. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 84 p.
- HOLDRIGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. IICA. Serie de Libros y Materiales Educativos N° 34 276 p.
- LAZIER, J.; GETAHUM, A.; VELEZ, M. 1982. Current agroforestry activities the integration of livestock production in agroforestry. *In* Workshop on Agroforestry in the African Humid Tropics (1981, Ibadán, Nigeria). Proceedings. Ed. by L.H. MacDonald. Tokio, Japón, UNU. p. 84-88.
- LUCIA, G. DE; ROJAS, G.; RODRIGUEZ, N.; GOMEZ, J.; CHAVES, E.; QUESADA, I. 1985. Producción de forrajes en la península de Nicoya. FAO-PNUD. Documento de Trabajo. 16 p.

- MILLER JUNIOR, R.G. 1981. Simultaneous statistical inference. New York., EE.UU., Springer-Verlang. 232 p.
- MINOR, S.; DEB HOWELL, F. 1979. Velocidad de la digestión ruminal de algunas fuentes de proteína medida con bolsas ruminales en animales alimentados con caña de azúcar. *Producción Animal Tropical (R.D.)* 4(1):104.
- MORENO, A.H. 1982. Sistemas agroforestales en la producción pecuaria, ejemplo del Piñón cubano (*Gliricidia sepium* Jacq. Steud). *In* Jornada Técnico Científico de la Asociación Dominicana de Producción Animal (ADOMPA). Santo Domingo, R.D. 18 p.
- OTAROLA, A.; MARTINEZ, H.; ORDOÑEZ, R. 1985. Manejo y producción de cercas vivas de *Gliricidia sepium* en el noroeste de Honduras. Tegucigalpa, Hond., Graficentro. 24 p.
- Presentado en: Reunión Técnica de la Unión Internacional de Investigadores Forestales (1985, Turrialba, C.R.)
- PICADO, W.; SALAZAR, R. 1984. Producción de biomasa y leña en cercas vivas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud de dos años de edad en Costa Rica. *Silvoenergía (C.R.)* N° 1:1-4.
- ROLDAN, G. 1981. Degradación ruminal de algunos forrajes proteicos en función del consumo de banano verde suplementario. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 71 p.
- SALAZAR, R. 1983. Lineamientos generales para el manejo y evaluación de biomasa y leña en cercas nuevas de *Gliricidia sepium*. Turrialba, C.R., CATIE, Depto. de Recursos Naturales Renovables. 8 p.
- SIMMONDS, S. 1951. Notes on field management of Imperial College of Tropical Agriculture. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 28(16):70-75.
- ESTADOS UNIDOS. SAS INSTITUTE. 1985. SAS User`s guide. Statistics. Cary, N.C., EE.UU. 584 p.

- SUMBERG, J.E. 1985. A note on flowering and seed production in a young *Gliricidia sepium* seed orchard. Tropical Agriculture (Trinidad) 62(1):17-19.
- TILLEY, J.; TERRY, K. 1963. A two stage techniques for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 18(2):131-163.
- VARGAS, H; ELVIRA, P. 1987. Composición química, digestibilidad y consumo de Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Madre de cacao (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. y Guácimo (*Guazuma ulmifolia*). In *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: management and improvement (1987, Turrialba, C.R.). Proceedings of a workshop. Ed. by D. Withington; N. Glover; J.L. Brewbaker. Honolulu, Hawaii, EE.UU., NFTA. p. 14-19.
- VERA CASTILLO, G. 1987. Estado actual de la investigación en *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. en México. In *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: management and improvement (1987, Turrialba, C.R.). Proceedings of a workshop. Ed. by D. Withington; N. Glover; J.L. Brewbaker. Honolulu, Hawaii, EE.UU., NFTA. p. 217-222.

“Conservación de suelos en parcelas de elevada pendiente con plantación de leñosas forrajeras y pasto

Jorge Faustino ¹.

Introducción

Este estudio se llevó a cabo en parcelas ubicadas en suelos de elevada pendiente en la región de Puriscal, Costa Rica. Los datos corresponden a un período de tres años, incluyendo “la fase de estabilización” que es recomendada para analizar el comportamiento de la escorrenría, erosión hídrica y cambios en las características físicas y químicas del suelo. La literatura reporta períodos mayores para condiciones diferentes a las del trópico y para tratamientos de parcelas confinadas artificialmente.

En los ensayos se tomó en consideración la dinámica de adaptación, las condiciones particulares del medio y el manejo de los componentes suelo, cobertura y precipitación. Los ensayos fueron sencillos, de bajo costo y de tipo comparativo. Con ellos se trata de conocer los efectos de los tratamientos en el control de la erosión y recuperación del suelo.

Los tratamientos comprendieron: i) manejo de cobertura (cultivo tradicional “maíz”, pasto, arbustos y árboles forrajeros); ii) aplicación de estiércol y iii) disposición de los tipos de cobertura (siembra en contorno y labranza conservacionista). La cobertura corresponde a especies arbustivas forrajeras que se ofrecen como alternativa para la alimentación de cabras bajo confinamiento. El uso y manejo de la tierra corresponde al tipo marginal, con estado severo de degradación, fuertes pendientes, baja productividad, tecnología tradicional y con limitantes de agua en gran parte del año.

La experiencia al implementar estas actividades, a nivel de finca experimental y en parcelas de agricultores, ha sido positiva, tanto para el mantenimiento como para los reajustes en el manejo del suelo y cultivo (cobertura de pastos y arbustos forrajeros). Como prácticas sencillas de conservación de suelos y aguas, se utilizaron las adoptadas por los agricultores, según

¹/ M.Sc. Programa de Manejo Integrado de Recursos Naturales. Proyecto RENARM/MANEJO DE CUENCAS. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

estudios realizados por Badilla (1989), considerándose siembra en contorno, barreras vivas, labranza conservacionista y acequias de laderas.

Los objetivos del trabajo fueron determinar la pérdida de suelo por erosión hídrica, en parcelas con cobertura de gramíneas y arbustivas asociadas con prácticas de conservación de suelos. Así mismo, se buscó analizar, a corto plazo, el efecto de la aplicación de estiércol de cabra en la recuperación de los niveles de materia orgánica y nutrimentos del suelo.

Las hipótesis fueron:

- a) Mediante coberturas de pastos y arbustos forrajeros, asociados con prácticas de conservación de suelos, se logra disminuir la pérdida de suelo por erosión hídrica.
- b) La aplicación de estiércol de cabras en cultivos de pastos y arbustos forrajeros, genera a corto plazo, la recuperación significativa de los niveles de contenido de materia orgánica y de nutrimentos básicos del suelo.

Materiales y métodos

Reconocimiento del terreno y revisión de información básica

Los ensayos se llevaron a cabo en 2 sitios: en la Finca Experimental del Centro Agrícola Cantonal de Puriscal, San José, Costa Rica y en parcelas de agricultores de Candelarita, en el mismo cantón. La zona se caracteriza por su topografía quebrada y por serios problemas de erosión del suelo. En cada sitio se obtuvo la siguiente información de inicio, principalmente para medir características del terreno y, en el caso de las parcelas de productores, para conocer sus expectativas sobre los ensayos:

- a) Medida de pendientes del terreno (hasta 70 %).
- b) Calidad de sitio (suelos inceptisoles degradados por erosión severa, compactación y pérdida de fertilidad).
- c) Datos climáticos (precipitación promedio anual de 2100 mm, frecuencia bimodal).
- d) Uso actual de la tierra (café, maíz, cítricos).

- e) Capacidad de uso de la tierra (protección/producción forestal, agroforestería, cultivos permanentes).
- f) Tenencia de la tierra (pequeños productores agrícolas).
- g) Necesidad de forraje para la alimentación de rumiantes.

Procedimiento general

Para llevar a cabo el estudio se tomaron en consideración los antecedentes sobre el área de trabajo, principalmente los que corresponden a la problemática de sostenibilidad de los recursos naturales, y la necesidad de obtener soluciones adecuadas al medio ecológico y socioeconómico. Estas consideraciones son parte de los objetivos del Proyecto Arboles Forrajeros-Cabras¹ que funciona en la región y en el que se incorpora el estudio en suelos como respuesta al enfoque sistémico de las acciones establecidas. Existe información amplia sobre la degradación de los recursos naturales de la zona; siendo el suelo uno de los más afectados. Por ello la productividad de las tierras de laderas requiere atención para mejorar la fertilidad y controlar la erosión.

Definición de los métodos de observación y tratamientos

Se planteó la posibilidad de observar el proceso erosivo, medido en forma directa. Para ello se muestreó el suelo para determinar calidad física y química y se plantearon tratamientos sin confinamiento. Se aprovechó la forma del relieve y el tamaño de parcelas productivas y se efectuaron análisis comparativos, con y sin tratamiento.

Análisis del estado actual y establecimiento de parcelas

Se realizó un muestreo inicial de suelos en cada parcela, para conocer el nivel de degradación. Así mismo, se definieron las parcelas para medir erosión hídrica y para la aplicación de estiércol de cabra.

1/ Proyecto entre el Centro Agrícola Cantonal de Puriscal, el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, (CATIE) y la GTZ (Alemania).

Definición de métodos de medición y registro de datos

Los métodos utilizados fueron el uso de varillas y la retención de sedimentos para la medición directa de erosión. Se realizó un muestreo de suelos después de cada ciclo del cultivo y se registró el suelo desgastado/removido o acumulado (cm). Se midió la acumulación de sedimentos (kg) y se realizaron análisis granulométricos de sedimentos (tamaño y %) y físico-químicos del suelo en las parcelas con y sin aplicación de estiércol (materia orgánica, pH, fertilidad).

Control y monitoreo

Las actividades de control y seguimiento fueron: la medida de erosión y sedimentos después de cada ciclo de cultivo o de eventos extremos (registro para erosión neta y erosión bruta); la aplicación de estiércol 2 veces por año; el mantenimiento del cultivo y protección al método de observación; la revisión de varillas; el cuidado con eventos extremos de precipitación y el mantenimiento de prácticas de conservación de suelos.

VARIABLES PRINCIPALES EVALUADAS

Erosión neta

La erosión neta se midió (kg) y se obtuvo de la acumulación de datos de acuerdo a las mediciones en estructuras de retención de sedimentos (vertederos). Cada medición se hizo luego de una tormenta intensa y continua o cuando el nivel de retención cubrió los 2/3 de altura del vertedero (altura = 60 cm). Los datos constituyen el material (suelo erosionado) que debe pesarse después de un período de secado natural (24 horas). Se realizó un examen físico-químico a una muestra del material acumulado. Posteriormente los datos se relacionaron a kg/m², se transformaron a tm/ha y a lámina de suelo en cm.

La erosión neta se determinó en tres ensayos: i) cultivo en forma tradicional del maíz, ii) cultivo de maíz con barrera viva de Amapola, ambas en contorno y con labranza conservacionista y, iii) plantación en contorno de pasto (*Brachiaria ruziziensis*) con Amapola (*Malvaviscus arboreus*) en forma de barreras vivas continuas y Poró (*Erythrina poeppigiana*).

Erosión bruta

La erosión bruta se calculó utilizando los datos provenientes de las lecturas de varillas de erosión instalados en parcelas sembradas de Morera (*Morus* sp.), Tora (*Verbesina* sp.) y Chicasquil (*Cnidocolus aconitifolius*). La medida fue una lámina en cm., la misma que, en función de la densidad aparente, permite calcular la pérdida de suelo en tm/ha. Las medidas se tomaron al inicio y al final de cada ciclo del cultivo, para observar si hubo remoción o acumulación de suelo en el sitio de referencia. En cada parcela se tuvo un mínimo de 4 varillas distribuidas homogéneamente en toda la superficie. Cada varilla sobresalía del terreno entre 10 a 15 cm y fueron enterradas a una profundidad de 30 a 40 cm. La medición se efectuó en parcelas con diferentes tipos de cobertura y, en cada parcela, una mitad recibió aplicación de estiércol de cabra.

Cambios físico-químicos del suelo

Mediante el método comparativo de parcelas, se evaluó el cambio en el nivel de fertilidad y otros indicadores de la capacidad productiva del suelo, que determinan la sostenibilidad del mismo (Cuadro 1). Las variables consideradas para los análisis, se evaluaron implementando parcelas con y sin tratamiento con observaciones simples y comparativas. No hubo repeticiones y sólo se tomaron los efectos variables en el tiempo, comparando los tres primeros años del ensayo. Se ha pretendido conocer la tendencia de una variable en particular y demostrar, por métodos sencillos, la posibilidad de llegar a presentar indicadores preliminares (Cuadros 2 y 3).

Cuadro 1. Tratamientos y variables evaluados en parcelas para determinar escorrentía en zonas de ladera de Puriscal, Costa Rica.

Parcela con tratamiento	Parcela sin tratamiento
Se define un tipo de cobertura	Se define la misma cobertura
Se mide la pendiente	Se considera que es la misma
Se considera el mismo suelo	El mismo suelo
La siembra es en contorno	La siembra es en contorno
Labranza mínima	Labranza mínima
Se aplica estiércol de cabra ^a	No se aplica estiércol
Se define protección de drenaje	El mismo tipo de protección

a/ Es variable.

El tamaño de la parcela pudo tener alguna pequeña variación, pero el tratamiento se dirigió a un área específica, de forma que al final sus relaciones fueran en unidades de m² o de ha. También varió la intensidad y cantidad de precipitación en el tiempo, pero no espacialmente. Del mismo modo debió considerarse la variación de la densidad de cobertura en el tiempo que depende del manejo del cultivo.

Cuadro 2. Resumen de indicadores de análisis en parcelas para medir erosión en laderas de Puriscal, Costa Rica.

Indicadores	Unidad de medida
Intensidad de precipitación	mm/h
Cantidad de precipitación	mm
Material de suelo en sedimentos	kg/m ²
Granulometría de los sedimentos	% Ar/Li/Arcilla
Altura de suelo removido o acumulado	cm
Cantidad de nutrimentos básicos	% N, P, K, Ca

Cuadro 3. Relaciones entre parámetros y los efectos resultantes en parcelas para medir erosión en sitios de ladera de Puriscal, Costa Rica.

Indicadores	Unidad de medida
Intensidad de lluvia vs suelo erosionado	mm/h - kg/m ²
Cantidad de lluvia vs escorrentía	mm - lt/seg
Cantidad de lluvia vs suelo erosionado	mm - kg/m ²
Tipo de cobertura vs suelo erosionado	% - kg/m ²
Cambio en la cantidad de suelo erosionado	kg ¹
Cambio de calidad de suelo erosionado	Características ¹
Cambio en los niveles de nutrimentos	Análisis ¹
Diferenciación físico-químico en el suelo	Análisis ¹

1/ Diferencia entre el inicio y el final de la evaluación.

Diseño básico de la parcela

Tamaño

Un tipo de parcela se definió de acuerdo al área de influencia del drenaje natural (mini-microcuenca), mientras que el otro tipo comprendió 2 sub áreas, con y sin tratamiento de

estiércol no menores de 16 m². En el punto de más bajo nivel (cota de efluencia) de la parcela de drenaje natural, se instaló un vertedero de latón, para retener los sedimentos y conducir el agua superficial hacia el drenaje externo (fuera de la parcela).

Establecimiento típico de una parcela

Siembra en contorno. Se trazaron con el "codal", "nivel A" u otro nivel tres o cuatro curvas guías, señalándolas con pequeñas estacas (estas curvas, pueden ser las mismas para la ubicación de las barreras vivas).

Barreras vivas. Se definió el distanciamiento (6 m aproximadamente) y utilizando las curvas guías u otro trazo, se estableció la barrera, con la mayor densidad factible. Si se opta por siembra en doble hilera se recomienda la disposición en triángulo (tres bolillos).

Cultivo de pastos y/o arbustos forrajeros. Siguiendo la dirección paralela a las curvas guías o las barreras vivas, se estableció la siembra de las líneas con su separación entre hileras y plantas.

Plantación de árboles. Siguiendo la orientación de las curvas guías, se plantaron los árboles en triángulo bajo su distanciamiento respectivo.

Aplicación de estiércol. Se hizo de acuerdo a las recomendaciones de manejo de cada cultivo, en 2 períodos por año, en total 40 tm/ha/año.

Análisis de suelos. Al inicio y al final de cada ciclo hidrológico o ciclo de cultivo, se hizo un muestreo de suelos, para determinar densidad aparente, textura, pH, materia orgánica y contenido de macro y micronutrientes. Este muestreo se realizó para cada tratamiento con y sin aplicación de estiércol en fincas de productores y en la finca del Centro Agrícola Cantonal de Puriscal.

Resultados y discusión

Retención de material erosionado

Los datos que se presentan corresponden a la comparación de los efectos de la erosión hídrica, en tres parcelas definidas naturalmente por la divisoria de las aguas, simulando pequeñas "mini-microcuencas" (Cuadro 4). En una parcela se tiene cultivo de maíz en forma tradicional (MT), en otra es una combinación de barrera viva de amapola con maíz (AM) y en la última, una combinación de pasto (*Brachiaria ruziziensis*), Amapola (*Malvaviscus arboreus*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*) (BAP). La parcela de Amapola-maíz (AM) se estableció en el segundo año.

El material erosionado, es el resultante de la acumulación de todo el período de cultivo, iniciando desde la época de sequía. Este material se pesó en condiciones de mínima humedad (secado al medio ambiente) aunque pudo ser conveniente el secado al horno.

Cuadro 4. Material erosionado durante el primer período de evaluación en tres tipos de plantación en áreas de elevada pendiente en Puriscal, Costa Rica.

Tratamiento ¹	Material erosionado ² , kg	Area, m ²
Cultivo Tradicional Maíz	319,0 (55,0 para el período del cultivo)	1600
Bachiaria + Amapola + Poró, Siembra en Contorno	4,5	1800
Cultivo Tradicional Maíz + Amapola en contorno como Barrera viva	Sin datos, establecido en el II semestre de 1991	----

1/ Período entre junio de 1990 y julio 1991. 2/ Material acumulado

Relacionando los valores en términos unitarios se tiene la información que se puede observar en el Cuadro 5 y la Figura 1. Para interpretar el comportamiento de la erosión, se deben precisar detalles del ciclo del cultivo y efectos de la lluvias en el arrastre de material. Durante el período del cultivo de maíz,

desde diciembre de 1990 a marzo de 1991, se acumularon 55 kg de material erosionado (sedimentos), luego en el período de barbecho hasta julio de 1991 se producen 264 kg de material erosionado. En este mismo período las lluvias se incrementaron en relación al período del desarrollo del cultivo. En las asociaciones de pasto y arbustos forrajeros las incidencias fueron mínimas.

Cuadro 5. Material erosionado durante el segundo período de evaluación en tres tipos de plantación en áreas de elevada pendiente en Puriscal, Costa Rica.

Tratamiento ¹	Material erosionado ² , kg	Area, m ²
Cultivo Tradicional Maíz	77,5 (15 para el período del cultivo)	1600
Brachiaria + Amapola + Poró, Siembra en Contorno	1,2	1800
Cultivo Tradicional Maíz + Amapola en contorno como Barrera viva	49,0 (para el primer año)	600

1/ Período entre junio de 1991 y julio 1992.

2/ Material acumulado

Los datos muestran la importancia de establecer coberturas permanentes y de alta densidad. Existe un grado aproximado de efectividad de 1 a 12 comparando maíz con las asociaciones de pastos y arbustos y de efectos contrastantes en condiciones de barbecho. Lo anterior es más evidente en cuanto coincide con la época más lluviosa en la zona (entre 1990-91, se produjeron 246 kg. de material erosionado). Para complementar la observación se hizo un análisis granulométrico al material erosionado, encontrando que en las condiciones de mayor densidad de cobertura, la proporción de partículas es más homogénea (75%), mientras que en la de cultivo tradicional, las partículas más finas (arcillas + limo fino) se movilizan en mayor proporción (85%). Esto indica que el efecto de pérdida de suelo es más significativo por el "valor físico y químico de la arcilla". Esto sin considerar el valor químico referente a la pérdida de nutrientes, en un análisis de fertilidad.

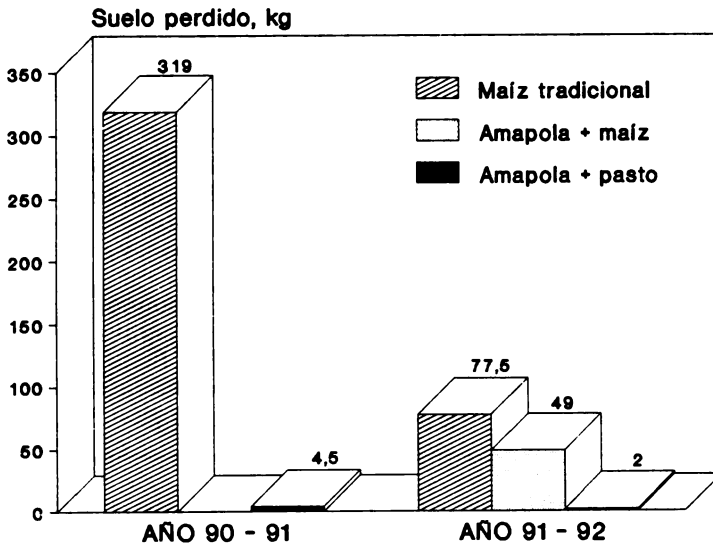


Figura 1. Pérdida de suelo en tres tipos de plantación en áreas de ladera en la región de Puriscal, Costa Rica.

Debido a que desde el punto de vista del agricultor, tiene relevancia la producción de maíz se propuso, a partir de 1991, una alternativa intermedia, combinando maíz con barreras vivas de arbustos. El propósito fue producir forraje y proteger al suelo (barrera viva en contorno) sin afectar las necesidades de granos básicos. La pérdida de suelo por erosión mantiene la proporcionalidad esperada. Para el cultivo tradicional dicha pérdida fue mayor y para coberturas de mayor densidad, menor. La pérdida de suelo entre un suelo con cobertura de barreras y maíz es 2,5 veces menor que en un suelo con cultivo tradicional "maíz" solo. Esta es la erosión neta que, en término de lámina, varía entre 2 y 0,006 cm. Estas cifras son bastante consistentes con estudios realizados por Vahrson (1990) quien, en un área próxima a 800 m, obtuvo pérdidas de suelo en rangos similares para café con y sin sombra y en pastos en donde, midiendo en parcelas de escorrentía, obtuvo niveles de pérdida de suelo entre 1,3 y 0,3 tm/ha, respectivamente.

Observaciones sobre la acumulación/remoción de suelo

Los datos corresponden a mediciones realizadas con pines o varillas metálicas, que indican desde un nivel de referencia, la dinámica del desplazamiento o acumulación del

material erosionado en un área determinada. El número de varillas en observación es de 80, distribuidas en 12 áreas tratadas. Los tratamientos se agrupan en: i) parcelas con aplicación de estiércol de cabra y ii) parcelas sin aplicación de estiércol de cabra.

En cada caso existieron diferentes composiciones de cobertura (arbusto sólo; pasto + arbusto y pasto + arbusto + árbol). El análisis también es comparativo. La disposición de siembra fue en contorno y con labranza conservacionista. Según la disposición de las parcelas se pueden distinguir 2 casos: aquellas que tienen influencia de escorrentía en su límite superior y aquellas que, tanto en forma natural o controlada, no tienen tal influencia. Esto es importante para analizar la dinámica de partículas en cuanto a su movilización a lo largo de las laderas. Los datos que se reportan corresponden a 3 años de observación.

En parcelas con influencia de escorrentía

Zona con aplicación de estiércol. La acumulación de material alcanzó hasta 3,0 cm. por año. La pérdida o desgaste de material varió entre 0,5 a 1 cm. en promedio por año.

Zona sin aplicación de estiércol. La acumulación de material alcanzó hasta 2,5 cm por año. La pérdida o desgaste se manifestó en promedio de 1,0 cm por año.

En parcelas sin influencia de escorrentía

Zona con aplicación de estiércol. La acumulación de material varió entre 0,5 a 2,0 cm en promedio por año. La pérdida o desgaste de material solo se manifestó en un caso y es de 0,5 cm.

Zona sin aplicación de estiércol. La acumulación de material varió entre 2 a 3 cm, pero los casos son pocos (3 de 40). La pérdida o desgaste de material se manifestó en un solo caso y es de 1,0 cm.

Las tendencias resultantes son lógicas, la incidencia del estiércol se manifiesta en una mayor presencia de material que expresan las acumulaciones encontradas. Así mismo, se nota que la movilización de las partículas son homogéneas en la

ladera. Por otro lado se puede indicar que existe un mayor efecto, en la movilización de partículas, debido a la escorrentía proveniente de las partes altas de las parcelas expuestas a este tratamiento, de allí que tanto la acumulación o remoción de suelo son muy variables. Es importante señalar que la cantidad de estiércol aplicada es de 40 tm/ha/año (después del primer año que fue de 30 tm/ha/año). Tanto la cantidad como calidad del material aplicado influyeron en el comportamiento físico, químico y biológico del suelo, redundando en beneficio del desarrollo de la cobertura.

Estas láminas corresponden a erosión bruta que a partir de la densidad aparente de 0,9 gr/cm³, expresaría una pérdida de suelo en rangos de 0,6 a 3,2 tm/ha, cifra de buena consistencia si se compara con los cálculos de erosión neta, en rangos similares, con los obtenidos por Vahrson (1990). Estos datos guardan relación inversa con los tipos de cobertura. Los mayores indicadores de erosión son para los casos de menor densidad de cobertura o casos con barreras vivas de Amapola o Clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*), no siendo así para Morera.

Efectos relacionados a la fertilidad del suelo

Este estudio se realizó en las observaciones de 11 parcelas; con aplicación de estiércol de cabra con las mismas asociaciones de cobertura del análisis anterior. Los casos comparativos sin aplicación de estiércol corresponden a igual número de tratamientos.

Al inicio del ensayo se realizó un muestreo de suelos, con sus respectivos análisis físicos y químicos. El énfasis de estudio se dirige a monitorear el comportamiento de los nutrientes básicos para procurar un mejoramiento de la capacidad productiva del suelo. Especial atención se da a la materia orgánica y la acidez. La aplicación del estiércol se realizó desde octubre de 1990 hasta junio de 1993, pero el período analizado sólo cubre 1991 y 1992.

En relación a la acidez, se presentó una ligera incidencia a regular su nivel. En 1990 ésta varió entre 4,1 a 5,8 y, en 1992, varió entre 4,5 a 5,9 en las parcelas con aplicación de estiércol, mientras en las otras parcelas no se observó ningún cambio notable. Esta incidencia también se manifiesta en el mismo rango para la presencia de calcio (de 32,5 meq/100 ml de suelo pasó a

42,0), lo mismo sucede con el magnesio y potasio. En el caso del fósforo, este disminuye en rangos de 5,3 a 5,6 mg/l, lo cual es muy típico de suelos inceptisoles expuestos a la aplicación de residuos orgánicos. Estos cambios son favorables a la recuperación de la fertilidad. Los índices no son notables y su impacto se podrá evaluar a mediano o largo plazo. Otra alternativa puede ser el incremento de los niveles de aplicación, pero observando la capacidad de asimilación del sistema cultivo-suelo-clima-manejo. Estudios realizados por Vahrson y Cervantes (1990) coinciden con estos resultados. Ellos evaluaron efectos sensibles en la presencia de bases Ca, Mg y K y particularmente expresan que la pérdida de suelo se manifiesta en el material más fino que lleva adherida estas partículas, por lo tanto si se logra retener más suelo, se logra controlar esta pérdida.

Conclusiones y recomendaciones

El avance de estos resultados permite presentar conclusiones de tendencias favorables. Se pueden sugerir reajustes para un mejor control de los tratamientos. Es importante analizar el comportamiento de la erosión en los períodos críticos relacionados al desarrollo de cobertura (ciclo del cultivo), período de manejo (podas), período de máximas precipitaciones y tipos de cobertura.

A corto plazo existen efectos positivos sobre control de erosión y recuperación de suelos por la aplicación de estiércol y la mayor densidad de cobertura de arbustos forrajeros asociados con prácticas de conservación de suelos. Estas implicancias deben relacionarse con los aspectos económicos, sociales y culturales de los agricultores, para conocer cual sería la forma más adecuada para apropiarse de las tecnologías.

Sobre el análisis de suelos para observar la fertilidad, será importante monitorear el efecto de la cantidad de estiércol aplicada, ya que en otros estudios existen referencias de mayor dosis de aplicación. Sin embargo, esto debe ser cuidadosamente establecido y será más conveniente establecer un incremento gradual, pero no exceder de 50 tm/ha/año. El efecto sobre fertilidad es poco sensible pero positivo cuando se aplica estiércol, debiendo valorarse otros efectos físicos y biológicos. También se debe valorar el impacto económico que significa esta disponibilidad de nutrientes, principalmente las bases para condiciones de acidez de los suelos tratados.

Una observación adicional se refiere a la definición de las parcelas no confinadas, que si bien son más económicas en su establecimiento físico, deben tomarse precauciones importantes en ubicación, tamaño y definición de las áreas de tratamiento a evaluar. El punto crítico suele ser el efecto de borde y la incidencia de un área sobre otra.

Existen otras relaciones positivas, como la mayor densidad de cobertura, que incidieron en una menor escorrentía y que se observó en los casos de retención de sedimentos. Las intensidades de precipitación, de 112 mm/h para intensidades máximas en 15 minutos (Varhson, 1990), afectaron menos a los casos de mayor cobertura asociada a barreras vivas. En cuanto a la escorrentía, el mismo autor encontró que, en pastos es de 2,1% de la precipitación total y para café es de 7,6 %. Es una cifra contrastante que relaciona, a mayor densidad de cobertura, menor escorrentía. Para el caso en estudio se aplicaría la misma relación en los cultivos tradicionales, como el maíz, en donde habrá mayor escorrentía que en los casos de asociaciones de pastos y forrajes, más aún si se utilizan prácticas de conservación de suelos.

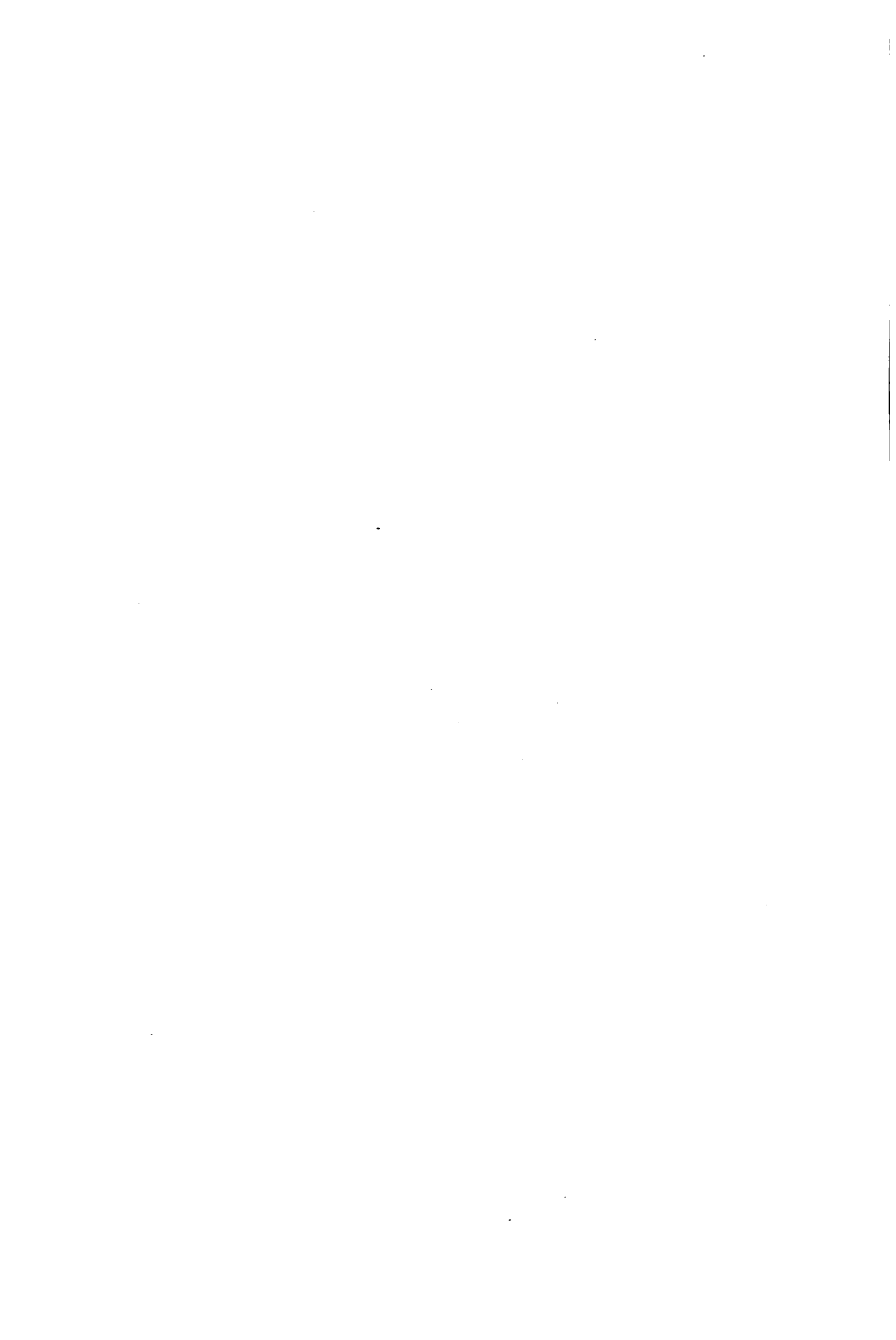
Reconocimientos

Se agradece y reconoce la participación institucional del Centro Agrícola Cantonal de Puriscal; Ministerio de Agricultura y Ganadería; Proyecto de Desarrollo Agroforestal GTZ; productores de Candelarita y el Proyecto de Árboles Forrajeros y Cabras CATIE/GTZ.

Bibliografía

- BADILLA R., C. 1989. Estudio de la adopción y análisis financiero de las experiencias de conservación de suelos en la cuenca del Río Parrita, Puriscal, Costa Rica. s.n.t. s.p.
- FAO (ITALIA). DIRECCION DE FOMENTO DE TIERRAS Y AGUAS; PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (ITALIA). 1984. Directrices para el control de la degradación de los suelos. Roma, Italia. 38 p.

- GEILFULS, F. 1985. Sistema integrado de conservación de suelos adaptados a los pequeños agricultores en zonas húmedas y sub-húmedas. Santo Domingo, R.D. IICA. s.p.
- GIL, N. 1988. Desarrollo de cuencas hidrográficas y conservación de suelos y aguas. FAO Boletín N° 44. 257 p.
- KIRKBY, M.J., MORGAN R.P.C. 1984. Erosión de suelos. México, D.F., Méx., Limusa. s.p.
- COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1985. Plan de manejo de la cuenca del Río Parrita. San José, C.R. I v.
- MUÑOZ, D.J. 1983. Usted, la tierra, los abonos y los frutos. México, D.F., Méx., Diana. s.p.
- TRACY, F.; PEREZ R. 1986. Manual de prácticas de conservación de suelos. Proyecto Manejo de Recursos Naturales. Tegucigalpa, Hond., USAID. s.p.
- VAHRSON W-G.; *et al.* 1991. Taller de Erosión de Suelos, Memoria, Heredia, C.R., Universidad Nacional. s.n.t. s.p.
- YOUNG, A. 1989. Agroforestry for soil conservation. ICRAF. Science and practice of agroforestry N° 4. 276 p.





5. Evaluaciones socioeconómicas de módulos agroforestales

Evaluación bioeconómica de un módulo agroforestal con cabras en el trópico húmedo*

Francisco J. Oviedo ¹, Jorge E. Benavides ²
y Miguel Vallejo ¹

Introducción

Una gran proporción de las familias rurales de América Central viven en condiciones precarias de salud y nutrición. Más del 80% de los productores rurales poseen menos de 10 hectáreas de tierra que generalmente son explotadas de manera extensiva y con un uso inadecuado del suelo, el agua y la cobertura vegetal. En la mayoría de estas fincas la productividad es baja y gran parte de las alternativas tecnológicas que se utilizan no son suficientes para resolver los problemas fundamentales de los productores.

Con el propósito de contribuir a resolver algunos de los problemas arriba mencionados, se desarrolló un modelo de explotación agroforestal con cabras en el que se integran tecnologías sobre árboles forrajeros evaluadas en los últimos años. Actualmente, más de 150 productores manejan cabras bajo este sistema, en zonas quebradas de los cantones de Desamparados, Acosta y Puriscal en San José, Costa Rica. En este modelo la alimentación de los animales se basa en el forraje de árboles y arbustos, de conocidas características forrajeras, que pueden ser producidos en las cercas vivas y en pequeñas parcelas dentro de la finca. Las cabras son manejadas totalmente confinadas en instalaciones rústicas construidas con materiales locales y con capacidad para 2 ó 3 cabras adultas.

Para efectos de investigación, control del sistema y capacitación, en 1991 se instaló en terrenos de la Finca de Ganadería del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica, un módulo demostrativo. Este módulo se compone de un corral para dos cabras y un área sembrada con Morera (*Morus* sp.), Poró

*/ Presentado en el 2do. Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería con Rumiantes Menores. 15-18 nov. 1992, San José, C.R.

1/ Ing. Agr. Zoot. Estudiante de Postgrado en Agroforestería del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

2/ M.Sc. Unidad de Árboles Forrajeros y Rumiantes Menores, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

(*Erythrina berteroana*) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*). Las dos cabras son animales de alto nivel productivo y la Morera y el Poró son dos de las especies leñosas con más potencial forrajero evaluadas en los últimos años.

Esta instalación permite evaluar, de manera detallada, los diferentes componentes del sistema, y sus interacciones, tanto desde el punto de vista biológico, como productivo y económico. En el presente documento se presentan los resultados de una evaluación correspondiente a los 2,6 años que tiene de funcionamiento el módulo. En el trabajo se han determinado: a) los índices productivos de los animales, b) el uso de la mano de obra para la ejecución de las diferentes actividades del módulo y, c) la rentabilidad financiera y económica del módulo hasta octubre de 1993.

Materiales y métodos

Localización

El módulo está ubicado en el área experimental de la Unidad de Árboles Forrajeros y Rumiantes Menores del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica. El CATIE se encuentra entre los 9° 53' latitud norte y 83° 38' longitud oeste, a una altitud de 602 msnm. La precipitación media anual es de 2599 mm distribuída más o menos uniformemente durante todo el año. La temperatura media anual es de 22,1°C y la humedad relativa es de 90,4%. La zona de vida corresponde al Bosque muy Húmedo Premontano Tropical según la clasificación de Holdridge (1978).

Descripción

El módulo fue implementado en marzo de 1991 y para su construcción del corral se utilizaron materiales disponibles en las fincas (corteza de pejibaye para el piso y los comederos, hoja de caña de azúcar para el techo y ramas de teca para las divisiones). Además se utilizaron clavos y horcones curados. Los detalles se observan en las figuras de los Anexos 1 al 5. Para el control de los factores ambientales y sanitarios la construcción implica que el piso sea elevado y ranurado, los comederos externos y que los animales gocen de una buena ventilación.

El piso elevado, además de permitir una buena evacuación, permite recuperar todo el estiércol y parte de la orina de los animales para su uso como abono orgánico. El piso debe construirse a una buena altura del suelo para facilitar la extracción del estiércol (Anexo 1 y 2). Los comederos deben ser lo suficientemente anchos y profundos para poder utilizarlos tanto para el suministro de ramas enteras como de forrajes picados o concentrados (Anexo 1 y 3). También el acceso de los animales a estos comederos debe tener forma de cepo para impedir que las cabras, por sus hábitos de consumo, desperdicien parte del alimento (Anexo 5). El ordeñadero es sencillo y construido de los mismos materiales del corral.

El área destinada a la producción de forraje se divide en dos lotes. El primero está plantado con Poró y Morera en un área de 775 m² y el segundo con pasto King grass y Poró en 425 m². En ambos casos el Poró está sembrado a una distancia media de 1,3 m entre surcos y 1,5 m entre árboles (5128 árboles/ha). La Morera se sembró a una distancia de 40 - 50 cm (aproximadamente 17 000 plantas/ha) entre estacas e intercaladas a lo largo de las líneas de Poró. El pasto está sembrado entre las líneas de árboles. Nunca se utiliza fertilizante químico y en su lugar se utiliza el estiércol producido por las cabras, el follaje del Poró asociado y los residuos de alimento (rechazo) que quedan en el comedero. De esta forma se establece un relación en dos sentidos, que favorece la sostenibilidad del sistema. El hecho de que las cabras se manejen en confinamiento total, el uso intensivo de árboles y arbustos en su alimentación y la fertilización orgánica, implican un método no tradicional de reforestación, y de racionalización en el uso del suelo.

Dos cabras (Saanen x Toggenburg) de elevada producción de leche se confinaron en el módulo, el cual hasta la fecha, se maneja sin las crías. A los animales se les suministra únicamente pasto King grass, hojas de Morera, sal mineral y agua y se ordeñan (sin suplementación en el comedero) dos veces por día, mientras que el forraje se distribuye cuatro veces al día. Para que el módulo sea manejado de la forma más natural posible, un trabajador recibe como pago la leche producida y las actividades de manejo cotidiano del módulo las lleva a cabo fuera de las horas de trabajo.

Información recolectada

Para el presente estudio se analizó la información de los registros del módulo y de los gastos que se hicieron para su construcción. Los costos de plantación de la Morera y del King grass asociados con Poró se estimaron en base a los costos de establecimiento de una hectárea y a la densidad usada en esta plantación.

Los registros analizados fueron:

- a) Producción de leche, de marzo de 1991 a octubre de 1993.
- b) Peso corporal, de marzo 91 a octubre 93.
- c) Consumo y rechazo de alimento, de abril a octubre del 93.
- d) Mano de obra utilizada en cada una de las actividades, de abril a octubre del 93.
- e) Reproducción (montas, partos, crías).
- f) Inversiones realizadas.

Para los análisis económicos se utilizó el precio que paga la planta procesadora de leche de cabra ubicada en el Alto de Ochomogo, Cartago, Costa Rica. Se tomó en cuenta la tasa de cambio de colones a dólares y el costo del salario mínimo, desde el mes de marzo del 91 a octubre del 93.

Análisis realizados

Todos los valores se convirtieron a dólares americanos de acuerdo a la tasa vigente en el momento y se usaron valores medios para los años 91/92, 92/93 y 93 (7,5 meses).

Se realizó un análisis ex-post, tanto financiero como económico (considerando como cero el costo de oportunidad de la mano de obra), utilizando una tasa de actualización del 5% que es la tasa real media. También se hizo un análisis ex-ante para un proyecto hipotético usando los índices y costos encontrados en el análisis del módulo lechero.

Resultados y discusión

Tiempo utilizado en las actividades de manejo

Al analizar los registros, se encontró que las actividades se realizan en cuatro horarios durante el día y que corresponden a

las horas comprendidas entre las 5:00 y 7:00 am; 9:00 - 9:30 am; 11:00 am - 12:30 pm y 2:00 a 5:00 pm. Durante estos períodos, el trabajador no realiza labores en la Unidad, ya sea porque no ha entrado a trabajar, porque es su momento de descanso o porque ya ha salido del trabajo.

Por la mañana, antes de las 7:00 am, se hace el primer ordeño, se suministra la Morera y se pesa el rechazo de King grass. Entre 9:00 y 9:30 se da la segunda parte de la Morera y se limpia la instalación. Entre 11:00 am y 12:30 pm se ofrece la primera parte del King grass y entre 2:00 y 5:00 pm se corta forraje de King grass y Morera, se poda el Poró y se chapea el terreno o se riega el estiércol si es necesario (\pm cada 2 meses). Una vez a la semana se reemplaza la sal mineral y el agua una vez por día.

Entre las diferentes actividades se usan 94 minutos como promedio diario para el manejo del módulo. De ellos, el 39% corresponde al corte y acarreo del forraje, a la poda del Poró y a la chapia de la parcela cortada. Así mismo, el 30%, en dos horarios, es necesario para deshojar la Morera, picar el pasto y colocar el forraje en el comedero. Para el ordeño se ocupa el 19%, 10 minutos por la mañana y 8 en la tarde y, finalmente el 12% se dedica a la limpieza de la instalación. Cabe resaltar que en este tiempo se incluye el utilizado para pesar y anotar la producción y la cantidad de forraje ofrecido y rechazado (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tiempo y jornales utilizados en las diferentes actividades que se realizan en un módulo agroforestal demostrativo con cabras en Turrialba, Costa Rica.

Actividad	Minutos por día	Jornales por año
Poda, limpia, corte y acarreo de forraje	37	28,1
Deshojar, picar y dar forraje	28	21,3
Ordeño	18	13,7
Limpieza, instalación	11	8,4
Fertilización estiércol		4,0
Mantenimiento instalaciones		1,0
Total	94	76,5

Los resultados coinciden con los obtenidos por Martínez y Fromberg (1992) quienes analizaron el tiempo medio empleado en actividades de manejo de módulos por cinco familias en otra zona del país. En ellas se cuenta con un promedio de 2,3 cabras, con 1,1 cabra en ordeño/día y se utilizan 99 minutos para todas las actividades; de los cuales el 42% es aportado por la mujer, 42% por el hombre y 16% por niños mayores de 9 años. Navarro (1983) encontró que se utilizan 4,1 horas en cabras en manejo semi-intensivo en hatos con más de 15 animales.

Indices productivos y alimentación

Los índices zootécnicos alcanzados en el módulo agroforestal del CATIE se muestran en el Cuadro 2. Resalta la duración de lactancia que, en promedio, fue de 14,6 meses para las dos cabras. Una de ellas en dos lactaciones ha tenido 13,5 meses de duración y la otra 19 meses en una sola lactancia. Esta última lleva 13 meses en su segunda lactancia y se espera que llegue a los 17 ó 18 meses, ya que hasta en el mes de octubre fue cubierta. El período seco fue de apenas 37,3 días, pero hasta la fecha no se han percibido efectos negativos entre lactaciones sucesivas. Lo recomendable son 10 meses de lactancia y dos meses de período seco. El peso promedio se ha mantenido y es de 50 kg por cabra. El promedio de peso de las crías al nacimiento fue de 3,7 kg/animal y superior al logrado en el rebaño experimental del CATIE. Los tres partos que han ocurrido en el módulo han sido gemelares.

En promedio, el suministro de pasto para las dos cabras fue de 12 kg de materia verde de hoja de Morera y 11,1 kg de King grass (Cuadro 3). La Morera fue consumida en su totalidad y el King grass tiene un rechazo del 14%. El consumo total por animal y por día es de 9,5 kg/día en base verde. Esta cantidad equivale a un consumo de materia seca (MS) del 5,1% del peso vivo (PV) con una variación de 4,5 a 5,5% para las dos cabras. Por los niveles de producción alcanzados (5,0 kg por día en el pico de lactación) por una de las cabras, es posible suponer consumos hasta del 6,0% del PV en los meses pico.

El uso anterior de forraje significa cortar 18,3 plantas de Morera y 8,0 macollas de King grass para llenar los suministros diarios. En vista de esto, y tomando en cuenta que el período de recuperación fue de alrededor de 90 días, se hizo necesario acarrear Morera de una plantación ubicada fuera de la parcela del

módulo. La cantidad "importada" equivale a un 27% del área de la parcela. Para los cálculos económicos el área real existente (775 m²) se incrementó en un 30% más, que vendría a ser 1008 m² como área de Morera.

Cuadro 2. Índices zootécnicos de cabras confinadas en un módulo demostrativo agroforestal con cabras en Turrialba, Costa Rica.

Producción leche	Promedio	Año 1	Año 2	Año 3
Meses lactancia	14,6 ¹			
Crías por parto	2,0			
Peso crías nac., kg	3,7			
Leche, kg/an/día	2,0 ²			
Leche, kg/módulo/día	4,0			
Días secos	37,3			
Peso/cabra, kg	50,0 ³			
Total		1223,0 ⁴	1505,9 ⁵	1110,5 ⁶
Prod/módulo/día		3,4	4,2	5,0
< prod. mensual		42,8	71,4	122,7
> prod. mensual		145,1	189,1	207,9
< prod/módulo/día		1,4	2,3	4,0
> prod/módulo/día		5,2	6,1	6,7

1/ 3 lactancias/cabra. 2/ Datos de 31,5 meses. 3/ Promedio de 6 crías
4/ Del 03/91 al 03/92. 5/ Del 03/92 al 03/93. 6/ Del 03/93 al 10/93

Cuadro 3. Sistema de alimentación utilizado en un módulo demostrativo agroforestal con cabras en Turrialba, Costa Rica.

Parámetro	Cantidad	Observaciones
King grass		
Suministro, kg MV/día	12,00	2 cabras
Rechazo, kg MV/día	1,57	Tallo
Consumo, kg MV/día	9,53	
Cons. Morera, kg MV/día	12,00	Sólo hojas
Consumo total MS, % PV	5,14	De 4,5 a 5,5
King grass, macollas	8,00	8 macollas/día
Morera, plantas	18,30	18,3 plantas/día
Consumo sal, kg/día	0,30	25 kg pecutrín/3 qq sal

Durante el tiempo que ha transcurrido (31,5 meses) las cabras no han presentado ningún problema sanitario y solamente al secarse (una vez al año) se han desparasitado, aunque no presenten síntomas. El consumo de sal mineral es alto, pero esto se debe a que la forma del recipiente permite que los animales derramen gran parte, lo cual puede remediarse usando un dispositivo más grande.

La producción de leche alcanzada en el módulo, como promedio durante 31 meses, fue de 4,0 kg/día/módulo, (promedio de 2 kg leche/cabra/día). Este valor es superior al encontrado por Martínez y Froemberg (1992) en 5 módulos de Puriscal con 0,91 kg/cabra/día. En el mismo sitio Vallejo y von Platen (1993) reportan 1,4 kg de leche/cabra/día como promedio de 7 módulos familiares con dos cabras en promedio, en la zona de Puriscal y Acosta usando forrajes arbóreos y suplemento con concentrado comercial en ambos casos. Navarro (1983) menciona una producción de 1,3 kg/cabra/día en cabras suplementadas con 0,8 Kg de concentrado/día, en explotaciones comerciales del Valle Central en Costa Rica.

En las Figura 1 y en los Anexos 6 y 7 se puede observar que la producción de leche ha ido aumentando conforme aumenta el número de lactancias en ambas cabras. La cabra más productora incrementó en 47,1% su producción en la segunda lactancia con respecto a la primera, tomando como base la producción a los 300 días. En la otra cabra este incremento fue del 70,8%. Con la mejor cabra del módulo (2-88) la producción a los 7 meses en la tercera lactancia casi ha alcanzado los 700 kilos de leche, lo que hace presumir que a los 300 días superará los 900 kg.

En la Figura 1 también se muestra el efecto del cambio de manejo sobre el comportamiento productivo de las cabras. La cabra 2-88 pasó del hato experimental, donde se manejaba junto con 120 animales más, al módulo contando con cuatro meses de producción de su primera lactancia. Puede observarse que, al pasar a un manejo individual con menor competencia y mejor alimento, incrementó su producción de leche y alcanzó un pico de lactación, mayor al primero, en el sexto mes equivalente a 2,29 kg leche/día. En la tercera lactancia el pico se alcanzó en el segundo mes con un promedio de 4,14 kg/día y llegó, durante una semana, a 5,0 kg/día.

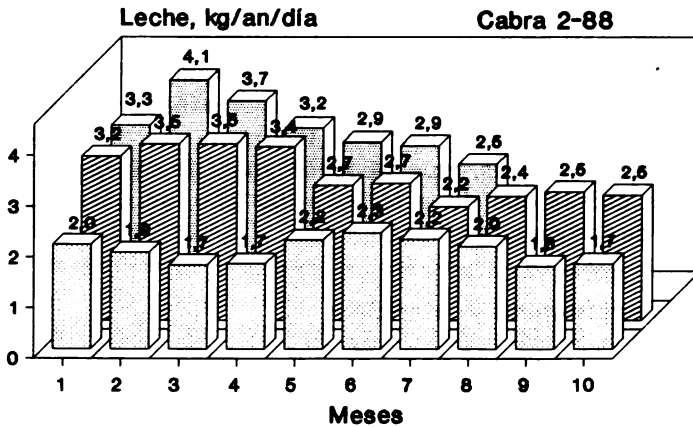
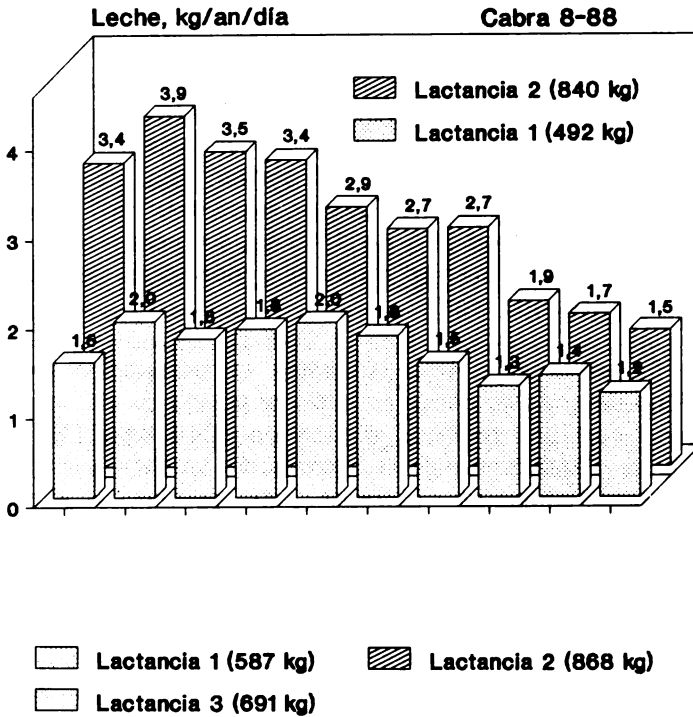


Figura 1. Producción de leche de las cabras de un módulo demostrativo agroforestal en Turrialba, Costa Rica.

El promedio de 7 meses de lactancia fue de 3,23 kg/día lo que demuestra que con animales de buen potencial genético, y alimentados sólo con King grass, Morera y sal mineral, es posible alcanzar una producción igual o superior a la lograda con el uso de concentrado. También la producción de la cabra 8-88, que entró al módulo en el tercer mes de lactancia de su segunda lactación, tuvo un comportamiento similar, pero con el pico de lactación en el quinto mes. Tuvo un poco más de 18 meses de lactación con un promedio de 1,45 kg/día pero en su tercera lactancia (su segunda en el módulo) alcanzó 2,47 kg con 3,93 kg/día en el segundo mes.

En el Anexo 6 se muestra la producción por mes calendario del módulo desde su inicio hasta el mes de octubre del 93, que arroja una producción total de 3940 kg (1328 kg/año calendario). Transformando la información anterior, y corrigiendo los meses faltantes en el primer y tercer año, este nivel de producción equivale a 8180, 10 180 y 12 060 kg/ha/año para los años 1, 2 y 3, respectivamente. En este mismo Anexo puede observarse que la producción por día/módulo varió de 1,3 hasta 6,7 kg/módulo/día cuando se ordeñaban las dos cabras. Lo anterior muestra problemas de ineficiencia en el manejo reproductivo del módulo, ya que es recomendable un máximo de 10 meses de lactancia/cabra y con partos alternos cada 6 meses para tener una producción más estable.

En el Cuadro 4 se muestra la producción por trimestre, agrupándolos en meses más lluviosos y menos lluviosos. La producción no mostró ninguna tendencia en relación a las variaciones climáticas, que depende más de la época en que paren las cabras que de la estación del año, ya que la cantidad ofrecida de forraje no cambia.

Análisis económico y financiero

Para realizar el análisis económico y financiero se agrupó la producción por año de producción, desde el inicio del módulo, y no por año calendario. Se utilizaron los valores que se muestran en el Cuadro 5 y los datos se dan en dólares americanos.

Cuadro 4. Producción trimestral de leche en un módulo demostrativo agroforestal con cabras en Turrialba, Costa Rica.

Trimestre	Cabra 2-88		Cabra 8-88		Módulo	
	kg/mes	kg/día	kg/mes	kg/día	kg/mes	kg/día
1-91 V	158,2	1,8	162,3	1,8	320,6	1,8
2-91 I	202,1	2,2	171,0	1,9	373,1	2,0
3-91 I	159,2	1,7	120,0	1,3	279,3	1,5
4-91 V	63,8	0,8	118,2	1,3	182,0	1,0
1-92 V	306,3	3,4	131,5	1,5	437,8	2,5
2-92 I	265,4	2,9	94,1	1,1	359,5	2,0
3-92 I	220,4	2,4	28,6	1,6	248,9	2,0
4-92 V	181,7	2,0	339,5	3,7	521,2	2,8
1-93 V	102,1	2,0	258,7	2,9	360,7	2,5
2-93 I	342,0	3,7	179,1	1,9	521,1	2,8
3-93 I	255,6	2,8	138,9	1,5	394,4	2,1

V = Verano I = Invierno.

Cuadro 5. Precios y valores para el análisis económico y financiero para el módulo demostrativo agroforestal.

Rubro, US\$	Años		
	1991/92	1992/93	1993
Precio/kg leche	0,55	0,54	0,49
Precio por jornal/día	6,50	6,27	6,25
Valor de 1,00 US\$ en colones costarricenses	109,24	129,14	142,00

Los costos de inversión se muestran en los Cuadros 6, 7 y 8, e incluyen el establecimiento de las plantaciones de Morera con Poró, King grass con Poró y el costo de construcción de las instalaciones. El costo por cabra se estimó en US\$ 150,00 y se espera un valor de descarte para carne de US\$ 34,00/animal (US\$ 0,68/kg de peso vivo). En el caso de la preparación de suelo se convirtió el valor usado de forma mecanizada a jornales, ya que los pequeños productores en sus parcelas no usan maquinaria.

Cuadro 6. Costos de establecimiento de 1 ha de Morera asociada con Poró en Turrialba, Costa Rica, 1991

Actividad, US\$	Jornales	Costo Unitario	Costo Total
Material vegetativo e insumos			330,10
Preparación de suelo	28,00	6,50	182,00
Preparación de estacas	3,00	6,50	19,50
Marcación y siembra	13,00	6,50	84,50
Fertilización	10,75	6,50	69,88
Total	54,75		685,98

Cuadro 7. Costos de establecimiento de 1,0 ha de King grass asociado con Poró en Turrialba, Costa Rica, 1991

Actividad, US\$	Jornales	Costo Unitario	Costo Total
Material vegetativo e insumos			337,50
Preparación de suelo	28,00	6,50	182,00
Preparación de estacas	9,50	6,50	61,75
Marcación y siembra	0,50	6,50	3,25
Fertilización	0,25	6,50	1,62
Total	38,75		586,12

En el Cuadro 9 se pueden observar los costos de inversión del módulo, tomando como base un área de Morera con Poró de 1008 m² y de King grass con Poró de 425 m². El requerimiento anual de mano de obra para operar el módulo se mostró en el Cuadro 1 y alcanza a 76,5 jornales. Para el cálculo del costo de oportunidad de la tierra se tomó el precio de alquiler, que en esta zona es de US\$ 145,00/ha/año (Cuadro 10). En el análisis no se consideró el costo de la monta por un padrote porque el módulo se maneja sin crías y se asumió que el valor del salto es equivalente al valor de las crías recién nacidas.

Como ingreso no se valoró el estiércol que es usado en el mismo módulo, como fertilizante para los cultivos de Morera así como los de King grass. En otros estudios podría tomarse en cuenta, el valor de la leña que se obtendría de la Morera.

Cuadro 8. Costo de construcción de las instalaciones de un módulo agroforestal demostrativo con cabras en Turrialba, Costa Rica.

Actividad, US\$	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Insumos			
Clavos (kg)	4	0,64	2,56
Arboles de pejibaye	5	4,58	22,88
Horcones curados	4	5,49	21,96
Subtotal			47,40
Mano de obra, jornales			
Recolec. y prepar. materiales ¹	8,93	6,50	58,05
Construcción	8,51	6,50	55,32
Subtotal	17,44		113,37
Total			160,77

1/ Madera rolliza, hojas para techo.

Cuadro 9. Costos de inversión (US\$) de las plantaciones y las instalaciones de un módulo agroforestal demostrativo con cabras en Turrialba, Costa Rica.

Inversiones	Costo unitario	Costo por m ²	Cantidad	Costo módulo	Vida útil	Costo por año
Plantac a, ¹	686,0 ha	0,0686	1008	69,15	15	4,61
Plantac b, ²	586,0 ha	0,0586	425	24,91	15	1,66
Instalación	160,77		1	160,77	10	16,07
Pie crfa	150,0		2	300,00	6	50,00
Total				554,83		72,34

1/ Morera-Poró. 2/ King grass - Poró

Para hacer los análisis económico y financiero ex-post (real) y ex-ante (proyección) se usaron costos e ingresos en dólares americanos (US\$) y la tasa de actualización fue de 5% anual considerado el valor medio de la tasa real en los últimos años (Aguirre, 1993*). Para el año 1993 se consideraron solamente 7,5 meses (hasta el 31 de octubre del presente año).

*/ Comunicación personal

Cuadro 10. Costos (US\$) de suplementación, desparasitación y de oportunidad de la tierra en un módulo agroforestal demostrativo con cabras en Turrialba, Costa Rica.

Actividad	Costo unitario	Cantidad	Costo por año
Sal mineral (kg)	0,28	109,5	30,66
Desparasitación	0,70	2	1,40
Costo op. de la tierra, ha	145,0	0,1460	21,17

En el Cuadro 11 se muestra el flujo de caja real del módulo en 2,625 años de ejecución. Con estos datos se realizó el análisis financiero considerando el costo de oportunidad de la tierra, igual al valor de arrendamiento. Se observa que, a pesar de los altos costos de inversión incurridos y que el precio de venta de la leche (US\$ 0,49/kg) es inferior al obtenido en San José, Costa Rica, para consumo directo (US\$ 0,84), se obtuvo un VAN de US\$ 601 y una relación beneficio costo (B/C) de 1,36; lo cual indica que se obtienen US\$ 1,36 por cada dólar invertido.

En el Cuadro 12 se observa que al considerar como cero el costo de oportunidad de la mano de obra, el VAN sería de US\$ 1885 y la B/C = 6,14. Esto indica que por cada dólar invertido se obtendrían US\$ 6,14 o que en realidad la mano de obra sale pagada a US\$ 6,14, superior al valor real de la mano de obra.

Con los índices zootécnicos se hizo una proyección a seis años para un análisis financiero (Cuadro 13). Para ello se incluyó, en los costos, el valor de la leche para los reemplazos de las cabras iniciales; un incremento del 33% para el costo de oportunidad de la tierra y de la inversión en el área forrajera a partir del cuarto año y un 25% en los costos variables por asumirse un incremento en el uso de la mano de obra. De acuerdo al análisis la actividad es muy rentable, obteniéndose una relación B/C de 1,40. Lo anterior indica que, el módulo, además de ser social y ecológicamente justificable, es económica y financieramente viable para las condiciones de Turrialba cuando se usan cabras de buen potencial lechero.

No se realizó análisis económico porque se obtuvo una buena rentabilidad con el análisis financiero. Tampoco se consideró el valor de la leña producida por la Morera ni el del

estiércol utilizado como fertilizante en esta proyección, lo que aumentaría más la rentabilidad de la actividad.

Cuadro 11. Flujo de caja (US\$) para el análisis financiero del módulo agroforestal demostrativo con cabras en Turrialba, Costa Rica.

Descripción	Años		
	1991/92	1992/93	1993*
A. Costos			
A.1 Inversiones			
Plantación Morera x Poró	4,61	4,61	2,88
Plantación Pasto x Poró	1,66	1,66	1,04
Instalaciones	16,07	16,07	9,37
Pie de cría	50,00	50,00	31,25
Subtotal	72,34	72,34	45,21
A.2 Fijos			
Costo oportunidad de la tierra	21,17	21,17	13,23
A.3 Variables, Mano de obra			
Poda, chapia, corte y acarreo	182,65	176,19	109,77
Deshoje, picado y suministro	138,45	133,55	83,20
Ordeño	89,05	85,90	53,52
Limpieza de cabreriza	54,60	52,67	32,81
Fertilización estiércol	26,00	25,08	15,63
Sal mineral	30,66	30,66	19,16
Desparasitante	1,40	1,40	1,40
Mantenimiento	6,50	6,27	3,90
Subtotal	455,31	511,72	319,39
Costo total	527,65	584,06	377,83
Costo actualizado	610,82	643,92	396,72
B. Ingresos			
B.1 Producción de leche			
Ingresos actualizados	778,68	897,42	576,48
C. B - A actualizados			
B/C	1,36	1,27	1,39
VAN	601,12		

* / 7,5 meses de 1993.

Cuadro 12. Flujo de caja (US\$) para el análisis económico del módulo agroforestal demostrativo con cabras en Turrialba, Costa Rica.

Descripción	Años		
	1991/92	1992/93	1993
A. Costos			
A.1 Inversiones			
Plantación Morera x Poró	4,61	4,61	2,88
Plantación Pasto x Poró	1,66	1,66	1,04
Instalación rústica	16,07	16,07	9,37
Pie de cría	50,00	50,00	31,25
Subtotal	72,34	72,34	45,21
A.2 Fijos			
Costo oportunidad de la tierra	21,17	21,17	13,23
Subtotal	21,17	21,17	13,23
A.3 Variables			
Sal mineral	30,66	30,66	19,16
Desparasitante	1,40	1,40	1,40
Mano de obra			
Subtotal	32,06	32,06	20,56
Costo total	125,57	125,57	79,00
Costo total actualizado	145,36	138,44	82,95
B. Ingresos			
B.1 Consumo de leche	672,66	813,19	549,03
Ingresos actualizados	778,68	896,54	576,48
C. B - A actualizados	633,32	758,10	493,53
B/C	6,14	5,35	6,48
VAN	1884,95		

En Costa Rica los costos son altos y los salarios muy superiores a los demás países de la región. Sin embargo, el precio de la leche no es superior en la misma proporción, lo que permitiría más rentabilidad en otros países.

Cuadro 13. Proyección de un flujo de caja para el análisis financiero del módulo agroforestal demostrativo con cabras en Turrialba, Costa Rica.

Descripción	Años					
	1	2	3	4	5	6
A. Costos						
Inversiones	554,8			31,4		
Leche crías	88,2	88,2	88,2	132,3	132,3	132,3
Costo de oportunidad tierra	21,2	21,2	21,2	31,8	31,8	31,8
Costos variables	511,7	511,7	511,7	639,6	639,6	639,6
Costo total	621,1	621,1	621,1	835,1	803,7	803,7
Costo total actualizado, 5%	1064,2	508,7	460,3	687,0	629,7	599,7
B. Ingresos						
Leche cabras fundadoras.	608,9	747,6	890,7	890,7	402,4	373,8 ¹
Leche de cabras nacidas en 2 año				304,5	373,8	445,4
Leche de cabras nacidas en 3 año					304,5	373,8
Venta crías	150,0	150,0	75,0	75,0	150,0	225,0
Venta de animales de desecho					80,0	34,0
Total de ingresos	758,9	897,6	965,7	1270,2	1310,7	1452,0
Ingresos actualizados	722,8	814,1	834,2	1045,0	1027,0	1083,5
B-A actualizado	-341,4	305,4	373,9	358,0	397,3	483,8
B/C	0,68	1,60	1,81	1,52	1,63	1,81
VAN	1582,0					
B/C =	1,40					

Si se considera que la inversión total se deprecia en seis años se tendría un VAN de US\$ 739,13 y un B/C de 1,23.
 1/ Año 6: incluye valor descarte US\$ 34,0 por cabra o US\$ 68,00/módulo.

En el caso de zonas con estación seca definida tanto el área de forraje como los costos serían mayores, lo cual implicaría una menor rentabilidad. Sin embargo, es de esperar un alto retorno económico como el encontrado en la zona de Acosta y Puriscal, con seis meses de sequía, por Martínez y Froemberg (1992) quienes mencionan una relación B/C de 1,7 sin considerar mano de obra.

Conclusiones

- a) Es posible producir más de 12 000 kg de leche/ha/año con buenas cabras, alimentadas solamente con follaje de Morera y pasto, bajo las condiciones de Turrialba y con la sal como único insumo externo
- b) La producción promedio de leche durante el período de evaluación (2,0 kg/cabra/día) es superior al de las mejores explotaciones intensivas con uso de concentrado en Costa Rica.
- c) El manejo del módulo no ocupa demasiado tiempo (94 minutos) y las actividades diarias no interfieren en las labores de un productor, quien podría realizarlo en horas ajenas a su quehacer cotidiano y con la participación de otros miembros de la familia.
- d) La integración de plantaciones de árboles y arbustos forrajeros en modelos de explotación con cabras, así como el uso racional de los residuos de los animales y del follaje de árboles leguminosos asociados como fertilizante, permite una producción sostenida y ecológicamente satisfactoria.
- e) La relación beneficio-costo es elevada cuando se considera el costo de la mano de obra y más aún, cuando no se le considera. El ingreso neto actualizado (VAN) es de US\$ 601, considerando el pago de la mano de obra y de US\$ 1885 sin pago de mano de obra. Esto indica que la actividad es económicamente viable.
- f) De acuerdo a los resultados preliminares de 31,5 meses de operación, la producción del módulo es sostenible debido al papel nutricional y ecológico que juega la plantación de árboles forrajeros y a la fertilización con materia orgánica.

Recomendaciones

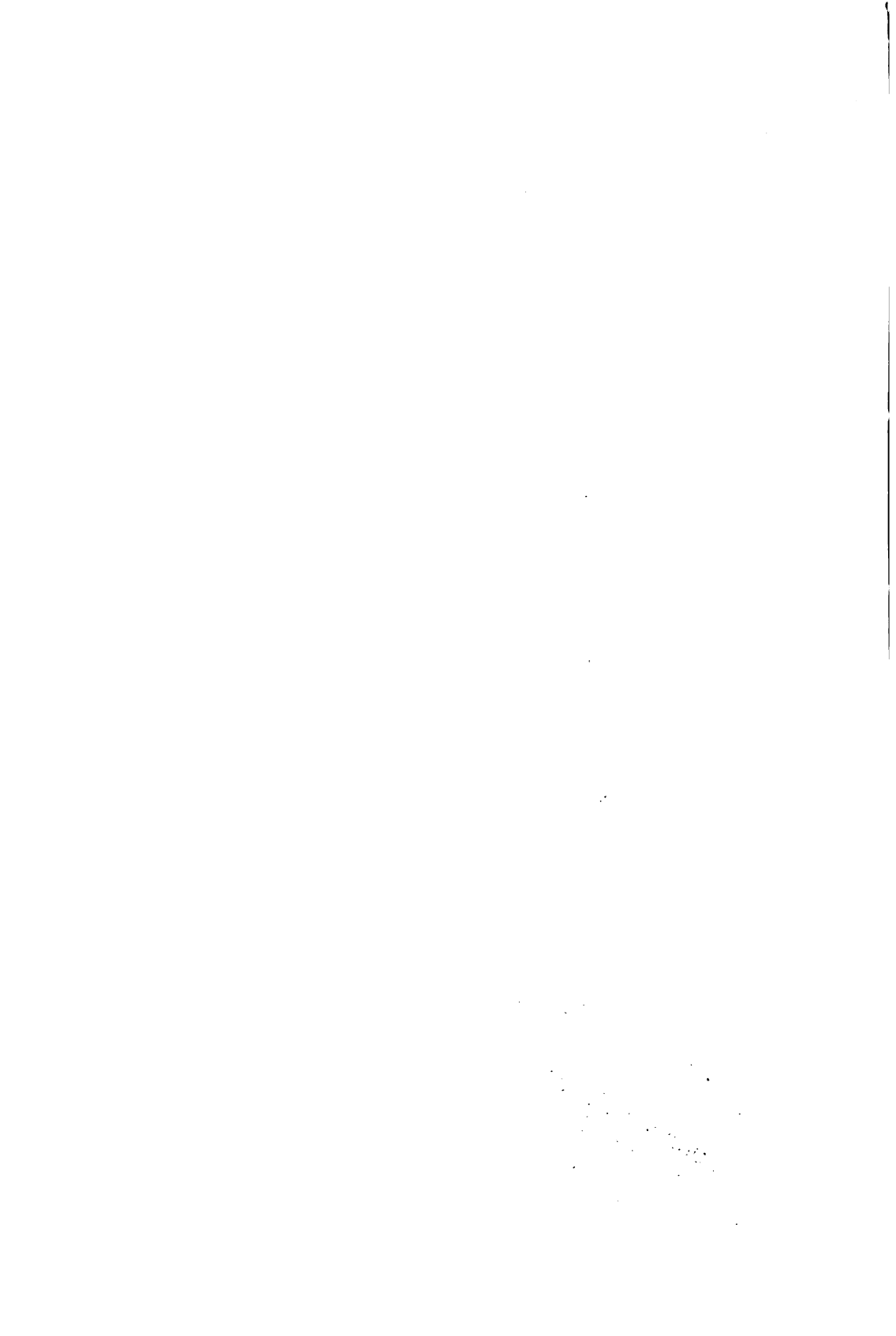
- a) Para hacer más demostrativo el módulo, es recomendable mantener las crías dentro de las instalaciones y de esa manera determinar el efecto de su manejo sobre el uso de la mano de obra y sobre la economía del sistema.
- b) En zonas secas debe incrementarse el área disponible de acuerdo al régimen de lluvias y desarrollar técnicas de conservación de follaje para la época de menor precipitación.
- c) Deben solucionarse los aspectos relacionados al manejo reproductivo del hato para garantizar una mayor producción y estabilidad global en el sistema.
- d) Es necesario aumentar la densidad de siembra de la Morera para evitar la importación de follaje de otros sitios ajenos al módulo.
- e) Por el poco uso de insumos que provienen fuera de la explotación y por su viabilidad social y económica, es recomendable su implementación en zonas de trópico húmedo.

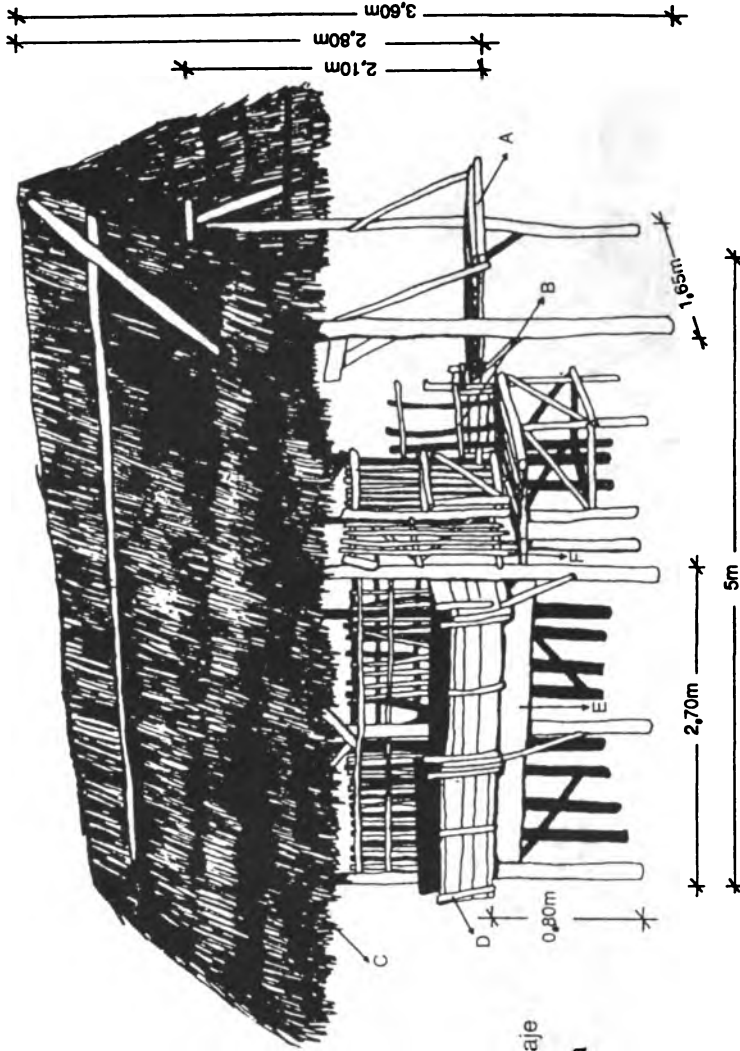
Bibliografía

- BENAVIDES, J.E. 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. *El Chasqui* (C.R.) N° 25: 6-36.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. IICA. Serie de Libros y Materiales Educativos N° 34 276 p.
- MARTINEZ, E.; FROMBERG, H. 1992. Información económica sobre la actividad caprina con pequeños agricultores en Puriscal, Costa Rica. s.n.t. s.p.
Presentado en: Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores (1., 1992, Esquipulas, Gua.).
- NAVARRO, H. 1983. Caracterización y evaluación bioeconómica de explotaciones caprinas en Costa Rica. *In* Taller sobre Producción Caprina (1983, Turrialba, C.R.). Memoria. Turrialba, C.R., CATIE. s.p.

**VALLEJO, M.; PLATEN, H.VON. 1993. Caracterización de
fincas en el distrito de Candelarita, Puriscal, Costa Rica.
Turrialba, C.R., CATIE. s.p.**

A N E X O S

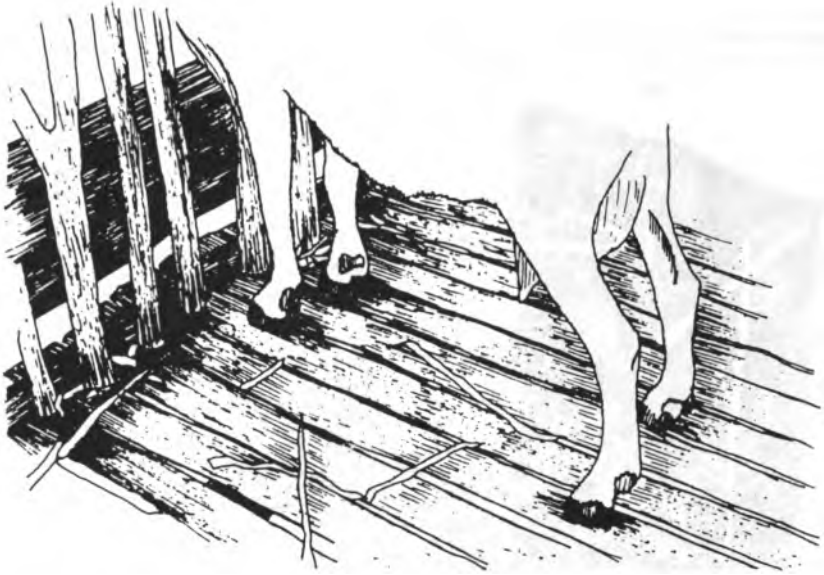




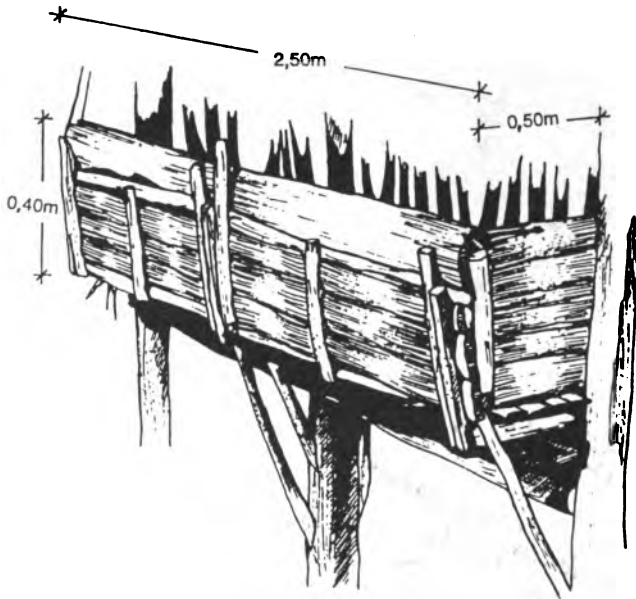
BIBLIOTECA
 Centro de Investigación y Documentación
 Agraria y Zootécnica
MOA - COSTA RICA

- A = Tarima para poner forraje
- B = Ordeñadero
- C = Techo de paja de caña
- D = Comedero exterior
- E = Piso elevado
- F = Portillo

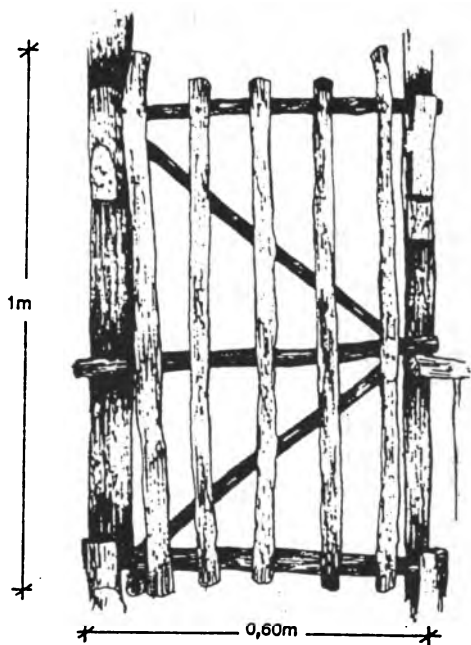
Anexo 1. Vista de galpón rústico para mantener dos cabras en el módulo demostrativo agroforestal, ubicado en Turrialba, Costa Rica.



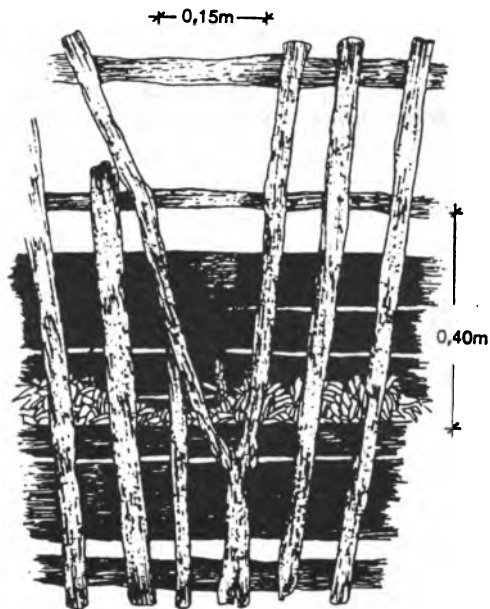
Anexo 2. Piso enrejillado de corteza de pejibaye con separaciones entre las piezas para permitir la salida de las excretas y orina.



Anexo 3. Comedero exterior fabricado con corteza de pejibaye.



Anexo 4. Puerta de entrada.



Anexo 5. Cepo del comedero visto desde el interior del corral.

Anexo 6. Producción de leche en tres lactancias de la cabra 2-88 en un módulo demostrativo agroforestal en Turrialba, Costa Rica.

Mes	Lactancia 1 ¹		Lactancia 2 ²		Lactancia 3	
	kg/mes	kg/día	kg/mes	kg/día	kg/mes	kg/día
1	63,8 ³	2,1	96,6	3,2	97,6	3,2
2	59,2 ³	1,9	103,7	3,5	128,3	4,1
3	46,5 ³	1,7	104,0	3,5	112,0	3,7
4	52,1	1,7	105,7	3,4	99,4	3,2
5	64,4	2,2	79,5	2,6	90,8	2,9
6	70,9	2,3	83,3	2,7	85,4	2,9
7	65,2	2,2	69,2	2,2	77,2 ⁵	2,5
8	63,0	2,0	73,1	2,4		
9	51,0	1,6	78,3	2,5		
10	50,7	1,7	74,1	2,5		
11	47,5	1,5	67,7	2,2		
12	35,0	1,2	40,9	1,3		
13	5,5 ⁴	0,3	20,2 ⁴	0,8		
Subtotal	674,7	1,7	996,5	2,5	690,7	3,2
A 300 días	586,7	2,0	867,7	2,9		
Total			2361,9	2,5		

1/ Período seco: 04/01/92 a 30/01/92. 2/ Período seco: 25/02/93 al 04/04/93.
3/ Antes del módulo 4/ Incompleto. 5/ Todavía en lactación

Anexo 7. Producción de leche en dos lactancias de la cabra 8-88 en un módulo demostrativo agroforestal en Turrialba, Costa Rica.

Mes	Lactancia 1 ¹		Lactancia 2	
	kg/mes	kg/día	kg/mes	kg/día
1	47,1	1,5 ²	105,6	3,4
2	55,5	2,0 ²	117,8	3,9
3	55,1	1,8 ²	109,5	3,5
4	56,6	1,9	106,5	3,4
5	60,8	2,0	81,4	2,9
6	54,1	1,8	82,6	2,7
7	46,8	1,5	80,5	2,7
8	38,9	1,2	57,6	1,9
9	41,1	1,4	51,2	1,7
10	36,1	1,2	47,5	1,5
11	41,5	1,4	48,6	1,6
12	39,3	1,3	43,1	1,4
13	43,6	1,4	16,3 ⁴	1,5
14	56,2	1,9		
15	39,1	1,3		
16	17,2 ³	1,0		
17	38,7	1,2		
18	38,6	1,3		
19	6,9	0,4		
Total	812,9	1,5	948,4	2,5
A 300 días	491,8	1,6	840,4	2,8
Total de las 2 lactancias			1761,3	1,96

1/ Período seco: 07/08/92 al 20/10/92 (45 días).

3/ Se ordeñó 14 días por secado por falsa preñez.

2/ Antes del módulo.

4/ Incompleto

Anexo 8. Producción mensual de leche por animal y total en el módulo demostrativo agroforestal caprino del CATIE.

Mes	Número de Cabra				Producción del Módulo	
	2-88		8-88		kg/mes	kg/día
	kg/mes	kg/día	kg/mes	kg/día		
Mar. 91	25,5	1,8	27,9	1,9	53,4	3,6
Abr. 91	55,7	1,9	53,3	1,8	109,0	3,6
May. 91	69,3	2,2	59,9	1,9	129,2	4,2
Jun. 91	67,9	2,3	56,9	1,9	124,8	4,2
Jul. 91	65,0	2,1	54,2	1,7	119,2	3,8
Ago. 91	64,0	2,1	41,7	1,3	105,7	3,4
Set. 91	42,2	1,4	39,6	1,3	81,8	2,6
Oct. 91	53,0	1,7	38,7	1,2	91,7	3,0
Nov. 91	38,9	1,3	37,2	1,2	76,1	2,4
Dic. 91	23,3	0,8	41,7	1,3	65,0	2,1
Promedio Total	50,5	1,7	45,1	1,6	95,6	3,3
	504,8		451,1		955,9	
Ene. 92	1,6	0,1	39,3	1,3	40,9	1,4
Feb. 92	95,4	3,4	48,4	1,7	143,8	5,1
Mar. 92	106,4	3,4	52,0	1,7	158,4	5,1
Abr. 92	104,5	3,5	31,2	1,0	135,7	4,5
May. 92	105,6	3,4	24,3	0,8	129,9	4,2
Jun. 92	78,9	2,6	41,5	1,4	120,4	4,0
Jul. 92	80,9	2,6	28,3	0,9	109,2	3,5
Ago. 92	69,3	2,2	1,8	0,1	71,1	2,3
Set. 92	72,6	2,4	Seca		72,6	2,4
Oct. 92	78,5	2,5	26,8	0,9	105,3	3,4
Nov. 92	73,8	2,5	115,3	3,8	189,1	6,3
Dic. 92	66,6	2,1	116,0	3,7	182,6	5,9
Promedio Total	77,8	2,6	43,7	1,4	121,6	4,0
	934,1		524,9		1459,0	

Anexo 8. Continuación

Mes	Número de Cabra				Producción del Módulo	
	2-88		8-88		Módulo	
	kg/mes	kg/día	kg/mes	kg/día	kg/mes	kg/día
Ene. 93	41,3	1,3	108,2	3,5	149,5	4,8
Feb. 93	18,8	0,7	94,0	3,3	112,8	4,0
Mar. 93	Seca		86,1	2,8	86,1	2,8
Abr. 93	83,3	2,8	78,6	2,6	161,9	5,4
May. 93	128,2	4,1	79,7	2,6	207,9	6,7
Jun. 93	112,0	3,7	49,9	1,7	161,9	5,4
Jul. 93	101,9	3,3	49,7	1,6	151,6	4,9
Ago. 93	92,4	3,0	48,7	1,6	141,1	4,5
Set. 93	84,7	2,8	46,0	1,5	130,7	4,2
Oct. 93	78,4	2,5	44,2	1,4	122,6	4,0
Promedio	74,1	2,4	68,5	2,3	142,6	4,7
Promedio	68,1	2,2	51,9	1,8	120,0	4,0
Total	815,1		753,6		1568,7	

Información económica sobre la actividad caprina con pequeños agricultores en Puriscal, Costa Rica*

Enrique Martínez ¹ y Herbert Froemberg ².

Resumen

En este informe se presentan los resultados de una evaluación económica, cuyo objetivo fue el de analizar la rentabilidad de explotaciones caprinas intensivas para la producción de leche destinada al consumo familiar. Se trabajó con cinco productores con cabras a lo largo de un año, en la comunidad rural de Candelarita en el cantón de Puriscal, provincia de San José, Costa Rica.

En el documento se describe la distribución del tiempo invertido en las principales actividades para atender a las cabras en la finca. También se analiza el aporte de la mano de obra familiar; los costos e insumos utilizados; así como los productos obtenidos de las cabras. Con la información anterior se realizó un análisis económico de la explotación caprina.

Se encontraron grandes diferencias entre los agricultores en cuanto al manejo, número de animales, y eficiencia en el trabajo, entre otros.

El uso del estiércol como abono para las parcelas, representa una economía para el agricultor ya que se sustituye en gran parte el abono químico, además de mejorar las condiciones físicas del suelo.

Dado que, dentro de los insumos utilizados en las explotaciones caprinas, el concentrado representa más del 50% de los costos, debe consolidarse un sistema de alimentación que disminuya la dependencia de los concentrados y que esté basado en una adecuada suplementación de forrajes arbóreos y

*/ Adaptado del trabajo presentado en el 1er. Sem. Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores. Chiquimula, Guatemala. Nov. 1992.

1/ Técnico, Proyecto de Desarrollo Agrícola y Forestal (PRODAF), Puriscal, C.R.

2/ Ing. Agr. Coordinador Proyecto de Desarrollo Agrícola y Forestal (PRODAF), Puriscal, Costa Rica.

arbustivos de alta calidad nutritiva y disponibles en la zona. Esto permitirá reducir una alta proporción de los costos de producción.

El análisis de rendimiento económico permitió establecer que la explotación caprina orientada a la producción de leche para el consumo familiar es rentable, en el área de Candelarita, Puriscal. El índice o razón beneficio/costo determinado, sin incluir la mano de obra, indica que por cada colón¹ que el agricultor invierte obtiene ₡ 1,70.

Introducción

La explotación caprina con énfasis en la producción de leche, es una actividad que cada vez toma mayor importancia en el área rural de Puriscal. En la actualidad se atienden ocho comunidades con cabras, involucrando a más de 50 agricultores. Así mismo, parte del éxito en esta actividad se debe al esfuerzo de varias instituciones nacionales, regionales e internacionales² que participan en este proyecto. Desde los inicios del proyecto, que implica fases de investigación, capacitación y transferencia, se ha enfatizado en los aspectos tecnológicos, existiendo poca información de tipo económico.

La región presenta terrenos quebrados con pendientes fuertes. Sus tierras, a pesar de no ser aptas para la ganadería, se destinan a esta actividad en un 65 y 49% en los cantones de Puriscal y Acosta, respectivamente; mientras que sólo un 7% en ambos cantones tienen capacidad para ello (Quirós y Jiménez, 1991; Venegas y Trejos, 1992). Lo anterior ha causado un grave deterioro del suelo debido a que es muy inestable y sin vegetación de cobertura permanente, al sobrepastoreo y a las altas precipitaciones en la época de lluvia.

La caprinocultura bajo estabulación permanente, y con un sistema de alimentación a base de forrajes herbáceos y arbóreos, representa una posibilidad de sustituir, en parte, la ganadería

1/ US\$ 1,00 = 130 colones costarricenses.

2/ Asociaciones de productores, Centro Agrícola Cantonal de Puriscal, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Proyecto de Desarrollo Agrícola y Forestal de la GTZ (PRODAF), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) a través de sus proyectos Árboles Forrajeros/Cabras (GTZ) y Cuencas/RENARM, el Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas (MIRENEM) y el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA).

bovina de leche, a nivel de pequeños y algunos medianos productores.

Con la experiencia generada en esta primera comunidad, se pudo promover el establecimiento de cinco nuevos grupos en 1991 en otras comunidades. Pero, por ser una actividad bastante reciente no se tenía información de índole económico, que permita comparar o analizar su rentabilidad.

El presente trabajo comprende el registro y análisis de la información sobre diferentes aspectos de la actividad caprina para autoconsumo con familias campesinas. La información presenta mucha variación entre cada productor, por lo que se optó por presentar promedios de una muestra de cinco productores, entre los cuales existe variabilidad en cuanto a la eficiencia en el manejo de sus recursos.

Antecedentes

En agosto de 1989, un grupo de pequeños productores con cabras en Candelarita de Puriscal, se organizó con la finalidad de obtener el apoyo necesario para desarrollar sus actividades. Desde su inicio contaron con un macho reproductor para sus cabras, un botiquín comunal y algunos servicios tales como vacunación y desparasitaciones periódicas.

El sistema de manejo que emplean los productores para sus cabras, es el de confinamiento permanente. Para la construcción de las cabrerizas, el establecimiento de las parcelas de forraje y la compra de las cabras, recibieron asesoría y un crédito parcial de las instituciones antes mencionadas.

Objetivos

General

Generar información sobre aspectos económicos de la actividad caprina con el fin de orientar a las organizaciones e individuos que trabajan con esta especie.

Específico

Analizar la rentabilidad de la actividad con cabras, para la producción de leche destinada al autoconsumo, en explotaciones dedicadas al consumo familiar ubicadas en Candelarita, Puriscal.

Materiales y métodos

Ubicación de la zona de estudio

La comunidad de Candelarita pertenece al Cantón de Puriscal, Provincia de San José, y está ubicada a 60 km al Suroeste de San José a una altitud de 1000 msnm. La temperatura promedio anual es de 21°C y oscila entre los 19,6 y 22,9°C. La precipitación anual varía de 2000 a 2500 mm. La zona tiene un régimen de lluvias con dos estaciones bien marcadas: la lluviosa comprendida entre los meses de junio hasta mediados de diciembre y la de sequía en los meses restantes (Quiros y Jiménez, 1991; Barrantes, Ligo y Rosales, 1985).

Información recabada

Mediante el uso de una encuesta dinámica, se recolectó información de cinco productores recopilando datos sobre:

- Labores diarias y tiempo invertido en ellas
- Insumos usados, cantidad y precio de ellos
- Número de cabras a través del año
- Producción de leche de las cabras y su destino
- Otros trabajos no rutinarios

Los datos se obtuvieron durante dos días consecutivos cada mes en el período comprendido entre marzo de 1991 y febrero de 1992. Con la información se efectuaron análisis económicos sobre costos, ingresos y beneficios de la actividad caprina.

Resultados y discusión

Variaciones en el rebaño caprino y la producción de leche

En el Cuadro 1 se presenta la variación observada a través del año, en lo que respecta a número de animales, cabras en ordeño y producción de leche. Los datos que se muestran representan valores promedio de los cinco productores estudiados. Lo primero que llama la atención en la información presentada, es el bajo número de cabras por productor. Esto se debe a que, actualmente en Puriscal, la actividad caprina se impulsa con la finalidad de que los productores obtengan leche para el consumo familiar. Se aprecia que el número de cabras es bastante estable a lo largo del año, mientras que el número de cabras en ordeño tiende a disminuir en el período de octubre a marzo. La producción de leche total y por cabra/día es mayor entre los meses de enero a junio, lo que parece indicar que para el pequeño número de animales que se manejan la disponibilidad de forraje no es una limitante durante la época seca.

Cuadro 1. Variación trimestral del número de animales y la producción de leche en explotaciones caprinas de Candelarita, Puriscal, Costa Rica.

Variable ¹	Trimestre			
	Ene-Mar	Abri-Jun	Jul-Sep	Oct-Dic
Cabras, N°	2,5 ± 1,1	2,2 ± 1,0	2,2 ± 0,9	2,3 ± 0,9
Cabras ordeño, N°	1,0 ± 0,6	1,3 ± 0,9	1,3 ± 0,9	0,7 ± 0,7
Leche/cabra ordeño, kg	1,5 ± 0,8	1,1 ± 0,9	0,8 ± 0,4	1,1 ± 0,6
Leche/día/hato, kg	1,5 ± 1,2	1,5 ± 1,8	1,0 ± 0,8	0,8 ± 0,8

1/ Datos promedio de 5 explotaciones con 2,3 cabras total y 1,1 cabras en ordeño.

La información más detallada sobre las mismas variables se presenta en el Anexo 1. Es importante notar que tres de los productores lograron mantener una producción de leche constante por 10 o más meses mientras que los otros dos sólo alcanzaron que sus cabras tuvieran 8 o menos meses de lactancia.

La producción de leche (PL) varió desde 0,37 hasta 2,36 kg diarios, dando un promedio ponderado de 1,25 kg/hato. Estos datos corresponden a la producción del hato en ordeño durante el año. Si se analiza la producción de leche/animal en ordeño/día (PL/cabra en ordeño) se obtiene un rango que va desde 0,37 hasta 1,28 kg, con un promedio de 0,91 kg (Anexo 1).

En el Cuadro 2 se puede apreciar la gran variación encontrada, en lo que respecta a la leche total producida durante el año y a la producción de leche por cabra en el rebaño. Dicha variación puede deberse a diferentes factores, como la alimentación proporcionada a las cabras, la calidad genética de las mismas, y número de lactancia de la cabra, entre otros. Sin embargo, son también reflejo de los niveles de eficiencia biológica de cada productor y que repercuten en el valor de la producción de manera distinta.

Cuadro 2. Producción de leche obtenida por cada explotación durante el año, en Candelarita de Puriscal.

Productor	Leche, kg/año/hato (a)	No animales/hato Prom. anual (b)	a/b
P1	135	2,0	68
P2	532	2,8	191
P3	467	3,0	156
P4	861	2,6	331
P5	292	1,0	292

Uno de los principales problemas que repercute en la producción, es el mal manejo reproductivo. A lo largo del año la proporción de animales en ordeño fue del 47,1%, muy alejado del 70% que se define como adecuado. Esto es reflejo de largos períodos entre partos como consecuencia de celos que se pierden en las hembras. Este problema afecta de manera decisiva la productividad del hato e incide negativamente en la economía de las explotaciones.

También puede estar influyendo, en la baja proporción de animales en ordeño, lactancias cortas que implica un buen número de días con animales totalmente improductivos.

Principales actividades de manejo de las cabras

El seguimiento a las fincas permitió establecer que los trabajos más rutinarios son:

a) Alimentación

- Corte y acarreo de forrajes
- Picado del forraje
- Suministro de otros alimentos

b) Ordeño

c) Limpieza de las cabrerizas

Estas actividades se resumen en el Cuadro 3, en donde se presenta el tiempo mínimo y máximo, así como el promedio ponderado para cada una de ellas. Lo primero que llama la atención es que, el tiempo requerido para atender una explotación, es de alrededor de una hora y media, lo que no parece ser una limitante para una familia en el área rural. Así mismo, se observa que en el proceso de alimentación es donde se invierte más tiempo durante el día; y dentro de esta actividad, el corte y acarreo del forraje, es la que mayor tiempo requiere.

En el Cuadro 4 se complementa la información presentada en el cuadro anterior, con el nivel de participación de los miembros de la familia en las actividades. En este sentido, se observa que en promedio, tanto el hombre como la mujer dedican igual proporción de tiempo, mientras que los hijos tienen una participación significativamente menor. Al analizar la información por actividad, la participación de los miembros de la familia difiere sustancialmente. Los propietarios, y en segundo lugar los hijos, son los que se dedican más a la labor de alimentación de los animales. Lo contrario sucede con el ordeño, en donde son las mujeres las que más intervienen, seguidas por el jefe de familia, similar a lo que sucede con la actividad de limpieza de la cabreriza. También es importante señalar que no se contrata personal para la actividad caprina y que al hablar de los hijos en este caso, se hace referencia a los mayores de nueve años que ya están en capacidad de poder ayudar a sus padres. Por último se presenta el tiempo requerido para las diferentes labores necesarias para criar una cabra.

Cuadro 3. Tiempo dedicado a las principales actividades, en una explotación caprina típica de Candelarita, Puriscal, Costa Rica¹.

Actividad	Tiempo, minutos/día		
	Promedio	Mínimo	Máximo
Alimentación			
Corta y transporte forraje	39	18	64
Picado del forraje	11	0	25
Suministro del alimento	14	7	25
Sub-total	64		
Limpieza de cabreriza	20	7	41
Ordeño	15	7	38
Total	99		

1/ Datos promedio de 5 explotaciones con 2,3 cabras total y 1,1 cabras en ordeño.

Cuadro 4. Distribución del trabajo dedicado a la atención de las cabras en un ható típico de Candelarita, Puriscal, Costa Rica¹.

Distribución del tiempo, %	Alimentación	Ordeño	Limpieza	Promedio
Para todo el ható				
Señor	60	30	36	42
Señora	15	56	54	42
Hijo	25	14	10	16
Para una cabra				
Min./día	28	14	9	51
Horas/mes	14	7	4	26

1/ Datos promedio de 5 explotaciones con 2,3 cabras total y 1,1 cabras en ordeño

El Anexo 2 muestra, con mayor amplitud, los requerimientos de mano de obra y la distribución de trabajo familiar para atender a las cabras, para cada uno de los cinco agricultores encuestados.

Es importante agregar que, dentro de los cinco productores, se pueden encontrar grandes diferencias de edad, factor que muchas veces influye en la eficiencia del trabajo. Por lo general, el agricultor joven tiende a ser más práctico que un agricultor de 60 o más años.

Costos de la actividad caprina

Principales insumos

En el Cuadro 5 se presentan los insumos que con mayor frecuencia se utilizan en la producción caprina de Candelarita. Así mismo, se muestra su precio y costo de utilización. En orden de importancia se estableció la siguiente lista:

- Alimento concentrado
- Maíz
- Sal mineral
- Miel
- Desinfectantes
- Otros (como desparasitantes, vacunas, uso del macho, etc.)

Cuadro 5. Costos de los principales insumos usados en una explotación caprina típica de Candelarita, Puriscal, Costa Rica¹.

Insumo	Cantidad		Precio, ¢ ²		% del total
	Unidad	por mes	por unidad	costo ³	
Concentrado	kg	23,4	25,0	600	52
Maiz	kg	7,2	26,0	187	16
Sal Mineral	kg	0,7	175,0	122	11
Miel (melaza)	lt	2,6	17,5	45	4
Desinfectante	lt	0,04	345,0	14	1
Otros ⁴			187	16	
Total				1155	100

1/ Datos promedio de 5 hatos con 2,3 cabras total y 1,1 cabras en ordeño.

2/ 1,00 US\$ = 132 colones costarricenses (¢). 3/ Costo mensual(¢).

4/ Vacunas, desparasitantes, vitaminas, etc.

El costo total de los alimentos alcanza ¢1155,00 por mes, suma que el agricultor tiene que sacar del bolsillo, para un

hato promedio de 2,3 cabras. Resalta el uso de concentrado que representa más del 50% de los costos. El maíz, aunque se produce dentro de la finca, tiene un costo de producción similar al de mercado. Los demás insumos son adquiridos en establecimientos agroveterinarios del cantón, ya sea a través del grupo o por compras individuales.

Los gastos en alimentación pueden ser drásticamente disminuidos si se reemplazan el maíz y el concentrado en la dieta, por forrajes arbóreos de alto valor nutricional y que son ampliamente disponibles en la zona. Efectivamente, datos preliminares de un módulo demostrativo con dos cabras ubicado en Turrialba, Costa Rica, indican que se pueden obtener hasta 4,0 kg/an/día como promedio anual, utilizando sólo forraje de Morera (*Morus* sp.) y parte de King grass en la alimentación.

Costos de establecimiento y funcionamiento

Al inicio de la actividad caprina el productor tiene que incurrir en gastos tales como: compra de las cabras, construcción de la cabreriza y establecimiento de especies forrajeras (alrededor 450 m²). Después únicamente tiene que cubrir los gastos de mantenimiento de la parcela de forraje y de los animales. Todos estos costos se resumen en el Cuadro 6, en donde el monto de la inversión inicial se ha distribuido en forma proporcional a un mes.

Actualmente, el valor promedio de una cabra, es de ₡12000,00 y se estima que tiene una vida útil de 6 años. De acuerdo a lo anterior, el valor de la inversión promedio por la compra de cabras en Candelarita (2,3 cabras) es de ₡27600,00. El precio de una cabreriza rústica es de ₡6000,00 con una duración aproximada de cinco años. La inversión de ambos rubros alcanza los ₡453,93 mensuales, más un costo de depreciación de la parcela de forrajes de ₡26,43, lo que arroja una suma de ₡480,39 como costo mensual de establecimiento de la actividad.

Como también se aprecia en el Cuadro 6, los costos de funcionamiento son de ₡300,00 al mes y se deben básicamente a la compra de abono y uso de mano de obra para deshierbas, aplicación de fertilizante, entre otros. Considerando tanto los costos de inversión como los de funcionamiento, se obtiene una cifra de ₡780,39 mensuales.

Cuadro 6. Costos de establecimiento, funcionamiento y cuota mensual de depreciación, de una explotación caprina típica en Candelarita, Puriscal, Costa Rica.

Descripción	Costos de inversión en colones (₡)				DM ¹
	Inicial	Final	Difer.	Vi, años	
Cabreriza	6000	2000	4000	5	85,32
Cabras	27600	6900	20700	6	368,61
Forrajes	3000	800	1200	5	26,43
Total deprec. mensual					480,36
Costos de funcionamiento en colones (₡)					
Fertilizantes ²					150,00
Mano de obra ³					75,00
Uso del suelo ⁴					75,00
Total funcionamiento mensual					300,00

1/ Depreciación mensual calculada según la siguiente fórmula:

$$DM = \frac{\left[Vi - \frac{Vf}{qn} \right] \times \frac{qn(q-1)}{qn-1}}{12}$$

Donde: DM = Depreciación mensual;
 Vi = Vida útil; Vf = Valor final;
 q = Factor interés (5%/100 + 1)ⁿ y
 n = Vida útil en años

* Se asume una tasa de interés real, es decir intereses en el mercado menos tasa de inflación

2/ 30 kg/año/450 m²

3/ Aplicación de fertilizantes, deshierbas, etc. (₡75,00/hora)

4/ Precio de alquiler a ₡20 000,00/ha por año

Los costos totales de la actividad caprina, tanto de establecimiento como funcionamiento, más los insumos y el valor de la mano de obra se sintetizan en el Cuadro 7. Sin tomar el valor de la mano de obra, los costos llegan a ₡1 935,00 por mes, y de ellos el costo de los alimentos comprados fuera de la finca representan el 49%.

A continuación, se hace un cálculo teórico del valor de oportunidad que tendría la mano de obra dedicada a la explotación caprina. Sin embargo, conviene aclarar que las estimaciones anteriores no son en realidad aplicables al caso particular del presente estudio ya que se trata de productores que tienen cabras para producir leche para el consumo familiar. En

este sentido, hay que considerar que la mano de obra familiar dedicada a actividades que tienen como destino proveer un producto para el hogar, se emplea en su mayoría en horarios que no compiten con los horarios normales de trabajo, por lo que en realidad no es factible aplicarles un valor de oportunidad. Por ejemplo, un productor que tiene una explotación como las encuestadas (dos cabras), puede ordeñar a los animales y dejarles el forraje cortado antes de irse a trabajar. Así mismo, si la limpieza de la cabreriza la realiza la mujer, como regularmente sucede, ella la hará como otra actividad dentro de sus quehaceres domésticos.

Cuadro 7. Resumen de los costos directos e indirectos en cuotas proporcionales a un mes de una explotación caprina típica de Candelarita, Puriscal, Costa Rica.

Descripción	Monto en colones/mes	%
Establecimiento	480,36	8,2
Funcionamiento	300,00	5,1
Costos corrientes		
Insumos	1 155,00	19,6
Mano de obra (50 hrs/mes) ¹	3 950,00	67,1
Total	5 885,36	100,0

^{1/} La mano de obra aportada por el ama de casa se valora a ¢50,00/hora; la del productor a ¢100,00 y la de los hijos menores de 15 años se le aplica un factor 0,5.

Hecha la aclaración anterior, si se le da un valor a la mano de obra familiar, similar a los salarios pagados en la zona, para el productor el valor es de ¢100,00 la hora, mientras que para la mujer se estima en la mitad de esto o sea ¢50,00 por hora. Por su parte, para los hijos menores de 15 años se aplica un factor de 0,5 en el número de horas aportados por ellos. La señora aporta un 42% de las 50 horas mensuales lo que representa ¢1050,00, (21 horas x ¢50,00) y las restantes 29 horas son ¢2900,00 aportadas por el agricultor y los hijos. Así, el valor de oportunidad de la mano de obra familiar alcanza un monto de ¢3950,00 al mes que, sumado a los ¢1935,00 (de costos de establecimiento, funcionamiento e insumos mensuales), arroja un total de ¢5885,00 por mes.

Valor de la producción de la actividad con cabras

La producción mensual de leche obtenida con las cabras se muestra en el Cuadro 8. Aunque como se mencionó anteriormente, el total de la producción se destina para el consumo de la familia, los productores informaron que el precio de venta promedio de un kilo de leche es de ₡90,00. Con este precio se obtiene un valor de producción para la leche de ₡3420,00 al mes.

Cuadro 8. Valor de la producción mensual en una explotación caprina típica de Candelarita, Puriscal, Costa Rica¹.

Producto	Unidad medida	Precio unitario, ₡	Cantidad	Valor colones
Producción del hato²				
Leche	kg	90,0	38,03	3420
Estiércol	kg	2,5	1750,00	437
Crías hembras	Unid.	3000,0	0,20	600
Total				4457
Producción de 1 cabra				
Leche	kg	90,0	16,50	1485
Estiércol	kg	2,5	76,00	190
Crías hembras	Unid.	3000,0	0,09	261
Total				1936

1/ Datos promedio de 5 hatos con 2,3 cabras total y 1,1 cabras en ordeño

2/ 2,3 cabras por hato y 1,1 cabras en ordeño.

3/ Promedio de 1,25 kg/hato/día x 30,4 días

Hay otros dos productos con valor económico para el caprinocultor los cuales son: el estiércol y las crías hembras, y que ambas suman un monto de ₡1037,00 al mes.

El estiércol de cabra se utiliza para abonar las parcelas con especies forrajeras y otros cultivos. La producción de estiércol de una cabra de 40 kg de peso promedio se estima en 2,5 kg por día. Si al estiércol de cabra se le da un valor igual al precio de la gallinaza, este último tomado como referencia ya que es el abono de origen animal más conocido en la zona, se obtiene una cifra de ₡2,50 por kilogramo.

Asumiendo que en promedio en los hatos se obtienen 2,4 crías por hembra por año, se puede establecer un índice de 0,2 crías por mes. El precio de venta que se puede obtener por una cría al destete es de ₡3000,00. La suma de los beneficios brutos de la producción alcanza los ₡4457,00 mensuales por cabrería de 2,3 animales.

Rendimientos económicos

En el Cuadro 9 se presentan los rendimientos económicos que se obtienen de la actividad caprina. Como se aprecia en el cuadro anterior, al no incluirse la mano de obra en el análisis se obtiene un beneficio neto de ₡ 2522,00. Por el contrario, si se considera el valor de la mano de obra se obtiene un valor negativo de -₡1428,00 por mes. Sin embargo, con anterioridad se explicó la no conveniencia de incluir la mano de obra en el análisis económico de actividades orientadas a la obtención de productos para autoconsumo.

Cuadro 9. Rendimientos económicos mensuales obtenidos en una explotación caprina típica de Candelarita, Puriscal, Costa Rica.

Descripción	Costo oportunidad mano de obra			
		100%		0%
Valor de la producción, ₡	4457			₡4457
Gastos en insumos	1155			1155
Costos de establecimiento	480			480
Costos de funcionamiento	300			300
Valor de la mano de obra	3950			
Total costos, ₡	5885	5885	1935	1935
Beneficio neto		-1428		2522
Razón beneficio/costo		0,56		1,70
Beneficio/hora de trabajo		51,00		

El índice o razón beneficio/costo determinado, sin incluir la mano de obra, indica que por cada colón que el agricultor invierte obtiene 1,7.

Conclusiones y recomendaciones

El objetivo principal de los productores al tener cabras en sus fincas, es mejorar la dieta de su familia, aprovechando los recursos con que cuenta, tales como tierra (área limitada), mano de obra, forraje de árboles y arbustos intercalados en sus cultivos, entre otros.

La actividad caprina a nivel del pequeño agricultor aún no se ha orientado hacia la venta de la leche y otros productos de las cabras. Sin embargo, dos de los caprinocultores estudiados obtienen producciones que les pueden permitir pasar a un sistema comercial rentable. De acuerdo a lo observado en el caso particular de estos dos productores, la buena producción de leche obtenida está en función de aspectos como:

- a) El uso de cabras mejoradas con alto potencial lechero y de gran tamaño, lo cual se logra a través de una buena alimentación desde pequeñas.
- b) Manejo reproductivo y productivo eficiente, manteniendo al menos una cabra en producción durante los doce meses del año. En este caso el ideal es tener 3 hembras adultas en la finca, para lograrlo.
- c) Contar con la parcela de forrajes cercana a la cabreriza, con lo cual se minimiza la labor de corte y acarreo que es la que ocupa mayor cantidad de tiempo y facilita que los animales siempre dispongan de alimento. No obstante lo anterior, las producciones referidas pueden mejorarse ostensiblemente y no deben tomarse como cifras ideales.

El uso del estiércol como abono para las parcelas, representa una economía para el agricultor ya que se sustituye en parte el abono químico, además de mejorar las condiciones físicas del suelo.

Dado que dentro de los insumos utilizados en las explotaciones caprinas, el concentrado representa más del 50% de los costos, debe consolidarse un sistema de alimentación con una adecuada suplementación de forrajes arbóreos y arbustivos de alta calidad nutritiva como la Morera (*Morus* sp.) y la Amapola (*Malvaviscus arboreus*) que se adaptan bien a las condiciones

climatológicas de la zona. Esto permitirá reducir una alta proporción de los costos de producción.

El análisis de rendimiento económico permitió establecer que la explotación caprina orientada a la producción de leche para el consumo familiar es rentable, siempre y cuando no se considere la mano de obra familiar como pagada.

Reconocimientos

Colaboraron en la revisión de este informe el Dr Henning von Platen del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ; el Dr. Federico Holmann del Proyecto Sistemas Silvopastoriles del CATIE; la Dra. Tania Ammour del Proyecto CATIE/OLAFO; el Ing. Miguel Vallejo del Proyecto Arboles Forrajeros/Cabras CATIE/GTZ. La realización de este trabajo fue gracias al aporte técnico y financiero del Proyecto de Desarrollo Agroforestal (PRODAF), el Ministerio de Agricultura y Ganadería, la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), el Centro Agrícola Cantonal de Puriscal, el Proyecto sobre Arboles Forrajeros y Cabras CATIE/GTZ y el proyecto CATIE/CUENCAS/RENARM.

Bibliografía

- BARRANTES, J.; LIGO, A.; ROSALES, A. 1985. Atlas climatológico de Costa Rica. San José, C.R., MAG. s.p.
- BEER, J.W.; HEUVELDOP, J. 1989. Análisis crítico de un proyecto agroforestal en Acosta y en Puriscal, Costa Rica. *In* Avances en la Investigación agroforestal (1985, Turrialba, C.R.). Actas del seminario. Ed. por J.W. Beer; H.W. Fassbender; J. Heuvel dop. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N° 147. p. 90-102.
- HARWOOD, R. 1986. Desarrollo de la pequeña finca. San José, C.R., IICA. p. 99-112.
- HEUVELDOP, J.; ESPINOZA, L. 1983. El componente arbóreo en Acosta y Puriscal. San José, C.R., Lil. p. 22-27.

- IMBACH, A. 1987. Análisis económico y financiero de pequeñas fincas con sistemas mixtos de producción. Turrialba, C.R., CATIE. 77 p.**
- QUIROS, O.; JIMENEZ, R. 1991. Estudio de caso microregión Acosta y Puriscal. *In* Taller Agricultura Sostenible a Laderas Centroamericanas (1991, San José, C.R.). [Memorias]. San José, C.R., IICA. p. 1, 8-12.**
- VAHRSON, W. 1992. Erosión y pérdida de nutrientes en Cerbatana de Puriscal. Heredia, C.R., Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Geográficas. p. 2-7.**
- VENEGAS, R.; TREJOS, V. 1992. Estudio socioeconómico y alternativas de producción en Puriscal y zonas aledañas. s.l., Unidad Técnica Nacional. p 17-23.**

ANEXOS

Anexo 1. Variaciones en animales del hato, animales en ordeño y producción de leche del hato durante el año en kg/día.

Agricultor	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	Promedios individ.
(1) Anim/hato	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,08
Anim, ordeño	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,41
Leche total	1,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,15
Leche/Cab/ord	1,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,37
(2) Anim/hato	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	4,0	4,0	4,0	2,75
Anim, ordeño	0,0	0,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00
Leche total	0,0	0,0	2,8	2,5	1,1	2,1	2,1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,30
Leche/Cab/ord	0,0	0,0	2,8	2,5	1,1	1,1	1,1	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,30
(3) Anim/hato	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,00
Anim, ordeño	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	1,25
Leche total	2,5	2,5	1,8	0,9	1,1	0,7	0,7	0,7	2,8	1,4	0,4	0,2	1,28
Leche/Cab/ord	1,2	2,5	1,7	0,9	1,1	0,7	0,7	0,7	1,4	0,7	0,4	0,2	1,02
(4) Anim/hato	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,58
Anim, ordeño	1,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	2,00
Leche total	1,4	7,7	2,1	2,1	2,1	2,1	1,4	0,7	1,1	0,7	3,5	3,5	2,38
Leche/Cab/ord	1,4	2,6	0,7	0,7	0,7	0,7	1,4	0,7	1,1	0,7	1,8	1,8	1,19
(5) Anim/hato	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00
Anim, ordeño	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,67
Leche total	1,4	1,4	0,7	0,5	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	0,54
Leche/Cab/ord	1,4	1,4	0,7	0,5	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	2,5	0,81

Anexo 2. Requerimientos de mano de obra por productor por día.

Item	Unidad	Agricultores					Promedio
		1	2	3	4	5	
Proceso de alimentación							
Cabras	Nº	2,0	2,8	3,0	2,6	1,0	2,3
Distancia a la parcela	m	*	100,0	20,0	200,0	*	
Corta y transporte	min	64,0	53,0	18,0	32,0	24,0	38,0
Picado del forraje	min	25,0	10,0	0,0	17,0	5,0	11,0
Suministro de alimento	min	23,0	7,0	9,0	25,0	7,0	14,0
Total	min	111,0	70,0	27,0	74,0	36,0	64,0
Distribución del trabajo							
Señor	%	91,0	80,0	77,0	36,0	17,0	60,0
Señora	%	0,0	14,0	23,0	18,0	21,0	15,0
Hijo	%	9,0	6,0	0,0	46,0	62,0	25,0
Actividad de ordeños							
Nº de ordeños por día	No.	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Nº de cabras ordeñadas	No.	1,0	1,0	1,3	2,0	1,0	1,3
Tiempo por un Día	min	10,0	13,0	7,0	38,0	8,0	15,0
Tiempo en un ordeño	min	5,0	6,5	3,5	19,0	4,0	
Distribución del trabajo							
Señor	%	75,0	32,0	0,0	11,0	33,0	30,0
Señora	%	0,0	68,0	100,0	89,0	22,0	56,0
Hijo	%	25,0	0,0	0,0	0,0	45,0	14,0
Actividad de limpieza							
Tiempo/día	min	25,0	7,0	8,0	41,0	20,0	20,0
Distribución del trabajo							
Señor	%	100,0	45,0	0,0	8,0	25,0	36,0
Señora	%	0,0	36,0	100,0	88,0	46,0	54,0
Hijo	%	0,0	19,0	0,0	4,0	29,0	10,0

* / No tiene parcela forrajera

Evolución de los sistemas de alimentación en explotaciones caprinas de Costa Rica*

**Alvaro Castro ¹, Carlos Marín ²
y Jorge E. Benavides ³.**

Introducción

Actualmente, las actividades agropecuarias en América Central, enfrentan el reto de acelerar el proceso de producción de alimentos bajo un enfoque de sostenibilidad y que a su vez garantice el uso racional de los recursos naturales. En tal sentido los países de la región, cuya economía se basa en la agricultura, están buscando formas de incrementar la producción de alimentos, los ingresos y el nivel de vida de la población rural con tecnologías más adecuadas a las condiciones agroecológicas de cada sitio.

Lo anterior implica un importante incremento en la productividad y en la eficiencia en el uso de los recursos disponibles. Bajo tales condiciones, la explotación de cabras bajo un enfoque agroforestal, aparece como una alternativa adecuada para pequeñas fincas. Esta especie, por su tamaño hábitos alimenticios, permite optimizar el uso de recursos disponibles en las fincas y puede contribuir de una manera significativa en la alimentación de la familia.

En Costa Rica existen 96 542 explotaciones agropecuarias de las cuales el 49,9% poseen menos de cinco hectáreas de tierra (Castro y Marín, 1991). La población caprina está formada por unos 12 000 animales, de la cual el 70% se encuentra ubicada en el Valle Central, el 15% en el Pacífico Norte, el 5% en la zona Atlántica y el 10% en la Zona Sur (Castro, 1986 y Navarro, 1982). La mayor parte de las explotaciones se orienta a la producción de leche y una gran proporción de los animales tiene un alto grado de encaste con razas europeas (Navarro, 1982). La producción de leche,

*/ Adaptado de Castro y Marín, 1992.

1/ Ministerio de Agricultura y Ganadería. Sub-Dirección de Investigación y Producción Pecuaria. San José, Costa Rica.

2/ Estudiante Ingeniería Agronómica. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

3/ M.Sc. Unidad de Arboles Forrajeros y Rumiantes Menores, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

estimada en 1991 por el Ministerio de Agricultura, es de 4 000 000 kg. El precio actual de la leche de cabra es de 70 colones¹ por kilo, superior a la leche de vaca que se vende a 45 colones el kilo.

Por otra parte, el tamaño de la cabra permite su manejo en estabulación en pequeños espacios y el aprovechamiento de pequeñas áreas para la siembra de forrajes de alta productividad. Castro (1986), señala que las cabras en el Valle Central se manejan en sistemas de explotación intensivos. Por su parte, Navarro (1982) señala que de los tres sistemas de manejo más comunes, intensivo, semi-intensivo y extensivo, los dos primeros son los que más frecuentes en el país. De acuerdo a este autor, el 40% de los productores usa sistemas de estabulación (intensivo), el 53% estabula sólo en la noche (semi-intensivo), mientras que sólo el 7% no estabula (extensivo).

Los hábitos de alimentación de la cabra permite la utilización de follajes de árboles y arbustos de alto valor nutricional, tales como el Ramio (*Bohemeria nivea*), el Poró (*Erythrina poeppigiana*), la Morera (*Morus* sp.), el Gandul (*Cajanus cajan*) y la Amapola (*Malvaviscus arboreus*) y otros con niveles de proteína cruda superiores al 20% (Benavides, 1991). El uso de estos forrajes tiene dos connotaciones importantes. La primera es el incremento en la productividad animal y la explotación, en pequeñas áreas, de un buen número de animales; y la segunda es la aplicación de técnicas de producción de forraje y de uso de la tierra más racionales que las técnicas de producción normalmente utilizadas.

Desde hace más de una década diversas instituciones del país vienen realizando esfuerzos para promover cambios en los sistemas de alimentación de los animales. Tales cambios implican un incremento en la utilización de recursos alimenticios nativos, y ampliamente disponibles en las pequeñas fincas, como lo son el follaje de árboles y arbustos de alto nivel nutricional. En tal sentido el principal objetivo del presente estudio ha sido la evaluación de los cambios ocurridos en relación a la utilización de alimentos en las explotaciones caprinas comerciales del país.

1/ 1,00 US\$ = 154 colones, Mayo 1994.

Materiales y métodos

Para la realización de este trabajo se ha utilizado la información de encuestas efectuadas en los años 1982 (Navarro, 1982), 1988 (Vallejo, 1988) y 1991 (Castro y Marín, 1991). Estos últimos autores obtuvieron parte de la información de una encuesta estática efectuada a 16 criadores de cabras entre enero y julio de 1991. Se seleccionaron productores miembros de la Asociación Costarricense de Criadores de Cabras (ACCC), así como otros productores no involucrados en la misma.

En el primer caso, la información se obtuvo de trabajos realizados en 45 explotaciones (Navarro, 1982) y, en el segundo, de 22 fincas (Vallejo, 1988). Todas las explotaciones estudiadas se ubican en el Valle Central de Costa Rica, donde se concentra el 70% de la población de cabras (Castro, 1986). Esta zona posee un promedio de precipitación anual de 1889 mm, una temperatura promedio de 19°C y una humedad relativa del 83%. La información de las encuestas se codificó y almacenó en hojas electrónicas para su posterior análisis estadístico.

Resultados y discusión

Para entender los cambios ocurridos en la alimentación debe de conocerse el tipo de manejo de las explotaciones en el país. En la mayor parte de los casos, tanto a nivel rural como semiurbano, los animales se manejan en confinamiento y se orientan exclusivamente hacia la producción de leche. Esto implica un sistema de explotación basado en el corte y acarreo de las principales fuentes de alimentación y en el uso de concentrados comerciales.

Los principales ingredientes que componen la dieta en la mayoría de los hatos son el pasto de corte, principalmente del género *Pennisetum* sp. como dieta basal, y como suplemento se utilizan concentrados, diversos componentes de la planta de la familia de las musáceas y follaje de diferentes especies de árboles y arbustos (Esquivel y Waelput, 1991). El pasto y el follaje de árboles se obtienen en la orilla de los caminos, en áreas de café, en los que se asocia este cultivo con árboles de Poró (*Erythrina poeppigiana*), o en parcelas de las fincas dedicadas específicamente a la siembra de pasto y leñosas forrajeras. Este enfoque en el manejo de la alimentación ha permitido que la cabra se pueda integrar en sistemas de

producción agroforestal que por su naturaleza implican la siembra de leñosas mejorando con ello el uso de la tierra y estimulando la reforestación. Este sistema es producto de la generación de nuevas tecnologías, la asistencia técnica y la capacitación brindada por varias instituciones desde 1980 y que se agrupan en la CIDAC¹.

El principal cambio ocurrido es la variación de la proporción de explotaciones que utiliza las diferentes fuentes alimenticias. Entre años resalta el incremento en el número de productores que utiliza alimentos de alto valor nutricional, destacándose el uso de concentrado comercial, que pasó del 70 al 100% entre 1982 y 1991, lo cual implica un incremento en la productividad animal pero también significa un aumento en los costos de producción (Cuadro 1). Este aumento en el uso de concentrados y otros alimentos más completos puede explicar la disminución en el número de fincas que utilizan vitaminas para sus animales.

Cuadro 1. Alimentos utilizados en las explotaciones comerciales caprinas durante los años 1982 y 1988 en el Valle Central de Costa Rica.

Alimento	Años			% de aumento
	1982	1988	1991	
	% de fincas			
Concentrado	70	93	100	40
Forrajes arbóreos y arbustivos				
Confrey (<i>Simphytum</i> sp.)	0	7	13	
Madero Negro (<i>G. sepium</i>)	0	7	6	
Sales minerales	50	73	75	50
Vitaminas	75	13	20	-280

Con la excepción del Madero Negro (*G. sepium*), que ha mostrado problemas de aceptación por los animales (Rodríguez *et al.*, 1987) y el Confrey (*Simphytum* sp.), se ha incrementado notablemente el número de productores que utiliza el follaje de leñosas, así como fuentes energéticas de buena calidad y de bajo costo, como el fruto de banano (Figuras 1 y 2). Se destacan entre estos los cambios ocurridos con la Morera (*Morus* sp.), que

1/ Comisión Interinstitucional para el Desarrollo de la Actividad Caprina

no era utilizada en 1982 y que actualmente se reporta en el 60% de los hatos. Situación similar ocurre con el Poró que aparece con un incremento del 460% en el número de fincas que lo utilizan.

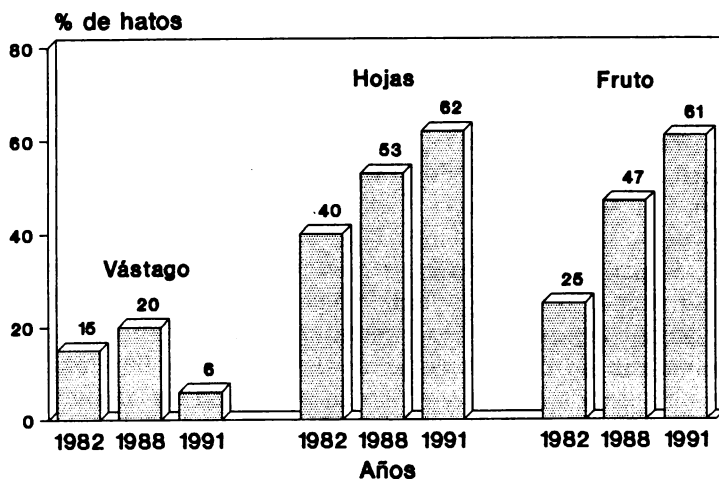


Figura 1. Variación en el uso de diferentes productos de musáceas para alimentar cabras en Costa Rica.

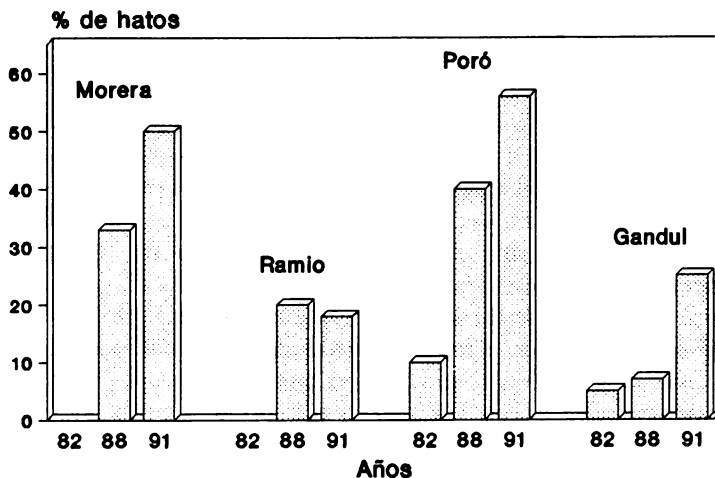


Figura 2. Variación en el uso de forraje arbóreo y arbustivo en la alimentación de cabras en Costa Rica.

El follaje de la Morera y del Poró se caracteriza por su contenido de proteína cruda superior al 20%. En cuanto a la DIVMS, sobresale la Morera con más del 80% lo que lo convierte en un forraje que puede reemplazar a los concentrados (Rojas, 1992). Con este follaje, utilizado como suplemento al King grass, se han obtenido producciones de leche superiores a los 800 kg/an/lactancia de 300 días (Oviedo, Benavides y Vallejo, 1993). En el caso del Poró es necesario complementar la dieta con alguna fuente energética, como el banano, debido a la mediana digestibilidad de este follaje que es de alrededor del 50%. Posiblemente por tal razón se observa, aparejado con el del Poró, un incremento del 140% en las explotaciones que lo utilizan.

El uso de otras fuentes energéticas como la melaza y la tapa de dulce, disminuyó drásticamente entre los períodos de observación (Figura 3). Esta caída parece estar relacionada con los aumentos en otras fuentes energéticas más baratas, con el incremento en los costos y el transporte y con los problemas que presenta su utilización. La tapa de dulce es cara y compite con la alimentación humana y el uso de la melaza, cuyo valor, en el mercado internacional, ha aumentado en los últimos años, trae aparejado problemas de higiene en la cabrerizas.

De todo lo anterior puede deducirse que en un período de 10 años han ocurrido cambios importantes, que se reflejan en un incremento en el uso de alimentos de elevado valor nutricional y en la aplicación de tecnologías que implican un uso más racional de los recursos disponibles en las fincas.

En relación a las gramíneas, y con la excepción del pasto Gigante (*Pennisetum purpureum*), se observa una caída en la proporción de productores que las utilizan como base de la alimentación (Figuras 4 y 5). En el caso de las especies de corte posiblemente han sido sustituidas por el uso de las hojas de musáceas que se incrementaron en el período bajo observación (Figura 2). En cuanto a las gramíneas de piso, la disminución puede estar asociada a los problemas de parasitismo que ocurren en cabras cuando pastorean. En el caso del maíz su disminución es consecuencia de su reemplazo por otras fuentes alimenticias más baratas y que no compiten con la alimentación humana. Los incrementos en el uso de alimentos no tradicionales y, de alta calidad nutricional ha significado un aumento importante en los índices productivos de los animales y en el tamaño de los hatos (Figura 6).

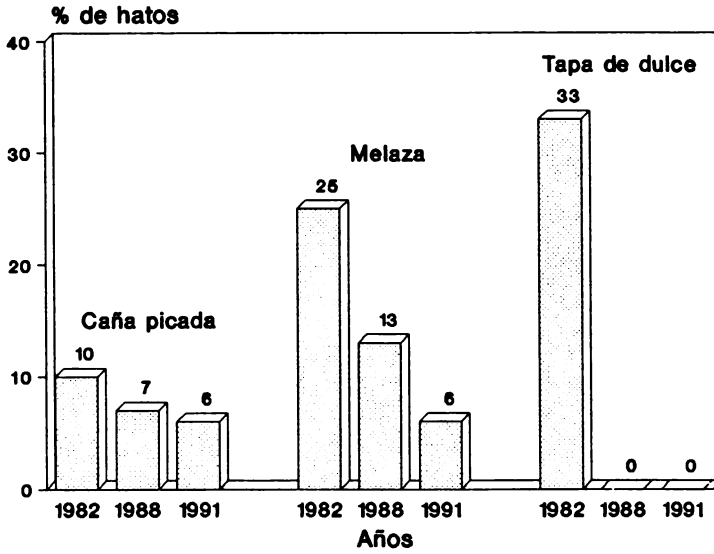


Figura 3. Variación en el uso de caña de azúcar y derivados en la alimentación de cabras en Costa Rica.

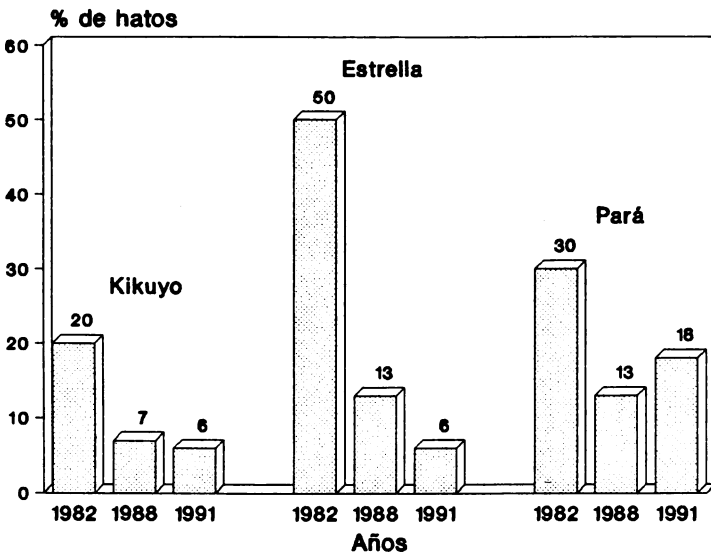


Figura 4. Variación en el uso de gramíneas de piso en hatos caprinos del Valle Central de Costa Rica.

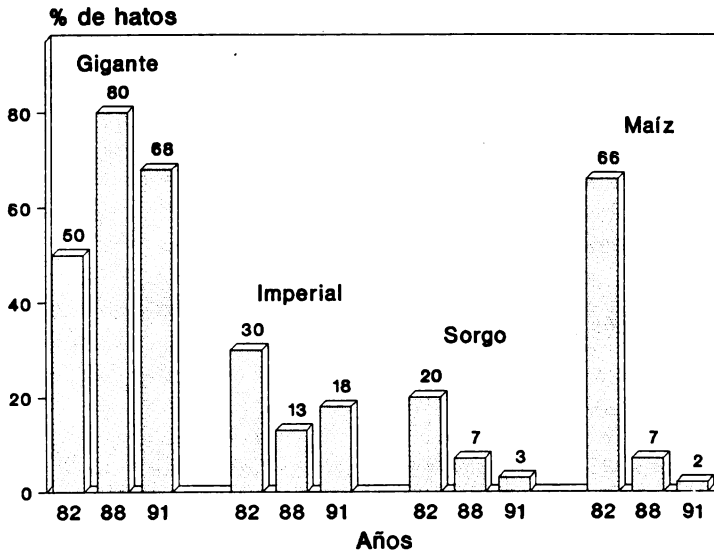
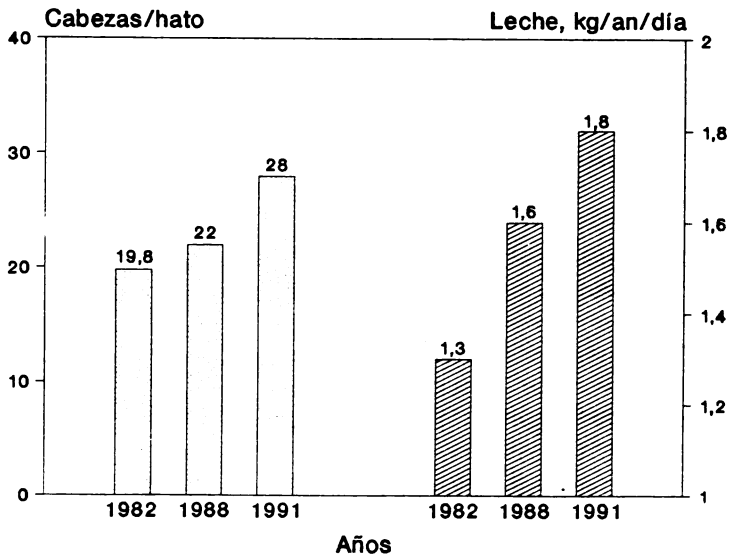


Figura 5. Variación del uso de gramíneas de corte en hatos caprinos del Valle Central de Costa Rica.



Figuras 6. Variación del tamaño del hato y de la producción de leche en explotaciones caprinas de Costa Rica.

Conclusiones

- a) Los cambios positivos ocurridos, durante el período de evaluación, implican que la generación de tecnologías, la asistencia técnica y la capacitación han sido adecuadas a las circunstancias de trabajo de los productores del país.
- b) La utilización de leñosas forrajeras, y de otros alimentos de bajo costo de oportunidad y de alto valor nutricional, ha significado un incremento notable en los parámetros productivos de las cabras y, posiblemente, una reducción importante en los costos de producción.
- c) La incorporación de leñosas forrajeras, en los esquemas de explotación, ha permitido la incorporación de la cabra en sistemas agroforestales de producción que a su vez, implican un mejor uso de la tierra y una mayor sostenibilidad de dicha producción.
- d) La utilización más intensiva de alimentos disponibles en las fincas y de bajo costo de oportunidad, puede explicar el notable aumento en el tamaño de los hatos en los últimos años.
- e) La disminución en el uso de pastos de piso es consecuencia del aumento en los sistemas de producción en confinamiento y ha implicado una disminución en los problemas sanitarios de los animales.
- f) La ración base de la alimentación caprina continúa siendo el pasto gigante. Los diferentes componentes de plantas del género *Musa* sp. se han convertido en la segunda fuente alimenticia en importancia.

Bibliografía

- BENAVIDES, J.E. 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. *El Chasqui* (C.R.) 25:6-36.
- CASTRO, A. 1986. Situación de la actividad caprina en Costa Rica. San José, C.R., MAG. 11 p.

- CASTRO, A.; MARIN, C. 1991. Análisis de los sistemas de alimentación empleados en 16 explotaciones en Costa Rica. *In* Seminario Internacional de Investigación en Cabras (1., 1991, El Zamorano, Hond.). Memoria. El Zamorano, Hond., Secretaría de Recursos Naturales, Dirección General de Ganadería. 4 p.
- ESQUIVEL, J.; WAELPUT, J.J. 1991. Comparación de dos sistemas de alimentación para cabras lactantes en el Valle Central de Costa Rica. *In* Seminario Internacional de Investigación en Cabras (1, 1991, El Zamorano, Hond.). Memoria. El Zamorano, Hond., Secretaría de Recursos Naturales, Dirección General de Ganadería. s.p.
- NAVARRO, D. 1982. Caracterización preliminar de los sistemas de producción caprina en Costa Rica. Informe de problema especial. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 38 p.
- NAVARRO, D. 1983. Evaluación bioeconómica de sistemas de producción caprina semicomercial en Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 85 p.
- RODRIGUEZ, Z.; BENAVIDES, J.; CHAVES, C.; SANCHEZ, G. 1987. Producción de leche de cabras estabuladas alimentadas con follaje de Madero negro (*Gliricidia sepium*) y de Poró (*Erythrina poeppigiana*) y suplementadas con plátano pelipita (*Musa* sp. cv. "Pelipita"). *In* *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: Management and improvement (1987, Turrialba, C.R.). Proceedings of a workschop. Ed. by D. Withington; N. Glover; J.L. Brewbaker. Honolulu, Hawaii, EE.UU., NFTA. p. 212-216.
- ROJAS, H. 1992. Análisis económico de la producción de leche de cabras alimentadas con diferentes niveles de Morera (*Morus* sp.) y con suplemento de king grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*). Informe de práctica dirigida para optar por el título de Bachiller. San José, C.R., Universidad Estatal a Distancia. 53 p.
- VALLEJO, M. 1988. Evaluación de índices productivos y reproductivos de varios rebaños de cabras en el Valle Central de Costa Rica. Tesis Lic. San José, C.R., Universidad de Costa Rica, Fac. de Agronomía, Esc. Zootecnia. 115 p.



6. Características botánicas de leñosas forrajeras



Características botánicas, usos y distribución de los principales árboles y arbustos con potencial forrajero de América Central

Miguel A. Vallejo ¹ y Francisco J. Oviedo ².

Introducción

América Central cuenta con una gran variedad de especies arbóreas y arbustivas nativas con potencial forrajero, identificándose más de 200 especies localizadas en diversas zonas ecológicas para alimentación de rumiantes (Benavides, 1991). Considerando su valor nutritivo, consumo y respuesta animal, capacidad de producción de biomasa y manejo agronómico, se han seleccionado 35 especies, con posibilidades de uso en fincas de pequeños y medianos productores. Tradicionalmente muchas de estas especies han sido empleadas por los pobladores de las diferentes zonas del istmo para diversos usos además del forrajero.

La presente revisión tiene por objetivo profundizar en el conocimiento de los diferentes usos alternativos dados a estas especies, para integrarlas de mejor forma en el manejo de las fincas, y lograr un uso más intensivo de estos recursos.

Descripción de las especies

Espino Blanco: *Acacia farnesiana* (LEGUMINOSAE - MIMOSOIDEAE)

Otros nombres: Espino ruco, Pela, Aromo, Cují Cimarrón, Espinoso, Uña de cabra, Corona de Cristo (Colombia), Cachito de Aroma (América Central), Espinillo (Paraguay), Bonni (a la madera), Popinac, Opoponax, Cassic, Subfn, Subinche.

Origen y distribución: Toda América. Naturalizada en todo el mundo tropical y en el Mediterráneo (Sur de Francia). Propia de bosque seco tropical, considerada colonizadora de sitios hostiles, crece por debajo de los 1500 msnm. Se le considera maleza en

1/ Lic Agr. Zoot. Unidad de Agroforestería y Rumiantes Menores, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.

2/ Lic Agr. Zoot. Dpto. Nacional de Investigación Pecuaria, Secretaría de Recursos Naturales, Honduras.

los potreros (Calderón y Standley, 1941; Pérez-Arbeláez, 1956; Stewart *et al.*, 1992).

Descripción: Arbusto hasta de 7 m de altura, armado con largas espinas. Flores de color amarillo, fragantes y agrupadas en pequeñas cabezas, con madera dura de grano cerrado y pesada, café rojiza a amarillo, (Standley, 1930; Morton, 1981).

Usos: Leguminosa de uso múltiple, para leña, sombra, melífera, mangos de herramientas, implementos agrícolas, forraje para ganado, ornamental y aromática. Se cultiva en todo el mundo para fabricación de perfumes por componentes extraídos de las flores. Las raíces tienen olor fuerte y se usan como antídoto de venenos. El polvo de las semillas se unta en los cascos de los caballos para librarlos de los parásitos. De las legumbres se usa el tanino para curtir cueros y redes y la madera sirve para tornearse, fabricar paraguas y marcos finos. El extracto de hojas es usado para la protección contra la roya del frijol. Las hojas son usadas como condimento. Se le considera planta medicinal, actúa en el sistema circulatorio y nervioso como tónico digestivo y astringente. Se usa contra fiebres perniciosas, malaria crónica, artritis y dolores reumáticos, neuralgias acompañadas de fiebres e hiperestesia, diarrea, irritaciones de mucosas, conjuntivitis, dolencias de la vejiga, llagas, dolor de dientes, inflamaciones, tuberculosis, fiebre tifoidea, hemorragias, y problemas menstruales (Standley, 1930; Pérez-Arbeláez, 1956; Ruberté y Martín, 1975; Morton, 1981; Montes *et al.*, 1990).

Formas de reproducción: Se reproduce por semillas (11 a 15 mil por kg), que son fácilmente recolectadas. Estas son duras y pueden ser almacenadas por largos períodos sin pérdida de viabilidad. La mejor germinación se obtiene cuando sufren escarificación manual. La escarificación con agua caliente no es recomendable (Stewart *et al.*, 1992).

**Aliso: *Alnus acuminata* O. Ktze.
(BETULACEAE)**

Sinónimos: *Alnus jorullensis*

Otros nombres: Jaúl (Costa Rica), Aile, Ilite (México), Alnus, Cerezo, Chaquiro (Colombia), Alder (Ecuador), Huauyu, Lambrán, Ramrám (Perú).

Origen y distribución: Nativo de las montañas de Centro y Sur América, desde México hasta el norte de Argentina. Es cultivado

en Costa Rica, Colombia, Bolivia, y Argentina. Planta heliófita cuyo hábitat son los bordes de quebradas en climas fríos. Puede plantarse entre 1000 y 3200 metros de altura con clima húmedo (1000 a 3000 mm de lluvia por año). Necesita suelos bien drenados y ricos en materia orgánica, aunque puede darse en suelos rocosos. Soporta heladas breves y se desarrolla frecuentemente en rodales puros o asociados con otros árboles (CATIE, 1984; Bernal y Correa, 1989; Geilfus, 1989).

Descripción: Especie de rápido crecimiento, de 10 a 40 metros de alto. Tiene tronco erecto y recto que puede alcanzar entre 60 cm y 1 m de diámetro en la base. La copa es estrecha, las hojas alternas, puntiagudas y con los bordes finamente dentados. Las flores aparecen en inflorescencias alargadas. Los frutos son pequeños conos redondos lignificados, con escamas, que contienen numerosas semillas pequeñas y aladas. Tiene un sistema radicular extendido, cercano a la superficie del suelo. Su corteza es de color gris claro (CATIE, 1984; Geilfus, 1989).

Usos: La madera se usa en carpintería, ebanistería, cajas y palillos de dientes, como leña y para fabricar carbón. Se usa para mejorar el suelo porque tiene la capacidad de fijar nitrógeno (entre 40 y 320 kg de nitrógeno/h/año). Sirve para reforestar y conservar suelos y las hojas como abono verde y forraje. Se utiliza como rompevientos, ornamental, sombra, para colorantes y curtiembres. Las hojas, tallos y resina se usan como astringente y para combatir el reumatismo, hinchazones, golpes, luxaciones, dolor de dientes (CATIE, 1984; Bernal y Correa, 1989; Geilfus, 1989).

Formas de reproducción: La regeneración natural es por semillas, (650 000 y 4 400 000 semillas por kg). Se conservan durante poco tiempo a la temperatura ambiente, pero duran algunos meses en refrigeración a 5°C. El crecimiento inicial es lento y puede necesitar 1 año en vivero. Debe inocularse el suelo donde la especie no existía anteriormente y se propaga fácilmente por pseudoestacas (CATIE, 1984; Bernal y Correa, 1989; Geilfus, 1989).

**Ramón: *Brosimum alicastrum* Sw.
(MORACEAE)**

Sinónimos: *B. terrabanum* Pittier; *B. conzatti* Stand.; *B. gentlei* Lund.; *Piratinera terrabana* Pittier, Lund.; *P. alicastrum* Sw., Baillon; *Alicastrum brownei* Kunt.; *Helicostylis ojoche* k. Sch.

Otros nombres: Ramón blanco, Ox, Ojite, Capomo, Ojoche, Ojusthe, Masico, Guaimaro, Breadnut, Wild sherry, Muju, Ujo.

Origen y distribución: Arbol ampliamente distribuido en zonas cálidas húmedas y subhúmedas como el sur de México, América Central e Islas del Caribe (Cuba, Jamaica y Antillas Mayores). El *B. alicastrum* subespecie *bolivarense* se le encuentra desde Panamá hasta Brasil y Perú. Es de bosques primarios y secundarios, semidecíduos y decíduos, y en asociaciones clímax. Crece también en zonas secas cerca de los ríos y hasta los 1000 msnm. Es común en sitios de ruinas y asentamientos mayas (Standley, 1930; Berg, 1972; Geilfus, 1989; Chavelas, 1990).

Descripción: Arbol grande que puede alcanzar hasta 40 m de altura y 1 m de diámetro. Las hojas alargadas miden de 8 a 12 cm de largo. El fruto es casi redondo de color anaranjado, de 2 cm de diámetro, con una semilla grande y aceitosa. El tronco exuda una goma amarilla. Tiene crecimiento lento a pleno sol, pero mayor sobrevivencia que otras maderables nativas (Standley, 1930; Berg, 1972; López, 1987; Geilfus, 1989; Chavelas, 1990).

Usos: Arbol de uso múltiple, produce madera de buena calidad utilizada en ebanistería, para cabos de herramientas, maquinaria rural y construcciones interiores. Frutos y hojas comestibles. De la pulpa se hacen jaleas y de sus semillas se prepara una bebida similar al chocolate y al café. Puede comerse como nuez. El látex lechoso se diluye en agua para sustituir la leche, que junto con las semillas aumentan la secreción láctea de las madres lactantes y vacas en producción. Da excelente forraje para animales domésticos y silvestres, sobre todo en el verano donde puede suministrarse como alimento único. La resina se utiliza para hacer bujías. Puede plantarse como ornamental, cerca viva, cortina rompeviento, sombra para café y en sistemas silvopastoriles y agroforestales. Como medicinal, se utiliza para el asma y la bronquitis. (Standley, 1930; Berg, 1972; Combe, 1984c; Cevallos, 1987; López, 1987; Geilfus, 1989; Chavelas, 1990; Brito *et al.*, 1990; Ramos y Amo, 1990).

Formas de reproducción: Se reproduce por semilla, la cual tiene variación ecoclinal en el tamaño y la energía asignada a las raíces de las plántulas, ya que el tamaño de la semilla aumenta en relación a la sequedad del hábitat y a su origen geográfico. Esta plasticidad fenotípica del ramón puede ser consecuencia de probables déficits hídricos por períodos secos prolongados durante el establecimiento y fase inicial de crecimiento, provocando variabilidad en el fenotipo y sobrevivencia de la

especie. Las semillas pierden rápidamente su poder germinativo. También es plantado por estacas, y se establece con distanciamientos entre 4 y 6 m entre hileras. En parcelas forrajeras intensivas se establece de 1,5 a 2 m entre surco y de 25 a 30 cm entre plantas (Cevallos, 1987; López, 1987; Geilfus, 1989).

**Nacacolo: *Caesalpinia coriaria* Jacq., Willd.
(LEGUMINOSAE - CAESALPINIOIDIAE)**

Sinónimos: *Poiciana coriaria* Jacq.; *Libidibia coriaria* Jacq., Willd.; *Caesalpinia thomaea* Sprengel.

Otros nombres: Dividives, Nacacolotl, Nacacolote, Ticano, Dividivi, Cascalote, Barano, Ichi.

Origen y distribución: Desde el sur de México hasta el norte de Sur América, e islas de las Antillas. Actualmente distribuido en todo el mundo tropical. Propio de Bosque Seco Tropical del litoral Pacífico, creciendo hasta los 1000 msnm (Correa y Bernal, 1990; Stewart *et al.*, 1992).

Descripción: Arbol de 6 a 15 m de altura, perenne, sin espinas, torcido y muy ramificado. Las flores son pequeñas, amarillas, fragantes, con vainas oblongas hasta de 6 cm de largo y 2 cm de ancho, aplanada, muy enrollada, y aparentemente indehiscente (Marzocca, 1959; Correa y Bernal, 1990).

Usos: Sombra, forraje, leña, y construcción. Utilizado para teñir huacales, jícaras, artesanías y fibras textiles, y para fabricar tintas de alta calidad. Se utiliza para curar redes de pesca y dar consistencia a los lodos de las perforaciones petroleras en terrenos de baja cohesión. El valor curtiente lo tienen las vainas (50% taninos). Un árbol puede producir hasta 300 libras de vainas por año, con una producción casi indefinida. Util en suelos de zonas secas no aptos para cultivos agrícolas. Las semillas tienen uso medicinal, son astringentes y se utilizan para curar hemorroides, enjuagues bucales, fortalecimiento de dientes, evitar caries, antidiarréico y dolor de muelas (Calderón y Standley, 1941; Pérez-Arbeláez, 1956; Marzocca, 1959; Correa y Bernal, 1990; Flores y Reiche, 1990; Stewart *et al.*, 1992).

Formas de reproducción: Se propaga por semillas (22 mil por kg) que tienen buena germinación. Pueden ser escarificadas sumergiéndolas en agua fría por 24 horas (Stewart *et al.*, 1992).

**Pintadillo: *Caesalpinia eriostachys*.
(LEGUMINOSAE - CAESALPINIOIDIAE)**

Sinónimo: *Poincianella eriostachys* Benth.

Otros nombres: Cuayancuavo, Iguanero, Iguano, Iguana.

Origen y distribución: Desde el norte de México hasta Costa Rica y Cuba. Especie de Bosque Seco Tropical, principalmente en la zona del Pacífico, en la parte plana costera hasta los 700 msnm (Stewart *et al.*, 1992).

Descripción: Arbol de 5 a 10 m, con flores amarillas en panículas. Las vainas contienen de 2 a 6 semillas y son aceitosas, oblongas, curvadas y dehiscentes (Calderón y Standley, 1941; Stewart *et al.*, 1992).

Usos: Leña, cercas vivas y forraje. Se afirma que las semillas paralizan a los animales que las comen (Calderón y Standley, 1941; Flores y Reiche, 1990; Stewart *et al.*, 1992).

Formas de reproducción: Se reproduce por semillas (4 a 6 mil/kg) con germinación variable. Se usan diferentes métodos de pretratamiento, entre los cuales se encuentra la escarificación manual. La recolección es crítica porque las vainas maduran rápidamente y se abren en la estación seca 6 semanas después de la floración, por lo que deben recogerse del suelo (Stewart *et al.*, 1992).

**Chicasquil Fino: *Cnidoscolus aconitifolius* Mill., J.M.J.
(EUPHORBIACEAE)**

Sinónimos: *Jatropha aconitifolia* Mill.; *J. papaya* Medik.

Otros nombres: Chicasquil (Costa Rica), Chaya, Chayo, Copapayo, Chichicaste (Guatemala), Chaidra, Chaira, Papayillo (El Salvador).

Origen y distribución: Nativo desde el sur de México hasta Panamá. De elevaciones bajas a bajo-medianas (hasta 1300 msnm), en climas secos o húmedos; generalmente plantado cerca de las casas (Standley y Steyermark, 1949; Holdridge y Poveda, 1975; Morales, 1986).

Descripción: Arbusto de 3 a 5 metros de alto, con savia lechosa, a veces con agujones en el tronco y con pubescencia irritante en las hojas y frutos. Hojas grandes y palmeadas, con pecíolos de 10 a 20 cm de largo. Flores blancas en inflorescencias con

pedúnculos largos. Los frutos son cápsulas. Las formas cultivadas de esta especie se presentan libres de pelos irritantes, ocurriendo lo contrario con formas silvestres (Standley y Steyermark, 1949; Holdridge y Poveda, 1975; Morales, 1986; Mejía, 1991).

Usos: En cercas vivas, y se acostumbra a sembrar en patios o jardines para consumo humano de las hojas tiernas (cocidas). Como medicinal para úlceras (Standley y Steyermark, 1949; Holdridge y Poveda, 1975; Morton, 1981; Morales, 1986; Mejía, 1991).

Formas de reproducción: Se reproduce bien por estaca. Rara vez fructifica (Mejía, 1991).

**Chicasquil Ancho: *Cnidoscolus chayamansa* McVaugh.
(EUPHORBIACEAE)**

Otros nombres: Chicasquil, Chayamansa, Chay, Chaya, Chaya col, Kiki-chay.

Origen y distribución: Nativa de Yucatán, México, e introducida en Cuba, Florida y América Central (NAS, 1975; Morton, 1981).

Descripción: Arbusto de 3 metros de altura, con savia lechosa, ramas extendidas con 1 cm de grosor en la punta y con pubescencia urticante. Hojas anchas con un largo de 10 a 16 cm y un ancho de 4 a 8 cm, con 3 lóbulos. Los pecíolos tienen pubescencia urticante. Las flores son tubulares, de 10 mm de largo, blancas, en inflorescencias con pedúnculos de 10 a 25 cm de largo (Standley y Steyermark, 1949; NAS, 1975; Morton, 1981).

Usos: Las hojas son cocinadas y consumidas desde Yucatán, hasta América Central y Florida. Los pelos urticantes que causan irritación son eliminados con la cocción. Las hojas frescas contienen glicósidos hidrocianicos que son tóxicos, pero son inactivados con la cocción. Como medicinal es laxante, diurético, en arterioesclerosis, mejora la función del hígado, los intestinos, y la circulación (Standley y Steyermark, 1949; Díaz-Bolio, 1974; NAS, 1975; Morton, 1981).

Formas de reproducción: Se reproduce muy bien por estacas y sobre todo cuando son leñosas. Produce follaje a los 2 o 3 meses de sembrada. Tolerancia a la sequía y las altas precipitaciones, respondiendo bien en el crecimiento (NAS, 1975).

**Tigüilote: *Cordia dentata* Vahl.
(BORAGINACEAE)**

Sinónimos: *C. alba* Jacq., Roem., Schult.; *Varronea alba* Jacq.; *V. calyptrata* D.C.

Otros nombres: Gomo blanco, Tihuilote, Tigüilote negro, Cebito, Cuajaro, Uvito, Murciélago, Biyuyo, Babosa, Caulote, Cereza Blanca, Chachalaco, Goma, Flor de ángel, Jigüilote, Muñeco blanco, Palo de chacha, Uva gomosa, Uvillo.

Origen y distribución: Nativo y abundante desde el sur de México, a través de América Central, hasta Venezuela e Indias Occidentales. Común de zonas secas y calientes (Morton, 1981).

Descripción: Arbol de 5 a 10 m de alto, de frutos blancos translúcidos y mucilaginosos, de hojas elípticas, flores en racimos, ligeramente amarillentas y fragantes (Stahl, 1936; Calderón y Standley, 1941; Pérez-Arbeláez, 1956; Choussy, 1977; Morton, 1981).

Usos: Arbol de uso múltiple, empleado para cercas vivas, sombra, forraje, leña, y para consumo humano. El fruto mucilaginoso es utilizado para pegar papel de cigarrillo y como goma. Como medicinal, las flores son usadas como sudoríficas, para reducir edemas, durante el embarazo y alumbramiento, para la inflamación de ojos, diarrea y como emoliente (Calderón y Standley, 1941; Pérez-Arbeláez, 1956; Choussy, 1977; Morton, 1981; Flores y Reiche, 1990; Heckadon, 1990).

Formas de reproducción: Se reproduce por estaca (Calderón y Standley, 1941; Choussy, 1977; Landaverde y Nolasco, 1988).

**Jícaro: *Crescentia alata* H.B.K.
(BIGNONIACEAE)**

Otros nombres: Morro, Morrito, Cutuco, Cuchara, Cuatecomate, Cirian, Palo de morro.

Origen y distribución: Desde México hasta Colombia. Propio de tierras planas bajas, encontrándosele asociado con pastos, poáceas, y ciperáceas, en las zonas secas del litoral Pacífico (Calderón y Standley, 1941; Choussy, 1975; Choussy, 1976).

Descripción: Arbol de poca altura con corona deprimida, flores grandes, pardo-rojo oscuras, que nacen del tronco y ramas,

grandes y acampanadas. Los frutos son de 7 a 15 cm de diámetro, de forma esférica o alargada (Calderón y Standley, 1941; Choussy, 1975; Choussy, 1976; Solares, 1990).

Usos: Arbol de uso múltiple y tradicional. Su fruto se usa como recipiente para almacenar y llevar agua y fabricar instrumentos musicales como caramba y maracas. Los frutos de 9 a 15 cm de diámetro son destinados a uso medicinal, y los de 7 a 9 cm, con forma esférica, para uso artesanal al igual que la madera. La pulpa de la fruta es purgativa y sirve de alimento para el ganado vacuno. Las semillas son usadas para consumo humano, principalmente como bebida natural y es usada como materia prima para elaboración de alimentos balanceados para animales. También es usado como leña y asociada con pasto para sombra y forraje, y a veces utilizado como poste vivo (Calderón y Standley, 1941; Choussy, 1975; Choussy, 1976; Russo, 1984; Landaverde y Nolasco, 1988; Landaverde, 1989; Flores y Reiche, 1990; Heckadon, 1990; Solares, 1990).

Formas de reproducción: Se reproduce con abundancia por semillas sexuales en regeneración natural que son escarificadas por el estómago del ganado, los cuales las dispersan. Además, se reporta que puede reproducirse por estaca. Sin embargo, las plantaciones que se encuentran en los potreros y llanos son de regeneración natural (Calderón y Standley, 1941; Choussy, 1975; Landaverde y Nolasco, 1988).

**Poró Enano: *Erythrina berteroana* Urb.
LEGUMINOSAE - PAPILONOIDEAE (Faboideae)**

Otros nombres: Machetico, Amapola de cerco, Bucayo sin espinas, Bucayo enano, Cresta de gallo, Coralillo, Pito, Miche, Gallito, Matacaiman, Piñón, Piñón de cerca, Piñón de España, Pitón.

Origen y distribución: Nativo de México a Colombia, en alturas hasta los 2000 msnm, tanto en zonas húmedas como secas (Ruberté y Martín, 1975; Morton, 1981; Morales, 1986; Geilfus, 1989).

Descripción: Arbol pequeño de hasta 10 m de altura, con muchas espinas, hojas decíduas, alternas, de 5 a 32 cm de largo, trifolioladas, flores tubulares (Morton, 1981).

Usos: Especie de uso múltiple, como ornamental, cercas vivas, verjas, alimenticia (se comen las hojas y las flores tiernas); de sus

semillas se fabrican artesanías; la corteza da tinte color amarillo para teñir textiles y la madera es usada para hacer máscaras. Como medicinal se usa para inducir el sueño; para curar enfermedades nerviosas, hemorragias, disenterías y problemas menstruales. Las semillas son venenosas o narcóticas ya que atacan el sistema nervioso por la presencia de alcaloides (Ruberté y Martín, 1975; Morton, 1981; Morales, 1986; Geilfus, 1989; Zendejas, 1990).

Formas de reproducción: Se reproduce por semillas y por estacas, las cuales enraizan fácilmente (Ruberté y Martín, 1975; Morales, 1986; Geilfus, 1989).

**Poró Gigante: *Erythrina poeppigiana* Walp., Cook.
LEGUMINOSAE - PAPILONOIDEAE (Faboideae)**

Sinónimo: *E. micropterys* Poeppig.

Otros nombres: Poró, Pito extranjero, Búcaro.

Origen y distribución: Originario de Colombia y Venezuela, de bosques húmedos y cálidos (Calderón y Standley, 1941; Geilfus, 1989)

Descripción: Arbol de hasta 35 m de altura, que produce gran cantidad de follaje, soporta podas bajas y altas. Puede perder las hojas en la estación seca, no resiste vientos fuertes, sus ramas son quebradizas y contiene gran cantidad de espinas (Geilfus, 1989)

Usos: Arbol de uso múltiple, empleado para sombra de café, en asociación con pastos, en cultivo en callejones, cercas vivas, para protección del suelo, mejoramiento de la fertilidad del suelo. Se usa en sistemas silvopastoriles como sombra y forraje, sombra de cultivos y para hacer máscaras y collares. Sus semillas son venenosas por alto contenido de alcaloides. Como medicina se utiliza para espasmos y rigidez muscular (Calderón y Standley, 1941; Ruberté y Martín, 1975; Russo, 1984; Combe, 1984a; Combe, 1984b; Combe, 1984c; Geilfus, 1989; Zendejas, 1990).

Formas de reproducción: Se reproduce por semillas y por estacas, las cuales enraizan fácilmente. La regeneración natural se da principalmente por semilla sexual (Ruberté y Martín, 1975; Morales, 1986; Geilfus, 1989).

**Madero Negro: *Gliricidia sepium* Jacq., Walp.
LEGUMINOSAE - PAPILONOIDEAE (Faboideae)**

Sinónimos: *Robinia sepium*; *R. maculata*; *R. rosea* Mill., Gar.; *Lonchocarpus sepium*; *L. maculatus*; *G. lambii*; *G. maculata*.

Otros nombres: Piñón cubano, Madre cacao, Madre de cacao, Piñón amoroso, Bienvestida, Matarratón, Cacaonance, Balo, Padilla, Yucarratón, Palo de hierro, Madriado, Kakahuananche, Cocoite, Cacajua, Madrial, Bala, Madero colorado, Rabo ratón, Yaite, Cante, Camsin, Matasarna.

Origen y distribución: Nativo de zonas bajas de México y América Central, hasta Colombia y Venezuela. En forma natural se le encuentra en clima subhúmedo con precipitaciones de 500 a 1500 mm/año y alturas hasta los 1600 msnm, pero generalmente por debajo de los 500 msnm. Se ha difundido en la zona tropical de América, África, Australia y sureste de Asia, donde se ha naturalizado tanto en zonas secas como húmedas (Morton, 1981; Morales, 1986; Geilfus, 1989; CATIE, 1991b; Stewart *et al.*, 1992).

Descripción: Arbol mediano de 7 a 15 m de altura, de copa extendida y rala, tronco torcido y ramificado, las hojas están compuestas de 7 a 17 foliolos puntiagudos. Las flores son de color rosado, agrupadas en racimos, las vainas miden hasta 15 cm de largo, contando de 3 a 8 semillas planas, y salen de los nudos defoliados. Es caducifolio (Calderón y Standley, 1941; Pérez-Arbeláez, 1956; Morton, 1981; Morales, 1986; Geilfus, 1989; CATIE, 1991b; Stewart *et al.*, 1992).

Usos: Arbol de uso múltiple, utilizado para sombra en potreros y cultivos, cercas vivas, cortina rompeviento, ornamental, postes, madera para varios usos, leña, carbón, construcciones rurales, forraje para ganado, soporte vivo, cultivo en callejones, melífera, restaurador de suelo, abono verde, control de roedores, cama en nidos de gallineros rústicos para quitar parásitos, reduce el comején en plantaciones de té, control de malezas por alelopatía; flores y hojas comestibles por el hombre, combate "conchuela del frijol" (*Epilachna varivestis*). Como medicina se utiliza para curar úlceras, tumores, afecciones de la piel, hongos, sarna, dolor de cabeza, erisipela, expectorante, insolaciones, febrífugo, tifoidea, enfermedades estomacales, gonorrea, estimulante para el sueño y malaria. Para caballos y perros las hojas son venenosas (Standley, 1930; Calderón y Standley, 1941; Pérez-Arbeláez, 1956; Ruberté y Martín, 1975; Morton, 1981; Beer *et al.*, 1984; Combe, 1984a; Combe, 1984b; Russo, 1984; Morales, 1986;

Geilfus, 1989; Flores y Reiche, 1990; Heckadom, 1990; Rodríguez y Lagunes, 1990; CATIE, 1991b; Stewart *et al.*, 1992).

Formas de reproducción: Puede reproducirse por semillas (6 a 8 mil por kg), que tienen más del 90% de germinación, son de fácil recolección y pueden conservarse hasta por un año. La reproducción por estacas es la más usual, se plantan al final del verano en zonas con estación seca definida o en cualquier tiempo en zonas húmedas. Se utilizan estacas de 2 a 3 m de largo y entre 4 y 10 cm de diámetro, con una edad de 1 a 2 años. Pueden plantarse acostadas como la caña de azúcar. La plantación por estacas tienen un buen porcentaje de sobrevivencia (Geilfus, 1989; CATIE, 1991b; Stewart *et al.*, 1992; Chana, 1993; Viquez, 1993).

**Guácimo: *Guazuma ulmifolia* Lam.
(STERCULIACEAE)**

Sinónimos: *G. guazuma* L., Cock.; *G. tomentosa* H.B.K.; *G. ulmifolia* var. *tomentosa* H.B.K.; *Theobroma guazuma* L., Poveda; *G. polybotrya* Cav.

Otros nombres: Caulote, Chicharrón, Guacimillo, Guácimo blanco, Tablote, Majagua de toro, Tapaculo, Papayillo, Bolaina negra, Coco, Cambaca, Cabeza de negro, Palate negro, Guácimo común, Agüiche, Marmelero, Cambacau, Caca de mico, Guácima.

Origen y distribución: En América continental desde México hasta la Argentina, y en las Antillas. Común en áreas deforestadas, potreros, sitios abiertos, márgenes de ríos, bosques secundarios, áreas secas y húmedas, laderas montañosas y terrenos planos. En bosques primarios se encuentran árboles adultos en densidades bajas, pero con distribución homogénea. Se adapta a diferentes condiciones ambientales, en el Pacífico crece hasta los 1000 msnm. Sin embargo, es más frecuente por debajo de los 500 msnm en regiones con estación seca definida (Geilfus, 1989; Robineau, 1989; CATIE, 1991a).

Descripción: Arbol de 4 a 10 m de altura, que puede crecer hasta 20 m en bosques primarios y alcanzando hasta 60 cm de diámetro. Son siempre verdes, de flores pequeñas amarillas. Frutos globosos, secos, de cortas prominencias, con pulpa dulce, lleno de semillas duras. Ramas extendidas horizontales o ligeramente colgantes, con hojas alternas en dos hileras,

oblongas a ancho-ovaladas. Corteza gruesa, agrietada, áspera, fibrosa, ligeramente amarga y se desprende en tiras (Standley, 1930; Calderón y Standley, 1941; Pérez-Arbeláez, 1956; Choussy, 1975; Geilfus, 1989; Robineau, 1989; CATIE, 1991a).

Usos: Especie de uso múltiple, como árbol de sombra en potreros, cercas vivas, cortina rompeviento, rompefuegos de ferrocarriles, melífera, forrajera, leña, fibras para sogas, como gallinero y alimento humano (fruto y mucílago). La madera es usada para interiores, construcción, confección de muebles, cajas, mangos de herramientas, culatas de fusil, hormas para zapatos, violines, carbón para pólvora, construcción de carrocerías, pulpa y papel. El mucílago se utiliza para limpiar y concentrar impurezas en la fabricación del dulce, para afeitarse, peinarse y fabricación de goma. Las cenizas para lejía de nixtamal. Las semillas se muelen para preparar alimentos balanceados para animales. Como medicina, se usa como diurético, problemas estomacales (diarrea y disentería), padecimientos ginecológicos, astringente, contusiones, resfriados, tos, gripe, fracturas, febrífugo, antivenéreo, depurativo, y contra el sarampión (Standley, 1930; Calderón y Standley, 1941; Pérez-Arbeláez, 1956; Choussy, 1975; Beer *et al.*, 1984; Russo, 1984; Geilfus, 1989; Robineau, 1989; Aguilar *et al.*, 1990; Flores y Reiche, 1990; CATIE, 1991a).

Formas de reproducción: Se propaga por semillas (225 mil por kg) con una germinación aceptable (60-80%) después de remover el mucílago y escarificarlas. Pueden ser conservadas hasta por un año. Se reproduce también por estacas, pseudoestacas y por plántulas a raíz desnuda (Pérez-Arbeláez, 1956; Geilfus, 1989; CATIE, 1991a).

**Chichipín: *Hamelia patens* Jacq.
(RUBIACEAE)**

Sinónimos: *H. erecta* Jacq.

Otros nombres: Cuetillo, Hierba del cáncer, Flor de cangrejo, Hierba de erisipela, Achiotillo colorado, Canuto, Añileto, Azulillo, Bálsamo, Chichipince, Clavito, Coloradillo, Sisipince.

Origen y distribución: Nativo desde el sur de Florida, Bahamas, las Antillas, Martinica, Trinidad y Tobago, y desde el sur de México hasta Bolivia, Perú y Paraguay. Crece hasta 1000 msnm. Arbusto colonizador en los claros que se abren en los bosques, pero raramente llegan a ser abundantes en estos hábitats

(Calderón, 1941; Standley y Williams, 1975; Morton, 1981; Morales, 1986).

Descripción: Arbusto de 1 a 4,5 metros de altura, de ramas café a grisáceas, con flores tubulares anaranjadas o rojas. Hojas opuestas de 6 a 20 cm de largo, y de 2 a 9 cm de ancho, delgadas, verdes con la vena central roja, con pecíolos rojos de 5 cm de largo; ligeramente pilosas sobre la superficie y suave en el envés. Flores tubulares de 5 lóbulos, con vellosidad abundante, de 1 a 1,5 cm de largo, en racimos terminales de 5 a 10 cm de ancho. Frutos elípticos a redondeados de color rojo o rojo-púrpura, de 6 a 10 mm de largo, succulentos y ácidos, que contienen pequeñas semillas café o amarillas (Calderón, 1941; Standley y Williams, 1975; Morton, 1981).

Usos: Ornamental en parques y jardines de tierras altas, en donde no crece en forma natural. Frutos comestibles y usados en bebidas fermentadas. Los tallos y hojas se han usado en curtiembres. Utilizada en medicina doméstica para la sarna, inflamaciones, diurético, dolores de estómago, desórdenes menstruales, del útero, ovarios y vaginales, enfermedades de la piel, reumatismos; limpieza de llagas, ulceraciones y heridas, disenterías crónicas, dolor de cabeza (Calderón y Standley, 1941; Standley y Williams, 1975; Morton, 1981; Morales, 1986).

Clavelón: *Hibiscus rosa-sinensis* (MALVACEAE)

Otros nombres: Clavel (América Central), Sangre de Cristo, Amapola, Pavón (Puerto Rico), Cayena (Rep. Dominicana), Tulipán (México), Campana, Papo (Panamá), Resucito (Colombia), Bonche, Mar Pacífico, Borrachona, Candela, Carta abierta, Cajena, Clavel de Panamá, Flor de chivo, Hibisco, Malva de China, Pavona, Resucitado, Rosa china.

Origen y distribución: Originaria de China o Japón (Asia Tropical), ampliamente distribuida en todas las áreas tropicales y subtropicales húmedas como ornamental. Se encuentra desde el nivel del mar hasta 2300 msnm; resiste heladas leves (Calderón, 1941; Morton, 1981; Morales, 1986; Geilfus, 1989).

Descripción: Arbusto de 3 a 5 metros de altura, ramificado, con hojas puntiagudas, de 8 a 12 cm de largo por 3 a 4 cm de ancho. Produce flores vistosas, de color rojo, rosado, o blanco, sencillas o dobles, en forma de campana (Calderón, 1941; Morales, 1986; Geilfus, 1989).

Usos: Común como ornamental, cercas vivas, cortina rompevientos y forraje. Puede podarse a varias alturas y se mantiene muy densa todo el año. Las flores, corteza y raíz tienen propiedades medicinales para resfríos, influenza, asma, tos, ronqueras, febrífugo, inflamación de ojos, hernias y heridas (Morton, 1981; Morales, 1986; Geilfus, 1989).

Formas de reproducción: Florece todo el año. Se reproduce fácilmente por estacas y es de crecimiento rápido (Geilfus, 1989).

**Chaperno: *Lonchocarpus guatemalensis* Benth.
LEGUMINOSAE - PAPILONOIDEAE (Faboideae)**

Sinónimos: *L. rugosus*, *L. minimiflorus* Donn. Smith.

Otros nombres: Chapelno hediondo, Cincho, Palo de gusano, Habin, Sibicte, Matabuy, Arripín.

Origen y distribución: Nativo de México y Guatemala. Crece en elevaciones bajas pero se le encuentra hasta los 1400 msnm, de Bosque Húmedo Tropical con estación seca (Calderón y Standley, 1941; Morales, 1986; Ceballos, 1987).

Descripción: Arbol de 3 a 10 m o más, de flores morado claro (Calderón y Standley, 1941).

Usos: Tintes para textiles, madera para construcción diversa, leña, carbón, cercas. De la corteza se hacen aros y cinchos para fabricación de quesos. Los brotes jóvenes son comidos por el ganado. Tiene factores antinutricionales que sin embargo, son neutralizados si se le trata adecuadamente o es utilizado en dosis bajas (Calderón y Standley, 1941; Pérez-Arbeláez, 1956; Morales, 1986; Ceballos, 1987).

Amapola: *Malvaviscus arboreus* Cav.

Varietades: *arboreus*, *brihondus*, *mexicanus*, *penduliflorus*
(MALVACEAE)

Otros nombres: Amapolilla, Arito, Bizil, Quesito, Capuchito, Capuyito, Chilillo, Civil, Clavel encarnado, Estrella de Panamá

Origen y distribución: Nativo en las Antillas, Texas, Florida y México, América Central hasta el noroeste de América del Sur (Perú y Brasil). Crece en elevaciones hasta 2100 msnm, con

climas de secos a muy húmedos (Holdridge y Poveda, 1975; Morton, 1981).

Descripción: Arbusto de 1 a 10 metros de altura, con flores rojas. Hojas con pecíolos largos, más o menos igual de anchas que largas, pubescentes y con el borde dentado; flores rojas de 2 a 7 cm de largo. Los frutos son cápsulas que parecen bayas, comestibles, pero sin sabor especial (Calderón, 1941; Holdridge y Poveda, 1975; Morton, 1981; Morales, 1986).

Usos: Predomina como ornamental, cerca viva, barrera viva, para artesanías y forraje. Como medicina las hojas, las flores, y las raíces se usan para trastornos estomacales, cistitis, diarreas infantiles y crónicas, febrífugo, dar brillo al pelo, llagas en los labios, aftas, disentería, enfermedades respiratorias, dolores de garganta y tienen acción emoliente (Calderón, 1941; Morton, 1981; Morales, 1986).

Formas de reproducción: Predomina la reproducción por estacas por su facilidad de manejo y alto porcentaje de prendimiento.

Morera: *Morus alba* L. (MORACEAE)

Sinónimo: *M. nigra*

Otros nombres: Amoreira (Brasil), Maulbeerbaum (Alemán), Mulberry (Inglés), Kurva, Tut (Africa).

Origen y distribución: *Morus alba*, de la China; *Morus nigra* de Irán. Arbusto de zona templada, pero su cultivo se ha extendido a todo el mundo y se le considera cosmopolita, estableciéndose desde el nivel del mar, hasta los 2500 msnm. Existen muchas variedades en los trópicos (Calderón y Standley, 1941; Ruberté y Martín, 1975; Geilfus, 1989).

Descripción: Arbol o arbusto pequeño con hojas verde claro, brillosas, con venas prominentes, blancuzcas por abajo, la base de las hojas es asimétrica, las ramas grises a grises-amarillentas. Frutos de color morado y blanco, miden de 2 a 6 cm de largo y son dulces (Geilfus, 1989).

Usos: Principal uso como alimento para el gusano de seda. El fruto es apreciado en países mediterráneos, el follaje es excelente para animales domésticos. Es plantada en caminos y carreteras para formar sombras y como ornamental, las hojas tiernas son comestibles y las consumen las madres lactantes. Usada como

medicina en China para tratamiento de diabetes (Calderón y Standley, 1941; Pérez-Arbeláez, 1956; Ruberté y Martín, 1975; Geilfus, 1989).

Formas de reproducción: Se reproduce bien por semillas (400 mil por kg), aunque es poco usado por su lento establecimiento. Las semillas deben escarificarse previamente en agua fría durante 4 días y la tasa normal de germinación es de 10 al 20%. El principal método de reproducción es por estacas de 25 a 30 cm de largo con 3 o 4 yemas, que es fácil y tiene un porcentaje alto de sobrevivencia (mayor del 80%). El uso de hormonas vegetales (auxinas) antes de la plantación permite un rápido enraizamiento y mayor porcentaje de sobrevivencia. También se utiliza el injerto (Bonilha, 1961; Paolieri, 1965; Ruberté y Martín, 1975; Alcántara *et al.*, 1983; Geilfus, 1989).

**Sauco Amarillo: *Sambucus canadensis* L.
(CAPRIFOLIACEAE)**

Sinónimo: *S. canadensis* (L.) var. *laciniata* (A.Gray); *S. simpsonii* (Reh. y Sarg.); *S. intermedia* (Carr.) var. *insularis* (Schw.); *S. oreopola* (Donn.Sm.); *S. canadensis* var. *oreopola* (Reh. y Sarg.); *S. canadensis* var. *submollis* (Reh.).

Otros nombres: Sauco, Sauco blanco, Sauco amarillo, Tlacha, Tunalj.

Origen y distribución: Nativo desde Canadá hasta Panamá, las Antillas Mayores y ha sido introducida en Sur América. Común en charrales y cercas vivas a lo largo de caminos, desde los 1300 hasta los 3700 msnm. De climas húmedos a pluviales (Holdridge y Poveda, 1975; Nash y Dieterle, 1976; Bernal y Correa, 1990).

Características botánicas: Arbusto perenne de hasta 4 metros en zonas templadas, y en zonas tropicales y subtropicales crece hasta los 12 metros. Hojas con 9 a 11 foliolos dentados, o comúnmente con pinnas de 2 o 3 foliolos en la parte basal de la hoja, oblongo-lanceoladas o elípticas, de 4 a 19 cm de longitud. Pubescente en las venas, con 4 a 5 nervaduras a cada lado de la nervadura central y con pecíolo corto. Inflorescencia en umbela con pedúnculos de hasta 16 mm, flores blancas, fragantes y pequeñas. Frutos maduros de color púrpura a negro, de 5 a 8 mm de diámetro. Se reproduce bien por estaca, con un porcentaje de prendimiento superior al 90%, presentando buena capacidad de rebrote al ser podado (Holdridge y Poveda, 1975;

Nash y Dieterle, 1976; Morales, 1986; Bernal y Correa, 1990; Araya y Benavides, 1992).

Usos: Cercas vivas, ornamental, repelente e insecticida y su fruto se emplea en la fabricación de mermelada. Como medicinal las hojas, flores, frutos, y raíces sirven para aliviar el dolor de golpes, curar contusiones y torceduras, dispepsia, laxante, antitusivo, dolor de garganta, cáncer e inflamación de los senos, resfriados, antihelmíntico, diurético, estimulante y sudorífico (Bernal y Correa, 1990; Araya y Benavides, 1992).

**Sauco Negro: *Sambucus mexicana* Presl.
(CAPRIFOLIACEAE)**

Sinónimos: *S. mexicana* var. *bipinnata* Schwerin; *S. bipinnata* Schl. y Cham.; *S. simpsonii* Rehder; *Aralia sololensis* Donn. Sm.

Otros nombres: Sauco (Costa Rica), Sauco colorado, Sauco extranjero (Guatemala), Coyopa, Elder, Sureau, Bahman, Cumdemba.

Origen y distribución: Nativo de México y distribuido desde el suroeste de los Estados Unidos (Texas, Louisiana, Georgia y Florida), hasta América Central, las islas del Caribe, Perú y Venezuela, también en Hawaii y Malasia. De elevaciones entre 800 y 3900 m de altura, con climas húmedos a muy húmedos. Requiere suelos profundos (Holdridge y Poveda, 1975; Nash y Dieterle, 1976; Morton, 1981; Morales, 1986; Geilfus, 1989).

Descripción: Arbusto de 2 a 7 m de altura, y de tronco torcido. Las hojas son compuestas de 5 a 9 folíolos oblongos o lanceolados y dentados. Produce flores en racimos, pequeñas y blancas o crema, olorosas. Los frutos son pequeñas bayas redondas, de color negro-purpúreas, jugosas, con 3 a 5 semillas (Calderón, 1941; Holdridge y Poveda, 1975; Nash y Dieterle, 1976; Morton, 1981; Geilfus, 1989).

Usos: La madera se usa para construcción, herramientas y leña. Como cerca viva, rompevientos y para sombra, cultivo en callejones, abono verde. Los frutos se consumen en mermeladas, dulces, vinos, licores y vinagres. La planta ha sido considerada tóxica como forraje para bovinos, pero no representa peligro para la alimentación de cabras. Como medicina, las hojas, flores, raíces, tallos se utilizan como purgativo, dolor de cabeza, vomitivos, diurética, dolor de estómago, enfermedades del pecho, aumentar el flujo de leche materna, lavado de ojos,

expectorante, sudorífico, fiebre, reumatismo, sífilis, resfríos, sarampión, varicela, fiebre escarlata, úlceras, llagas, diarrea, hemorragias (Holdridge y Poveda, 1975; Nash y Dieterle, 1976; Morton, 1981; Morales, 1986; Geilfus, 1989).

Formas de reproducción: Se propagan exclusivamente por estacas semi-leñosas, con un mínimo de 2 entrenudos, debido a que las semillas son estériles. La germinación de estacas gruesas y medianas es de un 70% aproximadamente (Geilfus, 1989; Ziller *et al.*, 1992).

**Jobo: *Spondias mombin* L.
(ANACARDIACEAE)**

Sinónimos: *S. lutea*; *S. aurantiaca* Thoen. y Schaum.; *S. axillaris* Roxb.; *S. cythera* Tussac.; *S. purpurea* L., var. *venulosa* Engler; *S. venulosa* Engler.

Otros nombres: Jocote jobo, Pitarrillo, Jocote, Jocote de invierno, Cancharana, Canyarana, Ciruelo, Ciruelo calentano, Ciruelo de Castilla, Ciruelo hobo, Ciruelo de hueso, Ciruelo de monte, Hobo, Jobo aristo, Jobo blanco, Jobo colorado, Jobo de Castilla, Jobo del Amazonas (Colombia), Jobillo, Jobo de perro (Puerto Rico), Jobo hembra, Ciruela amarilla (Cuba), Jobo de puerco (República Dominicana), Jobo jocote (Guatemala), Ciruela de monte (Honduras).

Origen y distribución: Desde México hasta Brasil y Perú. Arbol decíduo de bosque primarios tropicales secos y húmedos, muy común en terrenos anteriormente cultivados (barbecho) y de suelos livianos, hasta los 1500 msnm (Méndez Dos Santos, 1967; Correa y Bernal, 1989; Geilfus, 1989).

Descripción: Especie polimórfica en tamaño, forma. Con pubescencia en sus hojas. De hasta 30 m de altura. Decíduo, perenne, corteza gris, lisa o con fisuras levantadas. Hojas imparipinnadas, pétalos blanco amarillentos, infrutescencia con muchos frutos verdes, amarillos o anaranjados, oblongos a ovoides (Choussy, 1978; Correa y Bernal, 1989; Geilfus, 1989).

Usos: Es una especie de uso múltiple, que se cultiva para sombra en los potreros, cercas vivas, forraje, para consumo humano (frutos y hojas), ornamental y sombra de café. Se utiliza como pulpa para papel, fabricación de cajones, cajitas y palillos de fósforos, ebanistería, palancas, espátulas de uso médico, corteza para fabricar sellos (Méndez Dos Santos, 1967; Ruberté

y Martín, 1975; Choussy, 1978; Russo, 1984; Correa y Bernal, 1989; Geilfus, 1989). Como alimenticia, sus frutos son comidos crudos, en dulces, mermeladas, jugos, vinos y sorbetes. Sus hojas son comidas tiernas, crudas o cocidas. Además tiene uso medicinal las hojas, los frutos, la corteza y la raíz, como febrífugo, diurético, laxante, astringente, curar aftas bucales. Se usa como anticonceptivo, para metrorragias, polimenorreas, inflamaciones de rodillas, resfriados, limpiar heridas, combatir la gota, inflamaciones de encías, enfermedades del intestino y la vejiga (Méndez Dos Santos, 1967; Choussy, 1978; Correa y Bernal, 1989; Geilfus, 1989).

Formas de reproducción: Puede propagarse por semilla sexual lo que ocurre en la regeneración natural, pero plantado normalmente se utiliza la propagación vegetativa por medio de estacas hasta 3 m de largo, grandes y gruesas, de más de 1 año, obteniéndose buena sobrevivencia (Méndez Dos Santos, 1967; Ruberté y Martín, 1975; Choussy, 1978; Russo, 1984; Correa y Bernal, 1989; Geilfus, 1989).

**Jocote: *Spondias purpurea* L.
(ANACARDIACEAE)**

Sinónimo: *S. mombin*

Otros nombres: Jocote tronador, Sismoyo (Costa Rica), Ciruela, Jobillo (Puerto Rico), Pitarrillo (El Salvador), Hobo colorado (Colombia), Ciruela (Perú), Ambu, Cupu, Hobo, Ismoyo, Jocote iguanero, Tapiriba, Unum, Xobo, Yocote.

Origen y distribución: Es originaria de América Central, distribuida desde el sur de México a Panamá, y en Sur América de Perú a Brasil. Introducida a las Bahamas, Indias Occidentales, Africa Central, Florida y Filipinas. De clima tropical seco y húmedo, que se puede cultivar hasta 1800 m de altitud. No es exigente en suelos (Holdridge y Poveda, 1975; Morton, 1981; Morales, 1986; Geilfus, 1989; Robineau, 1989).

Descripción: Es un árbol bajo, no pasa de 15 m de altura, con hojas compuestas por 5 a 12 pares de folíolos, opuestos y alternos. Las flores son pequeñas, en panículas cortas, rojas o púrpuro-rojas, generalmente en las ramas gruesas. Los frutos son drupas rojas, púrpuras o amarillas; tienen de 2 a 5 cm de largo, con una semilla grande, elipsoides a obovoides (Holdridge y Poveda, 1975; Morton, 1981; Geilfus, 1989; Robineau, 1989).

Usos: El fruto se come crudo, hervido, seco, en jugos, vinos, licores, vinagres, en mermeladas y jaleas. Las hojas tiernas son comestibles. Se planta como cercas vivas y es buen forraje para los animales. La madera sirve para pulpa de papel, cajas y fósforos. Como medicina, las hojas, corteza, brotes tiernos, resina y jugo de frutas se usan para casos de fiebre, diarreas, disolver piedras de la vesícula, como vermífugo y diurético, para enfermedades de los ojos, como astringentes, como remedio para aftas, para tumores en infantes y en cataplasmas para úlceras. Para combatir disentería amebiana, para la ictericia, extraer espinas de los pies, antiespasmódico, para torceduras y traumatismos. Se ha usado para elaborar bebidas tóxicas (Hill, 1965; Holdridge y Poveda, 1975; Morton, 1981; Morales, 1986; Geilfus, 1989; Robineau, 1989; Gutiérrez y Carmona, 1990).

Formas de reproducción: Por estacas grandes de ramas, de 50 cm a 1 m de largo, que se entierran hasta 30 cm de profundidad al final de la estación seca. Se planta de 8 a 10 m de distancia. Su polen es poco fértil, por lo que las semillas son poco viables y tardan entre 1 y 2 meses para germinar (Correa y Bernal, 1989; Geilfus, 1989).

**Copal: *Stemmadenia donell-smithii* Rose.
(APOCYNACEAE)**

Otros nombres: Huevo de caballo, Cojón de burro, Cojón de mico.

Origen y distribución: Especie decídua nativa en zonas bajas secas y húmedas del sureste de México a Panamá, creciendo hasta 1500 msnm (Morton, 1981; Morales, 1986).

Descripción: Arbol de mediano a grande alcanzando 30 m de altura y 90 cm en diámetro. Copa umbelada o redondeada, con follaje denso y extendido, ramas ascendentes. Fuste recto, cilíndrico, base con gambas rectas simples. Tiene látex lechoso. Los frutos son grandes y pesados y producidos en tal abundancia que las ramas se doblan por el peso de los mismos (Morton, 1981; Morales 1986; Thirakul, s.f.).

Usos: Apropiaada para cajas y embalajes, construcción local, implementos agrícolas. El látex es empleado como chicle y se aplica para la meada de la araña de caballo, también como adhesivo en envolturas de cigarrillos. La corteza como remedio para el reumatismo y el dolor de dientes. El látex de la semilla se

utiliza para inflamaciones de los ojos (Morton, 1981; Morales, 1986; Thirakul, s.f.).

Formas de reproducción: Florece de diciembre a febrero; fructifica de febrero a marzo (Thirakul, s.f.).

**Ramón Colorado: *Trophis racemosa* L.; Urb.
(MORACEAE)**

Otros nombres: Ramón, Leche Marfa, Confitura, Ramón de vaca, Ramón de bestia, Ojushte, Ujushte, Chilujushte, Pilijushte.

Origen y distribución: Nativo de México, América Central y las islas del Caribe, en sitios similares al Ramón (*Brosimum alicastrum*). Crece hasta los 800 msnm. Se adapta a climas cálidos, húmedos, semihúmedos y áridos, creciendo bien en suelos calizos y rocosos (Calderón y Standley, 1941; Geilfus, 1989).

Descripción: Arbol de 12 a 15 m de alto, con hojas de 8 a 15 cm de largo. Flores en espigas, frutos pequeños y lisos, con fina capa carnosa alrededor de la semilla y de color rojo cuando es maduro (Calderón y Standley; 1941; Geilfus, 1989).

Usos: Similares a los del Ramón (*Brosimum alicastrum*).

Formas de reproducción: Por semilla y estacas (Geilfus, 1989).

Tora Morada: *Verbesina myriocephala* (COMPOSITAE)

Sinónimos: *V. gigantea* Jacq.; *V. pinnatifida* Sw.

Otros nombres: Chimaliote negro (El Salvador), Camomille Pays, Capita negra, Cerbatana

Origen y distribución: Nativo de México, América Central, Panamá, Haití, Jamaica, República Dominicana y Guadalupe. Común en matorrales húmedos a secos, en campos abiertos, sabanas, planicies, laderas y barrancos; frecuentemente de 120 a 1100 msnm, raramente hasta 3000 msnm (Nash y Williams, 1976; Morton, 1981).

Descripción: Arbusto anual, erecto, de 1 a 5 m de altura, raramente se ramifica debajo de la inflorescencia. Tallos delgados, rojizos a morados, angulosos, pubescentes cuando jóvenes. Hojas alternas, delgadas, de 15 a 20 cm de largo y 30 cm de ancho, con pecíolos anchos y alados, auriculados en la

base y delgados, con 3 a 7 lóbulos profundos, dentadas, verde oscuro, lisas arriba y por debajo pubescentes. Flores blancas y pequeñas, en inflorescencias que sobresalen de 10 a 30 cm, son anchas, de panículas redondas. Las semillas son negras, de 5 a 6 mm de largo, con vellos café y con alas pálidas (Nash y Williams, 1976; Morton, 1981).

Usos: Construcción de jaulas de pájaros y cercas vivas. Como medicinal para el dolor de estómago, vomitivo, espasmos musculares, tensión y dolor de dientes (Morton, 1981; Araya, 1991)

Formas de reproducción: Se reproduce bien por semilla botánica. No se reproduce bien por estaca (Strehle *et al.*, 1992).

**Tora Blanca: *Verbesina turbacensis* H.B.K.
(COMPOSITAE)**

Sinónimo: *V. nicaraguensis* Benth.

Otros nombres: Chimaliote, Chimaliote blanco, Camaliote (El Salvador), Pitaneja, Mango, Varilla blanca.

Origen y distribución: Nativo desde el sur de México hasta Colombia y Venezuela. Común en charrales (barbecho o guamiles), de elevaciones medias hasta los 1800 msnm, en climas de húmedos a muy húmedos (Holdridge y Poveda, 1975; Nash y Williams, 1976).

Descripción: Arbusto leñoso, de 1,5 a 5 metros de altura. Las hojas son grandes, hasta de 30 cm o más de largo, con pubescencia en el envés. Las flores blancas son pequeñas (2 a 4 mm), numerosas, en panículas grandes. Los frutos son pequeños, comprimidos y alados (Calderón, 1941; Holdridge y Poveda, 1975; Nash y Williams, 1976).

Usos: La varilla leñosa que produce ha sido utilizada para construcción de jaulas de pájaros (Araya, 1991).

Formas de reproducción: Se reproduce bien por semilla botánica. No se reproduce bien por estaca (Strehle *et al.*, 1992).

Bibliografía

- AGUILAR, J.; FLORES, J.S.; MEJIA, G. 1990. Estudio preliminar de plantas de la flora de Yucatán empleadas en el tratamiento de padecimientos ginecológicos. *In* Congreso Mexicano de Botánica (11., 1990, Morelos, Méx.). Programa y resúmenes. s.n.t. p. 267.
- Sólo resumen (Nº 276).
- ALCANTARA, P.B.; ALCANTARA, V.B.G.; ABRAMIDES, P.L.G. 1983. Aplicacao de auxinas e estimulantes no enraizamento de estacas de leucena, jureminha, guandu y amoreira. *Boletim de Industria Animal (Bra.)* 40(2):279-285
- ARAYA, J. 1991. Identificación de especies forrajeras de árboles y arbustos. *In* Seminario Internacional de Investigación en Cabras (1., 1991, El Zamorano, Hond.). Memoria. s.n.t. p.irr.
- ARAYA, J.; BENAVIDES, J.E. 1992. Efecto de la procedencia, posición en la rama y tipo de siembra, en la germinación de estacas de Sauco Amarillo (*Sambucus canadensis*) en Puriscal, Costa Rica. *In* Seminario Nacional de Producción Caprina (2., 1992, Chiquimula, Gua.); Seminario Centroamericano de Agroforestería con Rumiantes Menores (1., 1992, Chiquimula, Gua.). [Memoria]. s.n.t. s.p.
- Sin publicar.
- BEER, J.W.; ESPINOZA, L.; HEUVELDOP, J. 1984. Ejecución de una encuesta agroforestal: práctica de campo. *In* Investigación de Técnicas Agroforestales Tradicionales (1981, Quintana Roo, Méx.). Actas del curso. Ed. por J.W. Beer; E. Somarriba. CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico Nº 12. p. 46-51.
- BENAVIDES, J.E. 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras, en América Central: un enfoque agroforestal. *El Chasqui (C.R.)* Nº 25:6-35
- BERG, C.C. 1972. Flora neotrópica. Organization for Flora Neotropica (N.Y., EE.UU.). Monograph Nº 7. 229 p.

- BERNAL, H.Y.; CORREA, J.E. 1989. Especies vegetales promisorias, de los países del Convenio Andrés Bello. Bogotá, Col., PREVECAB-SECAB. Tomo 2, 462 p.
- BONILHA, N.A. 1961. A amoreira na alimentacao do bicho da seda. Campinas, Bra., Servico de Sericicultura. 171p.
- CALDERON, S.; STANDLEY, P.C. 1941. Flora Salvadoreña: lista preliminar de plantas de El Salvador. 2 ed. San Salvador, Salv., Imprenta Nacional. 450 p.
- CEBALLOS, J.M. 1987. Contenido nutricional de algunas leguminosas silvestres con potencial forrajero en la Península de Yucatán. *In* Congreso Mexicano de Botánica. (10., 1987, Guadalajara, Méx.). [Resúmenes]. s.n.t. p.irr.
Sólo resumen (Nº 64).
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Turrialba, C.R., National Academy of Scienses. 344 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991a. Guácimo, *Guazuma ulmifolia* Lam., especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico Nº 165; Colección de Guías Silviculturales Nº 9. 69 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991b. Madreado, *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica Informe Técnico Nº 180; Colección de Guías Silviculturales Nº 4. 79 p.
- CHAVELAS-POLITO, J. 1990. [El Ramón, Ox, Ojite, Capomo, o *Brosimum alicastrum* Sw. (Moracea)]. *In* Congreso Mexicano de Botánica (10., 1990, Morelos, Méx.). Programas y resúmenes. s.n.t. p. 234.
Sólo resumen (Nº 183).
- CHOUSSY, F. 1975. Flora salvadoreña. 2 ed. San Salvador, Salv., Editorial Universitaria. Tomo 1, 100 p.

- CHOUSSY, F. 1976. Flora salvadoreña. 2 ed. San Salvador, Salv., Editorial Universitaria. Tomo 2, 100 p.
- CHOUSSY, F. 1977. Flora salvadoreña. 2 ed. San Salvador, Salv., Editorial Universitaria. Tomo 3, 100 p.
- CHOUSSY, F. 1978. Flora salvadoreña. 2 ed. San Salvador, Salv., Editorial Universitaria. Tomo 4, 100 p.
- COMBE, J. 1984a. "La Suiza": prácticas agroforestales tradicionales. *In* Agroforestería (1981, Turrialba, C.R.). Actas del seminario. Ed. por J. Heuvelodp; J. Lagemann. CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico N° 14. p. 88-90.
- COMBE, J. 1984b. Finca "Fátima": ejemplo de un sistema agrosilvopastoril. *In* Agroforestería (1981, Turrialba, C.R.). Actas del seminario. Ed. por J. Heuvelodp; J. Lagemann. CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico N° 14. p. 65-67.
- COMBE, J. 1984c. Ventajas y limitaciones del manejo de pastos con sistemas agroforestales. *In* Agroforestería (1981, Turrialba, C.R.). Actas del seminario. Ed. por J. Heuvelodp; J. Lagemann. CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico N° 14. p. 44-51.
- CORREA, J.E.; BERNAL, H.Y. 1989. Especies vegetales promisorias, de los países del Convenio Andrés Bello. Bogotá, Col., PREVECAB-SECAB. Tomo 1, 547p.
- CORREA, J.E.; BERNAL, H.Y. 1989. Especies vegetales promisorias, de los países del Convenio Andrés Bello. Bogotá, Col., PREVECAB-SECAB. Tomo 3, 547p.
- DIAZ-BOLIO, J. 1974. La Chaya, planta maravillosa: crónica etnobotánica. Mérida, Yucatán, Méx., Area Maya. 48 p.
- FLORES, C.J.; REICHE, C.E. 1990. El consumo de leña en las industrias rurales de la zona sur de Honduras. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N° 164. 100 p.
- GEILFUS, F. 1989. El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Guía de especies. Santo Domingo, R.D., Enda-Caribe/CATIE. v. 2, 778 p.

- GUTIERREZ, Y.; CARMONA, A.T. 1990. Su salud en el maravilloso mundo de las plantas. San José, C.R., Editorial Rincón de Plantas. 162 p.
- HECKADON, S. 1990. Madera y leña de las milpas: los viveros comunales, una alternativa para el desarrollo forestal en El Salvador. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N° 161. 104 p.
- HILL, A.F. 1965. Botánica económica: plantas útiles y productos vegetales. Barcelona, Ediciones Omega. 480 p.
- HOLDRIDGE, L.R.; POVEDA, L.J. 1975. Árboles de Costa Rica. San José, C.R., Centro Científico Tropical. v. 1, 546 p.
- LANDAVERDE, R. 1989. Cuantificación de los sistemas agroforestales tradicionales y ejemplos de los beneficios económicos que generan en la zona. Valle, Hond., SRN. 14 p.
- LANDAVERDE, R.; NOLASCO, R. 1988. Ejemplo del levantamiento de datos en un sistema silvopastoril Jícaro-pasto en la subregión Goascorán. Valle, Hond., SRN. 22 p.
- LOPEZ, L. 1987. Variación clonal de *Brosimum alicastrum* (MORACEAE) a lo largo de un gradiente latitudinal en Veracruz. *In* Congreso Mexicano de Botánica (10., 1987, Guadalajara, Méx.). [Resúmenes]. s.n.t. p.irr.
Sólo resumen (N° 108).
- MARZOCCA, A. 1959. Historia de plantas tintóreas y curtientes. INTA (Arg.). Colección Agropecuaria. 234 p.
- MEJIA, T.M. 1991. Estudio etnobotánico de las plantas silvestres comestibles más comunes de la Región Occidental de Honduras. Tesis Lic. Biología. Tegucigalpa, Hond., Universidad Nacional Autónoma de Honduras. s.p.

- MONTES, R.; CRUZ, V.; DOMINGO, M. 1990 Control de la roya del frijol *Uromyces phaseoli* var. *typica* mediante extractos vegetales, bajo condiciones de campo en Santa Cruz Xoxocotlán, Oax. *In* Congreso Mexicano de Botánica (11., 1990, Morelos, Méx.). Programas y resúmenes. s.n.t. 281 p.
- Sólo resumen (Nº 317).
- MORALES, J. 1986. Las plantas útiles de Guatemala. Guatemala, USAC, Centro Universitario de Occidente, División de Ciencia y Tecnología. 274 p.
- MORTON, J.F. 1981. Atlas of medicinal plants of Middle America: Bahamas to Yucatan. Springfield, Ill., EE.UU., Charles Thomas Publisher. 1420 p.
- NASH, D.L.; DIETERLE, J.V.A. 1976. Flora de Guatemala. s.l., EE.UU., Field Museum of Natural History. v.24, pt.11, Nº 4, p. 280-282
- NASH, D.L.; WILLIAMS, L.O. 1976. Flora de Guatemala. s.l., EE.UU., Field Museum of Natural History. v.24, pt.12, p.145-146, 337-338, 346-347
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (EE.UU.). 1975. Underexploited tropical plants with promising economic value. Washington, D.C., EE.UU. p.45-48
- PAOLIERI, L. 1965. Propagación da a moreira. Secretaría da Agricultura (Bra.). Boletín Técnico de Sericicultura Nº 43. p. 6-8.
- PEREZ-ARBELAEZ, E. 1956. Plantas útiles de Colombia. 3 ed. rev. Madrid, Rivadeneyra. 831 p.
- RAMOS, J.P.; AMO, S.R. DEL. 1990. Enriquecimiento de Acahuals con especies forestales. *In* Congreso Mexicano de Botánica (11., 1990, Morelos, Méx.). Programas y resúmenes. s.n.t. p. 305
- Sólo resumen (Nº 381).

- ROBINEAU, L. 1989. Hacia una farmacopea caribeña: investigación científica y uso popular de plantas medicinales en el Caribe. Seminario TRAMIL. Tela, Hond., ENDA-CARIBE y Universidad Nacional Autónoma de Honduras. p.352-354
- RODRIGUEZ H., C.; LAGUNES T., A. 1990. Compuestos secundarios hidrosolubles para el combate de la conchuela *Epylachna varivestis* en frijol. *In* Congreso Mexicano de Botánica (11., 1990, Morelos, Méx.). Programas y resúmenes. s.n.t. p. 324.
- Sólo resumen (Nº 436).
- RUBERTE, R.M.; MARTIN, F.W. 1975. Hojas comestibles del trópico. Mayagüez, P.R., Instituto Mayagüezano de Agricultura Tropical. 245 p.
- RUSSO, R.O. 1984. Arboles con pasto: justificación y descripción de un estudio de caso en Costa Rica. *In* Investigación de Técnicas Agroforestales Tradicionales (1981, Quintana Roo, Méx.). Actas del Curso. Ed. por J.W. Beer; E. Somarriba. CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico Nº 12. p. 20-27
- SANTOS, R.M. DOS. 1967. Plantas úteis de Angola: contribucão iconográfica. Luanda, Angola, Instituto de Investigacao Científica de Angola. 67 p.
- SOLARES, A.F. 1990. Aspectos etnobotánicos y ecológicos de *Crescentia alata* H.B.K. (Cuatecomate, Cirian) en el estado de Morelos. *In* Congreso Mexicano de Botánica (11., 1990, Morelos, Méx.). Programas y resúmenes. s.n.t. p. 260.
- Sólo resumen (Nº 256).
- STANDLEY, P.C. 1930. Flora of Yucatán. Field Museum of Natural History (Chicago, EE.UU.). Publication 279; Botanical Series v.3, Nº 3. 492 p.
- STANDLEY, P.C.; STEYERMARK, J.A. 1949. Flora de Guatemala. Volumen 24, Parte VI. s.l., EE.UU., Chicago Natural History Museum. v. 24, pt. 6, p.59-61

STANDLEY, P.C.; WILLIAMS, L.O. 1975. Flora de Guatemala. s.l., EE.UU., Chicago Natural History Museum. v. 24, pt. 11, N° 1-3, p.93-94.

STEWART, J.L.; DUNSDON, A.J.; HELLIN, J.J.; HUGHES, C.E. 1992. Wood biomass estimation of Central American dry zone species. OFI (G.B.). Tropical Forestry Papers N° 26. 83 p.

STHRELE, U.; GRANADOS, A.; VALLEJO, M.; BENAVIDES, J. 1992. Efecto de la especie y de la posición en el tallo sobre la germinación de estacas de Tora Blanca y Tora Morada (*Verbesina* sp.) en Puriscal, Costa Rica. *In* Seminario Nacional de Producción Caprina (2., 1992, Chiquimula, Gua.); Seminario Centroamericano de Agroforestería con Rumiantes Menores (1., 1992, Chiquimula, Gua.). [Memoria]. s.n.t. s.p.

Sin publicar.

THIRAKUL, S. 1992. Manual de dendrología del bosque latifoliado. Tegucigalpa, Hond., COHDEFOR. 485 p.

ZENDEJAS-LOPEZ, P. 1990. La madera de *Erythrina* usada para máscaras en el estado de Guerrero. *In* Congreso Mexicano de Botánica (11., 1990, Morelos, Méx.). Programas y resúmenes. s.n.t. p. 280.

Sólo resumen (N° 314).

ZILLER, J.; MENDIZABAL, G.; BOLAÑOS, S. 1992. Estimación del número óptimo de muestra en función al diámetro de estaca y número de brotes en Sauco Negro (*Sambucus mexicana*) para pruebas de supervivencia y propagación en viveros. *In* Seminario Nacional de Producción Caprina (2., 1992, Chiquimula, Gua.); Seminario Centroamericano de Agroforestería con Rumiantes Menores (1., 1992, Chiquimula, Gua.). [Memoria]. s.n.t. s.p.

Sin publicar.



Indice de materias

Indice de materias

A

Abono orgánico, véase fertilización orgánica

Acacia

angustissima 87

farnesiana 121, 122, 123, 124, 127, 181, 185, 210, 226, 227,
229, 665

insii 227, 229

pennatula 121, 185

senegal 210

sp. 115

Acalypha

diversifolia 34, 52, 57, 59, 60, 61, 62, 63

sp. 72, 84, 87

Acidos grasos volátiles 196, 211

Acnistus arborescens 34, 53

Agavaceae 51, 55

Aguacatillo, véase *Nectandra globosa*

Alcaloides, véase factores anticualitativos

Alfalfa de vara, véase *Melilotus indica*

Alfilerillo, véase *Erodium cicutarium*

Alimentos balanceados 10, 12, 16, 43, 123, 204, 257, 258, 259,
262, 263, 265, 269, 275, 277, 316, 332, 335, 347, 378,
608, 618, 631, 639, 640, 645, 655, 656, 658, 673, 677

Aliso, véase *Alnus acuminata*

Allenthus excelsa 210

Almidón 195, 274, 347

Alnus acuminata 73, 87, 106, 666

Alseis yucatanensis 116

Altura de poda 496, 510, 519, 521, 533, 547, 679

Amapola, véase *Malva viscus arboreus*

Amaranthaceae 83, 84

Amate, véase *Ficus yoponensis*

Anacardiaceae 51, 55, 115, 546, 683, 684

Anacardium occidentale 34, 51

Análisis

económico 8, 16, 276, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 347, 348,
369, 370, 371, 381, 382, 387, 512, 601, 610, 611, 613,
614, 616, 631, 644, 654

financiero 601, 610, 611, 613, 614, 615, 617

Anoda acerifolia 87

Anonaceae 115

Anonillo 115
Anthephora hermaphrodita 87
Aphis crassivora 565
Apocynaceae 115, 685
Araliaceae 83, 84, 86, 87, 115
Ardisia paschalis 100, 101, 102, 106, 115
Arecaceae 115
Arete, véase ***Fuchsia mycrophylla***
Aristida sp. 87
Arracacia sp. 84
Arrayan, véase ***Baccharis baccinoides***
Artemisia sp. 71, 72, 87
Artrotidium sp. 84
Asociación de leñosas forrajeras
 con cultivos 8, 13, 18, 172, 511, 584
 con pastos 8, 13, 14, 18, 441, 444, 448, 453, 460, 464, 466,
 467, 468, 469, 475, 583, 589, 601, 674
Aspidosperma
 cruenta 115
 megalocarpon 115
Asteraceae 35, 51, 55, 68, 83, 84, 86, 87, 89, 431
Astronium graveolens 115
Avena
 fina, véase ***Trisetum*** sp.
 gruesa, véase ***Bromus*** sp.
 macho, véase ***Avena fatua***
 rastrera, véase ***Panicum*** sp.
Avena fatua 87
Axonopus sp. 360

B

Bactris gasipaes 189, 602
Baccharis
 baccinoides 87
 hinervia 87, 89
 salicifolia 71, 73, 163, 164, 166
balanceo de dietas, véase dieta
Banano 16, 125, 189, 253, 257, 263, 275, 283, 312, 325, 342,
 343, 345, 346, 347, 348, 349, 357, 365, 657, 658
Barba de viejo, véase ***Clematis discica***
Barbechos agrícolas 97
Barreras vivas, véase siembra en contorno
Betulaceae 86, 87, 666

Bidens sp. 72, 84, 87
 Bignoniaceae 51, 55, 672
 Bilil, véase *Polymnia* sp.
Blomia prisca 116
Bohania racemosa 210
Boehmeria nivea 654 *Boehmeria*
Bomarea hirtella 73, 84, 147, 152, 167, 171
 Boraginaceae 115, 672
 Bovinos 3, 11, 66, 106, 193, 201, 239, 305, 306, 315, 344, 357,
 377, 380, 384, 393, 497
Brachiaria ruziziensis 237, 239, 242, 245, 246, 586, 590
Brassica campestris 87
 Brassicaceae 86, 87
Bromus sp. 84
Brosimum alicastrum 95, 105, 106, 107, 108, 115, 667
Buddleia
 americana 84
 nitida 87, 89, 106, 163, 164, 166
 sp. 73, 84, 89
 Buddleiaceae 86, 87
Bucida buceras 115
 Burfo, véase *Heliocarpus appendiculatus*
Bursera somarouba 34, 51, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 103, 104, 106,
 107, 115, 121, 122, 124, 127
 Burseraceae 51, 55, 115
Butelua disticha 141

C

Cabras, véase caprinos
 Caesalpinaceae 51, 52, 55, 68, 83, 84, 86, 87, 89, 115, 669, 670
Caesalpinia
 coriaria 181, 185, 226, 227, 229, 669
 eristachis 181, 185, 187, 670
 Caimito, véase *Chrysophyllum mexicanum*
Cajanus cajan 121, 124, 210, 654
Calophyllum brasiliense 115
Calliandra houstoniana 87
 Campanulaceae 83, 84
 Canaque 147, 152
 Cáncer de monte, véase *Acalypha* sp.
 Candelillo, véase *Cassia laevigata*
 Canilla de mula, véase *Acalypha diversifolia*
 Cantarito, véase *Senecio warszewiczii*

Caña

de azúcar, véase *Saccharum officinarum*

india, véase *Dracaena fragans*

Caprifoliaceae 10, 52, 55, 71, 83, 84, 89, 423, 681, 682

Caprinos 66, 106, 119, 135, 157, 201, 217, 341, 415, 424, 601, 617, 631, 635, 643, 651, 653, 657

en crecimiento 15, 126, 237, 249, 345, 401, 606, 607, 619, 631, 643, 644

lactantes 11, 15, 16, 155, 161, 257, 258, 283, 295, 305, 321, 343, 348, 349, 601, 606, 607, 631, 635, 645, 651

Capulín, véase *Monnina xalapensis* y/o *Threma micrantha*

Capulincillo, véase *Threma micrantha*

Carbohidratos solubles 193, 194, 460, 480

Carbón

blanco, véase *Mimosa platycarpa*

negro, véase *M. tenuiflora*

Cassia

bicapsularis 115

biflora 210

laevigata 34, 51, 57, 59, 60, 61, 62, 63

siamea 34, 44, 52, 57, 59, 60, 62, 63

sp. 72, 89

Caulote, véase *Guazuma ulmifolia*

Cecropia

obtusifolia 34, 52, 57, 59, 60, 61, 62, 63

peltata 95, 100, 103, 106, 107, 108, 115, 121

Cecropiaceae 52, 55

Cedrela odorata 103, 115

Cedro, véase *Cedrela odorata*

Celulosa 37, 39, 40, 41, 45, 61, 62, 63, 73, 74, 75, 91, 92, 93, 159, 177, 203, 205, 210, 211, 212, 264, 343, 398

Cenizas 124, 209, 345, 449

Centrosema sp. 72, 84, 360

Cercas vivas 9, 35, 44, 51, 52, 53, 54, 56, 77, 147, 152, 182, 239, 262, 284, 341, 369, 378, 423, 442, 546, 559, 563, 601, 668, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 677, 679, 680, 681, 682, 683, 685

Cestrum

baenitzii 34, 35, 43, 44, 53, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 106, 157

sp. 72, 84

Cinco negritos, véase *Lantana camara*

Clavel, véase *Hibiscus rosa-sinensis*

Clavelón, véase *Hibiscus rosa-sinensis*

Clematis discica 87

Cleto dulce, véase *Wintheringia* sp.

Cnidoscolus

aconitifolius 10, 34, 36, 43, 44, 52, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 121, 124, 125, 157, 237, 239, 245, 402, 404, 587, 670

chayamansa 10, 34, 36, 43, 44, 52, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 237, 239, 245, 402, 587, 671

sp. 106, 107

Cojón, véase *Stemmadenia donnell-smithii*

Cola

de pava, véase *Cupania glabra*

de pizote, véase *Setaria liebmanni*

de tuza, véase *Polygonum* sp.

Combretaceae 115

Combretum sufruticosum 135, 136, 141, 144, 145

Competencia por luz 14, 174, 175, 426, 496, 556

Comportamiento espacial 221, 230, 233

Composición florística 97, 100, 141, 361

Compositae 10, 77, 686, 687

Concentrados, véase alimentos balanceados

Confinamiento 6, 14, 65, 126, 237, 258, 283, 295, 305, 321, 341, 348, 401, 423, 601, 623, 624, 625, 631, 632, 633, 654 ⇒ ☺

Confrey, véase *Simphytum* sp.

Conmelina sp. 87

Conmelinaceae 86, 87

Conservación de suelos 4, 8, 18, 52, 55, 96, 117, 453, 509, 532, 583, 584, 585, 586, 594, 595, 596, 667, 674, 675

Consumo 7, 8, 10, 11, 13, 15, 98, 201

energía 237, 244, 309, 312, 315, 324, 327, 330, 411

materia seca 11, 12, 99, 107, 108, 120, 125, 126, 155, 158, 159, 203, 237, 244, 249, 250, 253, 258, 261, 266, 287, 289, 296, 298, 299, 309, 311, 312, 315, 321, 324, 325, 330, 345, 346, 347, 348, 349, 357, 363, 364, 366, 382, 383, 393, 399, 401, 407, 408, 410, 424, 607

proteína cruda 160, 237, 244, 271, 273, 309, 311, 315, 324, 326, 330, 365, 399, 411

contenido de energía 43, 73, 275, 325, 343, 344, 345, 363

Control de erosión, véase conservación de suelos

Convolvulaceae 52, 55

Copal, véase *Stemmadenia donnell-smithii*

Copalchí, véase *Croton nivens*

Corazón tranquilo, véase *Lupinus montanus*

Corderos, véase ovejas

Cordia

alliodora 448

bicolor 106, 115

dentata 121, 122, 123, 124, 126, 127, 128, 181, 185, 187, 210,
249, 250, 672

Cordoncillo 103, 105

Cornizuelo, véase ***Acacia insii***

Corte y acarreo 6, 65, 69, 78, 85, 88, 90, 151, 186, 277, 605, 637,
645, 655

Cortinas rompevientos 52, 667, 668, 675, 677, 679, 682

Cosmos sp. 87

Costa Rica 6, 9, 18, 31, 155, 257, 306, 341, 423, 431, 653

Costos 369, 382, 388, 604, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 631,
639, 640, 641

de establecimiento 332, 333, 604, 611, 612, 613, 614, 615,
616, 640, 641, 642

de oportunidad 612, 614, 616, 617, 642, 661

Cotonrrón, véase ***Luehea candida***

Crecimiento

de animales, véase cabras en crecimiento

natural 9, 10, 12, 117, 163, 164, 173, 181, 183, 545, 547

Crescentia alata 34, 51, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 121, 122, 124,
126, 143, 227, 229, 672

Croix lacryma-jobi 261

Croton

gospyiifolius 34, 44, 52, 58, 59, 60, 61, 62, 63

nivens 34, 44, 52, 57, 59, 60, 61, 62, 63

Cruciferae 71

Cuajiniquil, véase ***Inga*** sp.

Cucurbitaceae 83, 84

Cuernavaca, véase ***Solanum*** sp.

Cuero de sapo 100, 101, 102, 115

Cunila polyantha 84

Cupania glabra 103, 116

Curatella americana 34, 36, 52, 57, 59, 60, 61, 62, 63

Cush, véase ***Ficus padifolia***

Cusmo, véase ***Aristida*** sp.

Cynodon nlemfluensis 357, 360, 395, 448

CH

Chacte, véase ***Tecoma stands***

Chalteco 103, 115

Chaperno, véase ***Lonchocarpus guatemalensis***

Chaya, véase *Cnidoscolus* sp.
 Chechén blanco, véase *Sebastiana longicuspis*
 Chicasquil ancho, véase *Cnidoscolus chayamansa*
 Chicasquil fino, véase *C. aconitifolius*
 Chicozapote, véase *Manilkara* sp.
 Chichipince, véase *Hamelia patens*
 Chilca, véase *Bacharis salicifolia*
 Chilip, véase *Cassia* sp.
 Chimón, véase *Ficus* sp.
 Chirigua de chucho, véase *Lobelia laxiflora*
 Chompipe, véase *Bomarea hirtella*
 Chonay
 véase *Arracacia* sp.
 de sombra, véase *Polypodium* sp.
 Chorec, véase *Lupinus montanus*
 Choreque negro, véase *Centrosema* sp.
Chrysophila argentea 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 115
Chrysophillum mexicanum 116
 Chumico del desierto, véase *Curatella americana*
 Chupamiel, véase *Combretum sufruticosum*
 Churristate, véase *Ipomoea* sp.

D

Damatia lindheimen 206
 Danto, véase *Vatairea lundellii*
 DAP, véase diámetro a la altura del pecho
 Deforestación 4
 Degradabilidad, véase digestibilidad
 Degradación ruminal, véase digestibilidad
Dendropanax arboreus 106, 107, 108, 115
 Densidad de siembra 18, 441, 443, 444, 445, 446, 450, 477, 496,
 498, 511, 532, 559, 564, 591, 619, 669, 685
 Desertificación 27, 415, 416, 418
Desmodium sp. 360, 369
 Diámetro 438, 551, 555,
 a la altura del pecho 560, 575
Diaprepes abbreviatus 565
 Dieta 15, 31, 98, 105, 206, 207, 225, 227, 228, 257, 260, 266,
 272, 275, 276, 288, 290, 305, 313, 330, 331, 335, 345,
 350, 386, 403, 655
 basal 11, 12, 16, 237, 239, 245, 283, 289, 321, 322, 351, 380,
 384, 424

Digestibilidad

in vitro 8, 9, 10, 12, 13, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 57, 58, 59, 60, 71, 73, 74, 75, 76, 93, 99, 105, 107, 157, 163, 168, 175, 176, 177, 182, 186, 196, 229, 237, 240, 241, 252, 263, 264, 272, 287, 289, 298, 300, 308, 324, 344, 363, 379, 382, 393, 397, 404, 407, 431, 448, 458, 460, 501, 516, 524, 525, 526, 535, 536, 537, 549, 562, 568, 577

in vivo 15, 155, 158, 159, 161, 208, 210, 271, 277, 308

Digitaria

decumbens 448

sp. 87

Dilleniaceae 52, 55

Distancia de siembra, véase densidad de siembra

Dormidera, véase *Mimosa* sp.

Dracaena fragans 34, 51, 57, 59, 60, 61, 62, 63

Dyphysa robinoides 34, 36, 43, 44, 53, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 157

Dyssodia sanguinea 87

E

Eleusine coracana 380, 385

Encino, véase *Quercus* sp.*

Energía, véase contenido de energía

Engorda ganado 71, 73, 147, 152, 167, 171, 176

Ensilaje 189, 204, 343, 377, 283, 401

Enterolobium cyclocarpum 34, 53

Erodium cicutarium 84, 87

Erosión 9, 18, 31, 32, 96, 164, 350, 418, 488, 511, 532, 583, 586, 587, 588, 590, 591, 592, 593, 594, 595

Erythrina

berteroana 16, 121, 122, 123, 124, 127, 189, 210, 284, 296, 341, 345, 351, 401, 602, 603, 611, 673

cocletata 341, 357, 363

costarricensis 34, 53, 57, 341

poeppigiana 11, 12, 14, 16, 125, 167, 174, 210, 253, 257, 261, 263, 283, 284, 295, 298, 310, 312, 325, 327, 341, 343, 344, 345, 346, 351, 384, 401, 424, 441, 442, 448, 453, 475, 535, 586, 590, 654, 655, 657, 658, 674

sp. 71, 72, 84, 87, 106, 115, 147, 149, 152, 208, 350, 351, 359

Escobo, véase *Chrysophila argentea*

Espino

blanco, véase *Acacia farnesiana*

negro, véase *A. pennatula*

Estabulación, véase confinamiento

Estacas, véase material vegetativo

Estizo blanco, véase *Bidens* sp.

Euphorbiaceae 10, 35, 52, 55, 71, 83, 84, 86, 87, 115, 670

Evaluación bioeconómica, véanse análisis económico y rentabilidad

Explotación bovina, véase bovinos

Extracto

etéreo 124, 345

libre de nitrógeno 345

F

Factores

anticualitativos 8, 13, 35, 73, 206, 209, 295, 301, 365, 537, 674, 679

antinutricionales, véase anticualitativos

FAD, véase fibra ácido detergente

Fermentación 195, 207

Fertilización orgánica 8, 13, 496, 511

abono verde 13, 14, 78, 453, 461, 462, 463, 464, 465, 469, 475, 482, 483, 484, 485, 487, 511, 603, 618, 675, 682

estiércol de cabra 13, 14, 15, 17, 155, 260, 331, 495, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 508, 509, 511, 531, 533, 583, 584, 587, 589, 593, 594, 595, 603, 605, 612, 631, 643, 645

Fertilización química 15, 477, 498, 511, 515, 516, 518, 520, 521, 523, 541

Fibra

ácido detergente 124, 125, 126, 127, 397

cruda 345, 449

neutro detergente, véase pared celular

Ficus

benjamina 34, 53, 57, 59, 60, 61, 62, 63

colubrinae 34, 53, 57, 59, 60, 61, 62, 63

costarricana 34, 53, 57, 59, 60, 61, 62, 63

padifolia 106, 115

sp. 10, 115, 121

yoponensis 101, 103, 105, 106, 107

Fijación de nitrógeno, véase leguminosa

Flor

amarilla, véase *Simsia* sp.

blanca, véase *Bidens* sp.

de las ánimas, véase *Dyssodia sanguinea*

morada, véase *Salvia* sp.

Florequilla, véase *Melampodium* sp.

FND, véase pared celular

Forestal 51, 53, 54, 56, 77, 667, 668, 677, 679

Frijol terciopelo, véase *Mucuna pruriens*

Frijolillo 100, 101

Fuchsia

arborescens 84

mycrophylla 89

Fuentes energéticas, véase suplementos energéticos

G

Galinsoga parviflora 87

Ganado vacuno, véase bovinos

Ganancia de peso 11, 12, 108, 249, 250, 253, 254, 296, 306, 345, 346, 348, 350, 357, 366, 367, 368, 371, 379, 380, 383, 384, 497

Gancho, véase *Erodium cicutarium*

Gandul, véase *Cajanus cajan*

Geraneaceae 83, 84, 86, 87

Germinación 13, 424, 425, 426, 431, 433, 434, 437, 509, 532, 680, 681

Gliricidia sepium 12, 13, 15, 106, 121, 122, 123, 124, 127, 167, 185, 208, 210, 261, 295, 298, 345, 351, 359, 393, 395, 401, 405, 448, 526, 549, 559, 656, 675

Gama de llano, véase *Butelua disticha*

Gramineae 68, 83, 84, 86, 87

Gramínea

de corte 11, 14, 156, 191, 242, 253, 257, 261, 263, 283, 284, 296, 305, 306, 441, 442, 453, 475, 601, 658, 659

de pastoreo 11, 18, 357, 395, 417, 532, 584, 658, 659, 661

Granadilla del monte, véase *Passiflora* sp.

Grasa de leche 269, 277, 286, 291, 313, 314, 315, 328, 329, 335, 349, 380

Guaba criolla, véase *Inga* sp.

Guácimo

común, véase *Guazuma ulmifolia*

macho, véase *Luehea speciosa*

Guachipelín, véase *Dyphysa robinoides*
Guamiles 97, 100, 101, 104
Guanacaste, véase *Enterolobium cyclocarpum*
Guano
 hembra, véase *Sabal morisiana*
 macho, véase *S. mexicana*
Guarumo, véase *Cecropia obtusifolia*
Guatemala 6, 9, 17, 65, 95, 117, 147, 163, 171, 341, 515
Guayabillo 105
Guazuma ulmifolia 34, 43, 53, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 103, 104,
 106, 107, 116, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128,
 141, 144, 181, 185, 187, 210, 237, 239, 245, 249, 250,
 255, 393, 395, 676
Guettarda combsii 116
Gütite, véase *Acnistus arborescens*
Gutiferae 115
Gymnosporio spinosa 210

H

Hamelia patens 102, 103, 106, 107, 108, 116, 677
Hediendo blanco, véase *Cestrum* sp.
Heliocarpus
 appendiculatus 34, 54, 57, 59, 60, 61, 62, 63
 donell-smithii 100, 101, 104, 106, 116
Hemicelulosa 37, 39, 61, 62, 63, 91, 92, 93, 177
Hibiscus rosa-sinensis 10, 34, 43, 44, 52, 57, 106, 107, 157, 176,
 545, 551, 594, 678
Hierba de cáncer, véase *Acalypha* sp.
Higuerillo, véase *Ricinus comunis*
Higuerón
 blanco, véase *Ficus costarricana*
 colorado, véase *F. costarricana*
 rosado, véase *F. colubrinae*
Hoja blanca, véase *Liabum bourgeavi*
Homolepis aturensis 448
Honduras 6, 9, 135, 181, 217, 341
Huevo de chucho, véase *Thevetia ahouai*
Hyparrhenia rufa 141, 207

I

Identificación de especies 7, 8, 31, 65, 95, 117, 119, 135, 136,
147, 217

Indio desnudo, véase *Bursera simarouba*
Inga

paterna 106

sp. 34, 52, 53, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 115

Instalaciones 602, 603, 613, 623, 624, 625, 633, 640

Ipomoea sp. 34, 52, 57

Iresine spiniigera 72, 84

Itabo, véase *Yucca elephantipes*

Ixcanal, véase *Acacia* sp.

Ixquian, véase *Spilanthes americana*

Ixmaxim, véase *Micyossethium helleri*

Ixpulula, véase *Telfomata procumbens*

J

Jaragua, véase *Hyparrhenia rufa*

Jaúl, véase *Alnus acuminata*

Jaulas de digestibilidad 15, 155, 156, 158, 159, 257, 258, 259,
263, 265, 266, 267, 268

Jícaro, véase *Crescentia alata*

Jinocuabe, véase *Bursera simarouba*

Jiote, véase *Bursera simarouba*

Jobillo, véase *Astronium graveolens*

Jobo, véase *Spondias mombim*

Jocote, véase *Spondias purpurea*

Julubal 103, 104, 105

Junípero, véase *Juniperous asheri* y/o *J. pinchot*

Juniperous

asheri 206

pinchot 206

sp. 142

Justicia carthaginensis 141

K

King grass, véase *Pennisetum purpureum*

Kniphofia uraria 87

L

- Labestae 86, 87
 Labiatae 83, 84
 Lágrimas de San Pedro, véase *Croix lacryma-jobi*
Lantana camara 72, 78, 87, 116
 Lauraceae 52, 55
 Laurel de la india, véase *Ficus benjamina*
 Laurelillo 102, 104
 Lechuguilla, véase *Simsia lagescaeformis*
 Leguminosae 71, 77, 665, 669, 670, 673, 674, 675, 679
 Leguminosas 5, 11, 12, 14, 15, 78, 141, 147, 207, 283, 341, 359,
 360, 401, 441, 442, 453, 464, 475, 512, 559, 618, 666,
 669, 673, 674, 675, 679
 Lengua de vaca, véase *Rumex crispus*
 Leña 9, 35, 44, 51, 52, 53, 54, 56, 77, 147, 151, 152, 153, 182,
 218, 239, 560, 614, 666, 667, 669, 670, 672, 673, 675,
 677, 682
Lepidium virginicum 71, 72, 87
Leucaena
 brachycarpa 121, 122, 123, 124, 127
 leucocephala 158, 377, 379, 384, 393, 395, 402, 448, 526
 sp. 363
Liabum bourgeavi 84
 Liga, véase *Phoradendrum huehuetecum*
 Lignina 12, 37, 39, 40, 42, 45, 61, 62, 63, 73, 74, 75, 91, 92, 93,
 177, 264, 398
 Ligosa, véase *Conmelina* sp.
 Liliaceae 52, 55, 86, 87
Lisyloma bahamense 115
Lobelia laxiflora 84
 Loganiaceae 83, 84, 89
Lolium perenne 158
Lonchocarpus
 guatemalensis 100, 101, 102, 106, 107, 115, 679
 latifolia 210
Lopezia grandiflora 84
 Loranthaceae 86, 87
Luehea
 candida 121, 124
 speciosa 34, 53, 57, 59, 60, 61, 62, 63
Lupinus montanus 84, 87

LI

Llama del bosque, véase *Spathodea campanulata*

M

Madero negro, véase *Gliricidia sepium*

Madre cacao, véase *Gliricidia sepium*

Madreado, véase *Gliricidia sepium*

Maíz, véase *Zea mays*

Majagua, véase *Trichospermum grewiifolium*

Malerio

blanco, véase *Aspidosperma megalocarpon*

colorado, véase *A. cruenta*

Malvaceae 10, 52, 55, 86, 87, 546, 678, 679

Malvacia, véase *Galinsoga parviflora*

Malvaviscus arboreus 10, 12, 13, 15, 18, 34, 44, 52, 57, 155, 156,
157, 158, 159, 160, 161, 167, 176, 321, 332, 402, 404,
531, 586, 590, 594, 645, 654, 679

Malvilla, véase *Anoda acerifolia*

Manax, véase *Pseudolmedia spuria*

Manchiche, véase *Cassia bicapsularis*

Mandioca, véase *Manihot esculenta*

Manejo reproductivo 17, 604, 619, 636, 645

Mangifera indica 34, 51, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 121

Mango, véase *Mangifera indica*

Manihot esculenta 189, 193

Manilkara sp. 116

Mano

de león, véanse *Oreopanax peltatus*, *O. xalapensis* y/o
Dendropanax arboreus

de obra 5, 17, 258, 277, 602, 605, 612, 613, 614, 615, 618,
619, 631, 638, 639, 641, 642, 644

Manteca, véase *Melampodium perfoliatum*

Manzana rosa, véase *Syzygium jambos*

Manzanillo 226

Marañón, véase *Anacardium occidentale*

Mastichodendron sp. 116

Matap, véase *Phoradendrum huehuetecum*

Matapalo, véase *Ficus* sp.

Materia orgánica 37, 61, 62, 63, 91, 92, 93, 210, 464, 486, 489,
517, 534, 667

Materia seca

contenido 37, 57, 58, 59, 60, 73, 85, 88, 90, 93, 124, 126, 144, 157, 168, 175, 191, 192, 240, 252, 263, 298, 299, 308, 324, 344, 345, 363, 379, 404, 407, 449, 458, 460, 468, 500, 535, 536, 548, 566, 567

producción 165, 166, 171, 174, 441, 443, 445, 446, 449, 461, 462, 463, 464, 465, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 537, 538, 539, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 570, 571, 572, 573, 577

Material vegetativo 9, 13, 14, 77, 147, 150, 151, 152, 153, 423, 424, 425, 426, 431, 433, 435, 442, 455, 498, 511, 532, 603, 669, 671, 672, 673, 674, 676, 677, 679, 680, 681, 683, 684, 685, 686

Mecate, véase *Helicarpus donell-smithii*

Mejorana, véase *Cunila polyantha*

Melampodium

perfoliatum 72, 84

sp. 87

Melaza 347, 372, 379, 402, 404, 405, 639, 658, 659

Meliaceae 115

Melífera 51, 666, 675, 677

Melilotus indica 71, 72, 87

Menta 84

Mezquite, véase *Prosopis juliflora*

Micyossechium helleri 72, 84

Miche, véase *Erythrina* sp.

Mimosa

albida 136, 141, 144, 227

platycarpa 141, 144, 181, 227, 229

sp. 84

tenuiflora 181, 185

Mimosaceae 52, 53, 55, 115, 387, 665

Minerales 385, 386, 449, 479, 480, 483, 484, 485, 605, 608, 610, 639, 656

Mirasol 72, 84

Mirtaceae 115

Moco de chompipe 72, 84

Módulo demostrativo 16, 601, 607, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 631

Mongollano, véase *Pithecelobium dulce*

Monnina xalapensis 89

Montanoa dumicola 34, 51, 58, 59, 60, 61, 62, 63

Monte negro, véase *Artemisia* sp.

Mora de montaña 102

Moraceae 10, 35, 53, 55, 115, 305, 495, 667, 680, 686

Moradillo, véase *Fuchsia arborescens* y/o *Bomarea hirtella*

Morera, véase *Morus* sp.

Morongá, véase *Alcalypha* sp.

Morrito, véase *Ardisia paschalis*

Morro, véase *Crescentia alata*

Morus

alba 495, 523, 680

indicus 495, 521

nigra 495, 680

rubra 495

sp. 10, 12, 13, 15, 16, 34, 43, 44, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 155,
156, 157, 158, 159, 160, 161, 167, 176, 191, 305, 308,
377, 378, 382, 388, 402, 404, 495, 515, 587, 594, 601,
603, 605, 606, 607, 610, 611, 612, 618, 619, 640, 645,
654, 657, 658, 680

tartarica 495

Mozote blanco, véase *Triumfetta semitriloba*

Mucuna pruriens 377

Musa sp. 257, 275, 284, 295, 298, 341, 342, 357, 368

Musáceas 16, 253, 257, 283, 295, 298, 341, 342, 357, 368, 655,
657, 658, 661

Mushmute, véase *Solanum* sp.

Myrsinaceae 53, 55, 115

Myrtaceae 53, 55

N

Nabo silvestre, véase *Brassica campestris*

Nacascolo, véase *Caesalpinia coriaria*

Nectandra globosa 34, 52, 57, 59, 60, 61, 62, 63

Nitrógeno 15, 33, 155, 273, 274, 277, 289, 367, 368, 378, 379,
393, 397, 404, 405, 449, 463, 464, 476, 479, 481, 482,
486, 489, 508, 519, 527

Nopal, véase *Opuntia* sp.

Nutrimientos del suelo 14, 15, 18, 31, 463, 475, 481, 483, 484,
485, 486, 488, 489, 534, 595,

O

Onagraceae 83, 84, 89

Opuntia sp. 106, 142

Oreopanax

peltatus 84

xalapensis 87

Ornamentales, véase plantas ornamentales

Ovinos 95, 98, 103, 106, 107, 159, 201, 346, 347, 380, 383, 385,
418, 497

P

Paira, véase *Polymia maculata*

Pajatz, véase *Artrotidium* sp.

Palia imperialis 72, 84, 147, 152

Palo de agua, véase *Urera caracasana*

Palote, véaseseudotallo de musáceas

Panicum

maximum 249, 250, 448

sp. 84

Papilionoideae 53, 55, 115, 673, 674, 675, 679

Pared celular 33, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 45, 57, 58, 59, 60, 73, 74,
93, 164, 168, 177, 189, 193, 194, 210, 273, 290, 383, 397

Pasac, véase *Simarouba glauca*

Paspalum

fasciculatum 448

sp. 87, 360

Passiflora sp. 84

Passifloraceae 83, 84

Pastizales, véase praderas

Pasto

de corte, véase gramínea de corte

de piso, véase gramínea de pastoreo

King grass, véase *Pennisetum purpureum*

Pastoreo 6, 7, 12, 17, 69, 85, 88, 95, 106, 135, 137, 138, 140,
144, 202, 217, 231, 249, 357, 417

Pastuche, véase *Buddleia* sp.

Paterna, véase *Inga paterna*

Pejibaye, véase *Bactris gasipaes*

Pelillo de conejo, véase *Digitaria* sp.

Pennisetum purpureum 14, 156, 191, 242, 253, 257, 261, 263,
283, 284, 296, 305, 307, 322, 333, 347, 348, 349, 380,
411, 441, 442, 448, 453, 459, 463, 467, 475, 485, 602,
605, 606, 610, 611, 612, 640, 655, 658

Pepeto, véase *Inga* sp.

Pérdida de suelo, véase erosión

Perymenium grandis 89

pH 189, 195, 404, 405, 406, 408, 476, 486, 488, 517, 534
Phoradendrum huehuetecum 87
Phostria sp. 565
Pico de gallo, véase *Kniphofia uraria*
Pie de paloma, véase *Iresine spianligera* y/o *Lopezia grandiflora*
Pimenta dioica 115
Pimienta, véase *Pimenta dioica*
Pintadillo, véase *Caesalpinia eriostachis*
Piñón cubano, véase *Gliricidia sepium*
Pithecelobium
 dulce 121, 122, 123, 124, 125, 126, 128, 181, 185, 210
 saman 448
Pito, véase *Erythrina* sp.
Plantas
 medicinales 9, 35, 44, 51, 52, 54, 56, 423, 532, 666, 667, 668,
 669, 671, 672, 673, 674, 675, 677, 678, 679, 680, 681,
 682, 683, 684, 685, 687
 ornamentales 9, 35, 44, 51, 52, 53, 54, 56, 666, 667, 668, 673,
 675, 678, 679, 680, 682, 683
Plátano pelipita, véase musáceas y/o *Musa* sp.
Plumajillo, véase *Acacia angustissima*
Poaceae 77
Podas 7, 8, 9, 13, 14, 15, 123, 163, 165, 167, 171, 173, 174, 177,
 181, 184, 187, 379, 394, 441, 443, 444, 445, 446, 450,
 458, 460, 461, 462, 463, 465, 468, 477, 481, 489, 496,
 497, 498, 499, 500, 510, 515, 516, 520, 531, 545, 549,
 551, 559
Poligalaceae 89
Polygonaceae 71, 83, 84, 86, 87
Polygonum sp. 84
Polymnia
 maculata 34, 51, 57, 59, 60, 61, 62, 63
 sp. 71, 72, 73, 84, 147, 149, 152
Polypodiaceae 83, 84
Polypodium sp. 72, 84
Poró
 criollo, véase *Erythrina costarricensis*
 enano, véase *E. berteroana*
 gigante, véase *E. poeppigiana*
Posición en la rama, véase topósis
Pouteria
 amygdalina 116
 reticulata 116
 sp. 102, 103, 104, 105, 106, 107, 116
Praderas 5, 7, 17, 77, 97, 102

Presupuesto parcial, véase análisis económico

Procedencia 423, 427

Producción

de biomasa 6, 7, 8, 9, 10, 15, 31, 45, 120, 122, 123, 127, 163, 166, 167, 171, 177, 181, 185, 187, 441, 443, 445, 448, 449, 450, 453, 461, 462, 463, 464, 479, 481, 495, 496, 497, 502, 503, 504, 505, 506, 510, 515, 520, 521, 527, 531, 533, 537, 538, 539, 541, 545, 549, 550, 552, 559, 560, 569, 570, 571, 576

de leche 8, 11, 12, 18, 108, 109, 159, 257, 262, 268, 277, 283, 287, 288, 290, 295, 298, 305, 310, 312, 313, 321, 327, 328, 329, 334, 335, 347, 348, 349, 350, 368, 380, 399, 603, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 626, 627, 628, 629, 631, 632, 635, 636, 643, 654, 660, 668

Propagación 13, 14, 43, 147, 148, 150, 151, 153, 424, 427, 431, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 676, 677, 679, 680, 681, 683, 684, 685, 686, 687

Prosopis

***cineraria* 210**

***juliflora* 106**

Protección de suelo, véase conservación de suelos

Proteína cruda

contenido 8, 9, 10, 11, 12, 15, 36, 37, 38, 39, 40, 43, 45, 57, 58, 59, 60, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 85, 88, 90, 93, 105, 107, 123, 124, 126, 127, 144, 159, 168, 175, 176, 177, 186, 191, 192, 208, 210, 229, 237, 240, 241, 252, 263, 264, 287, 298, 299, 308, 324, 325, 343, 344, 345, 363, 379, 382, 397, 404, 431, 446, 447, 448, 449, 458, 459, 460, 501, 516, 522, 523, 527, 535, 536, 549, 562, 567, 568, 577, 654

producida 465, 466, 468, 507, 508, 539, 540, 551, 553, 555, 572, 573, 576

de leche 271, 277, 313, 314, 315, 328, 329, 335, 407

***Pseudolmedia spuria* 115**

Púa, véase *Erodium cicutarium*

Pucté, véase *Bucida buceras*

Puntero, véase *Sickingia salvadorensis*

Q

Quebrajacha, véase *Calliandra houstoniana*

Quebracho, véase *Lisyloma bahamense*

Quemadales 97, 100, 101, 104, 105

Quercus

liex 158

pubescens 158

spp. 73, 206

Quina 102

Quizarrá, véase *Nectandra globosa*

R

Rabo de gato

morado, véase *Stachytarpheta franzii*

rosado, véase *S. franzii*

Ramio, véase *Bohemeria nivea*

Ramón

blanco, véase *B. alicastrum*

colorado, véase *Trophis racemosa*

Ramoneo 4, 7, 17, 65, 69, 88, 90, 106, 125, 135, 136, 137, 138,
140, 141, 144, 202, 204, 207, 208, 210, 211, 224, 226,
231, 251, 418

Ranunculaceae 86, 87

Rapanea pellucidopunctata 34, 53, 58, 59, 60, 61, 62, 63

Ratón

blanco, véase *Rapanea pellucidopunctata*

rosado, véase *R. pellucidopunctata*

Rebrote 147, 151, 181, 184, 226, 284, 301, 424, 425, 426, 433,
434, 435, 436, 437, 438, 509, 532, 549, 570, 573, 574

Reciclaje de nutrimentos, véase minerales y/o nutrimentos del
suelo

Regeneración natural 11, 673, 674, 684

Rentabilidad 16, 17, 276, 277, 334, 336, 343, 347, 348, 388, 602,
614, 615, 616, 618, 631, 632, 644, 654

República Dominicana 9, 15

Retorno económico, véase rentabilidad

Ricinus comunis 71, 72, 87

Roble, véase *Tabebuia rosea* y/o *Quercus* spp.

Rubiaceae 116, 677

Rumex crispus 72, 84, 87

S

Sabal

mexicana 115

morisiana 115

Sacatinta 84
Saccharum officinarum 602, 659
Saclá 71, 72, 84
Sacumis 73
Saján
 blanco, véase *Bidens* sp.
 negro 72, 84
Sales minerales, véase minerales
Salix chilensis 84
Salvia, véase *Buddleia* sp.
 de hoja delgada, véase *B. nitida*
 de hoja grande, véase *B. nitida*
Salvia sp. 72, 87
Sambucus
 canadensis 10, 13, 34, 44, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 71, 72, 73,
 78, 84, 147, 149, 152, 167, 171, 175, 177, 423, 427, 681
 mexicana 10, 52, 71, 72, 73, 78, 89, 423, 682
Santa María, véase *Calophyllum brasiliense*
Santo Domingo, véase *Baccharis hinervia*
Sapindaceae 116
Sapotaceae 116
Sare, véase *Acacia* sp.
Sauce, véase *Salix chilensis*
Sauco
 amarillo, véase *Sambucus canadensis*
 negro, véase *S. mexicana*
Sebastiania longicuspis 115
Semiconfinamiento 135, 137, 249
Semilla botánica 9, 77, 442, 666, 667, 668, 669, 670, 673, 674,
 676, 677, 681, 684, 685, 686, 687
Senecio
 sp. 10
 warszewiczii 84
Seqúia 9, 10, 15, 17, 31, 32, 117, 136, 139, 164, 181, 207, 217,
 222, 223, 228, 253, 351, 377, 418, 496, 510, 545, 556,
 559, 578, 618, 635
Setaria liebmanni 135, 141
Seudotallo de musáceas 257
Shaguay, véase *Pithecelobium dulce*
Shatate, véase *Cnidioscolus aconitifolius*
Sicabe, véase *Lepidium virginicum*
Sickingia salvadorensis 116
Siembra 77, 147, 152, 379, 423, 427, 455, 467, 476, 477, 496,
 511, 517, 533, 589, 603, 669
 en contorno 18, 583, 584, 586, 589, 592, 594, 596, 680

Sflice 209
Silillón, véase *Pouteria amygdalina*
Simarouba glauca 116
 Simarubaceae 116
Simphytum sp. 656
Simsia
 lagaescaeformis 87
 sp. 87
Sistema
 silvopastoril 19, 109, 668, 674
 tradicional 17, 65, 172, 217, 653
Sitio 574, 576
 Smilacaceae 83, 84
 Solanaceae 53, 55, 68, 71, 77, 83, 84
Solanum
 nigrescens 84
 sp. 34, 53, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 84
 Solicaceae 83, 84
 Sólidos totales de leche 314, 315, 328, 329, 335
 Solog, véase *Pala imperialis*
 Sombra de ternero, véase *Cordia bicolor*
 Son, véase *Alseis yucatanensis*
Sorghum
 bicolor 377, 382
 sudanense 377, 382
 Sorgo, véase *Sorghum bicolor* y/o *S. sudanense*
 Sostenibilidad 6, 17, 296, 306, 351, 467, 469, 475, 509, 541, 587,
 603, 618
 Sotobosque 7, 11, 17, 65, 66, 172, 175
Spathodea campanulata 34, 51, 57, 59, 60, 61, 62, 63
Spilanthes americana 84
Spondias
 mombin 100, 101, 102, 103, 106, 107, 108, 115, 683
 purpurea 15, 34, 51, 57, 237, 239, 245, 402, 404, 545, 549, 684
 sp. 121, 122, 124, 127, 141, 144
Stachytarpheta franzii 34, 54, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63
Stemmadenia donell-smithii 71, 72, 73, 84, 102, 104, 115, 147,
 149, 152, 685
 Sterculiaceae 53, 55, 116, 676
 Subín, véase *Acacia farnesiana*
 Suelo 4, 6, 17, 18, 33, 316, 416, 418, 475, 476, 486, 487, 488,
 489, 490, 495, 534, 587, 589, 594, 603, 632, 667
 de ladera 18, 101, 103, 105, 511, 541, 583, 587, 588, 589, 592
 Sun, véase *Tithonia tubaeformis*

Suplementos

energéticos 11, 12, 16, 108, 267, 295, 331, 341, 346, 347, 350, 358, 371, 657, 658

protéicos 283, 291, 305, 310, 321, 341, 350, 357, 371, 377, 379, 575

Sustancias tóxicas, véanse taninos, tóxicos y factores anticualitativos

Syzygium jambos 34, 53, 57, 59, 60, 61, 62, 63

T

Tabaquillo 100, 101, 102, 103, 106, 107

Tabebuia rosea 34, 51, 58, 59, 60, 61, 62, 63

Talfomata procumbens 72, 84

Talisia floresii 116

Taninos 12, 33, 37, 39, 40, 42, 45, 61, 62, 63, 73, 76, 91, 92, 93, 127, 208, 209, 211, 365, 666, 669

Tapavientos, véase cortinas rompevientos

Tarchgganthus comaboratus 206

Targuá, véase *Croton gosypifolius*

Tasa de pasaje 204, 205, 289

Teca, véase *Tectona grandis*

Tecoma stands 121, 122, 124, 127

Tecomasuchil 121

Tectona grandis 602

Tempisque, véase *Mastichodendron* sp.

Testap, véase *Guettarda combsii*

Thevetia ahouai 102, 115

Threma micrantha 34, 54, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 104, 106, 107, 116

Tigüilote, véase *Cordia dentata*

Tiliaceae 53, 54, 55, 116

Tithonia

diversifolia 34, 51, 58, 59, 60, 61, 62, 63

tubaeformis 72, 87

TND, véase total de nutrientes digestibles

Toloc, véase *Talisia floresii*

Topófisis 423, 425, 426, 431, 434, 436, 437, 438

Tora, véase *Verbesina* sp.

amarilla, véase *Tithonia diversifolia*

blanca, véase *Verbesina turbacensis*

morada, véase *V. myriocephala*

Total de nutrientes digestibles 124, 125, 126, 127

Tóxicos 12, 345, 671, 674

Trichospermum grewiifolium 116
Tripa de gallina, véase *Cosmos* sp.
Trisetum sp. 84
Triumfetta semitriloba 34, 54, 57, 59, 60, 61, 62, 63
Trophis racemosa 102, 104, 106, 107, 108, 115, 686
Tubús, véase *Montanoa dumicola*
Tylosema fassoglensis 210

U

Ulmaceae 54, 55, 116
Umbelliferae 83, 84
Upay, véase *Cordia dentata*
Urbanus proteus 477
Urea 362, 518
Urera caracasana 34, 54, 57, 59, 60, 61, 62, 63
Urticaceae 54, 55, 83, 84
Usos alternativos de árboles forrajeros, 35, 51, 52, 53, 54, 152, 495,
666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 677,
678, 679, 680, 682, 683, 684, 685, 686, 687

V

Vástago, véaseseudotallo de musáceas
Vatairea lundellii 116
Verbenaceae 54, 55, 86, 87, 116
Verbesina
myriocephala 10, 34, 44, 51, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 157, 404,
431
sp. 106, 107, 587, 686
turbacensis 10, 34, 43, 44, 51, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 157, 176,
404, 431, 587, 687
Vitex gaumeri 100, 101, 116

W

Wintheringia sp. 72, 84

Y

- Yaje, véase *Leucaena brachycarpa*
Yaxnic, véase *Vitex gaumeri*
Yerba mora, véase *Solanum nigrescens*
Yuca, véase *Manihot esculenta*
Yucca elephantipes 34, 52, 57, 59, 60, 61, 62, 63

Z

- Zacate
de ciénaga, véase *Paspalum* sp.
de montaña, véase *Anthephora hermaphrodita*
Zacumiz, véase *Buddleia nitida*
Zapotillo
colorado, véase *Pouteria* sp.
negro, véase *P. reticulata*
Zarza de hoja ancha, véase *Mimosa albida*
Zea mays 18, 261, 377, 583, 586, 590, 639, 640, 658
Ziziphus nummularia 210
Zol, véase *Blomia prisca*
Zonas de vida 4, 9, 32, 66, 97, 118, 149, 155, 173, 208, 217, 238,
259, 306, 322, 357, 359, 380, 394, 402, 424, 432, 443,
454, 476, 497, 517, 533, 546, 563, 601, 602, 665, 669,
670
Zonas ecológicas, véase zonas de vida
Zorrillo, véase *Cestrum baenitzii*



Edición:

Jorge Evelio Benavides, M.Sc.

Revisores:

Manuel Sánchez R., Ph.D.
Facultad Veterinaria,
Universidad de Córdoba, España.

Rodrigo Arias A., M.Sc.
Instituto de Ciencias y Tecnología
Agrícola, (ICTA), Guatemala.

Arnoldo Ruíz V., Ph.D.
Producción Animal,
Area de Agroforestería,
CATIE, Costa Rica.

Rolain Borel, Ph.D.
Universidad para la Paz,
Costa Rica.

**Levantado de Texto
y Diagramación:**

Edgar Loaiza Madriz

Fotografías:

Jorge E. Benavides, M.Sc.

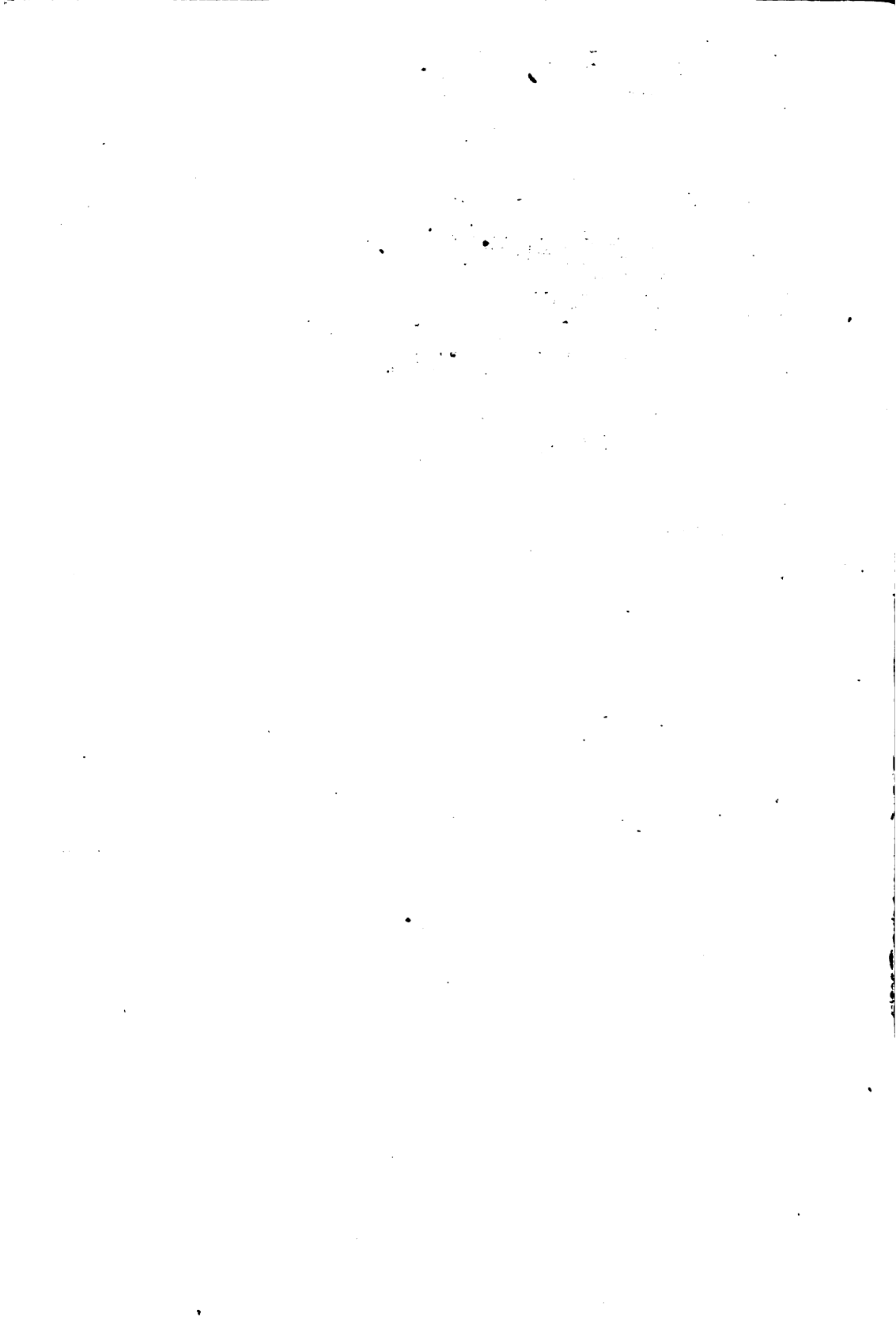
**Diseño de Portada
y Artes Finales:**

Ana Loaiza Madriz, B.A.

Impresión:

Unidad de Producción de Medios
CATIE - Turrialba

**Publicación del CATIE
Edición 1000 ejemplares
Turrialba, Costa Rica 1994**



DEVUELTO

DEVUELTO
DEVUELTO
09 DEV 2003 LTO

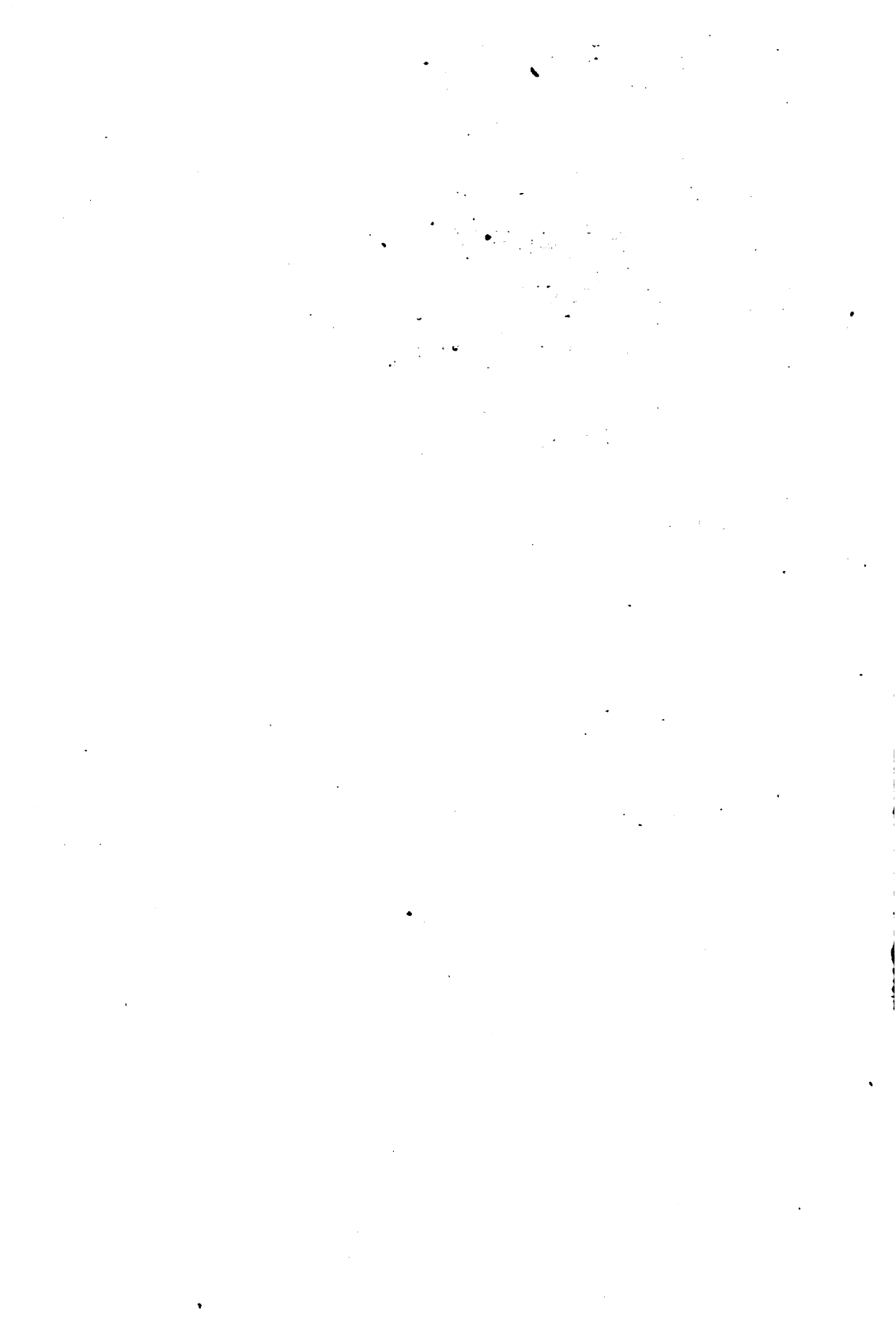
DEVUELTO
DEVUELTO

CATIE 88956
ST ARBOLES Y ARBUSTOS
IT-236
v.2 FORRAJEROS EN AMERICA

Título CENTRAL...

Fecha Devolución	Nombre del solicitante
13 NOV 1995	fer ovioda
27 NOV 1995	DEVUELTO
18 ABR 1996	David Perez
02 MAY 1996	Ran Moreno
30 DEVUELTO	Tora
12 DEVUELTO	R. Val
18 OCT 1996	
30 DEVUELTO	
23 ABR 1997	
07 MAY	
21	

88956



DEVUELTO

DEVUELTO
DEVUELTO
09 DE NOV 2003

DEVUELTO

DEVUELTO

CATIE 88956
ST ARBOLES Y ARBUSTOS
IT-236
v.2 FORRAJEROS EN AMERICA

Título CENTRAL...

Fecha Devolución	Nombre del solicitante
13 NOV 1995	fer oviedo
27 NOV 1995	fer oviedo
12 ABR 1996	David Perez
02 MAY 1996	Raul Moreno
30 DEVUELTO	Toro
12 DEVUELTO	R. Val
18 OCT 1996	
30 MAR 1997	
23 ABR 1997	
07 MAY 1997	
21 MAY 1997	

88956

Publicación patrocinada por:

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
Ministerio de Asuntos Exteriores de Francia (MAE)
Proyecto Agroforestal (CATIE/GTZ)
Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible de América Central (CATIE/OLAFO)
Proyecto de Desarrollo Agroforestal (PRODAF)

Los artículos compilados en esta publicación proceden de las siguientes Instituciones:

- *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE (Costa Rica)*
- *Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (Guatemala)*
- *Universidad de San Carlos (Guatemala)*
- *Secretaría de Recursos Naturales (Honduras)*
- *Centro Agrícola Cantonal de Puriscal (Costa Rica)*
- *Universidad Nacional (Costa Rica)*
- *Ministerio de Agricultura y Ganadería (Costa Rica)*
- *Proyecto RENARM/Manejo de Cuencas (CATIE, Costa Rica)*



OLAFO



SECRETARÍA
DE RECURSOS
NATURALES

PRODAF