

II SEMINARIO
CENTROAMERICANO Y DEL CARIBE
SOBRE AGROFORESTERIA
Y RUMIANTES MENORES

M E M O R I A S

Volumen 1

Conferencias Magistrales
Agroforestería

Identificación y Caracterización
de Leñosas Forrajeras

15 al 18 de Noviembre de 1993

San José, Costa Rica

En estas Memorias se recopilan los trabajos en extenso, tal y como se presentaron, correspondientes a las conferencias impartidas por los participantes en el II Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería y Rumiantes Menores, realizado en San José Costa Rica, América Central. El contenido y forma de los mismos es responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista de las instituciones que organizaron el evento



Instituciones organizadoras:

La Comisión Nacional para el Desarrollo de la Actividad Caprina de Costa Rica
La Red Centroamericana y del Caribe sobre Agroforestería y Rumiantes Menores (AGROVICAP)

El Proyecto sobre Utilización de Árboles y Arbustos en Zonas de Ladera en Puriscal, Costa Rica (CATIE/GTZ)

El Proyecto sobre Árboles Forrajeros y Cabras de América Central (CATIE/MAE)

El Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola de Guatemala (ICTA)

La Secretaría de Recursos Naturales (SRN) de Honduras.

Instituciones patrocinadoras:

El Gobierno de Alemania por medio del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ

El Ministerio de Asuntos Exteriores de Francia por medio del Proyecto CATIE/MAE

El Gobierno de Dinamarca por medio de DANIDA

El Gobierno de Suecia por medio del Proyecto CATIE/OLAFO

El Proyecto de Desarrollo Agroforestal de Acosta y Puriscal (MAG/GTZ)

A la Comisión Nacional para el Desarrollo de la Actividad Caprina de Costa Rica pertenecen: El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG); el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA); la Universidad Nacional (UNA); la Universidad de Costa Rica (UCR); la Asociación Costarricense de Criadores de Cabras (ACCC); el Centro Agrícola Cantonal de Puriscal (CACP); la Escuela Centro-americana de Ganadería (ECAG); la Fundación de Clubes 4-S (FUNAC.4S); el Banco Nacional de Costa Rica (BNCR) y la Escuela de Medicina Veterinaria (EMV)

Los organizadores agradecen a la Sra. Alejandra Jiménez, al Ing. Carlos R. Gutiérrez y al Ing. Marvin Rojas cuyo esfuerzo y dedicación hicieron posible la realización de este evento

CONFERENCIAS MAGISTRALES

Arboles forrajeros en América Central. Jorge E. Benavides.	1
Recursos naturales Mediterráneos y ganado caprino. A.G. Gómez Castro, M. Sanchez Rodríguez, C. Mata Moreno y V. Domenech García	45
Los sistemas sostenibles: el camino ante la crisis agropecuaria tropical. C.H. Molina, E.J. Molina, J.P. Molina.	55
Investigación sobre tecnología de quesos de leche de cabra para pequeñas agroindustrias del Semiárido Mexicano. Carlos Peraza y Patricia Hernández.	69
Arboles de uso múltiple nativos utilizados por pequeños productores en Guatemala. Rodrigo Arias.	101
Utilización del Poró (<i>Erythrina poeppigiana</i>) en sistemas agroforestales con rumiantes menores. Jorge E. Benavides.	119

AGROFORESTERIA

La investigación agroforestal en los altos de Chiapas: su importancia en la producción de ovinos. Trinidad Alemán, J. Nahed Toral, M. R. Parra Vázquez, L. Soto Pinto, B. de Jong y L. Villafuerte Zea.	135
LEÑOSAS FORRAJERAS: IDENTIFICACION Y CARACTERIZACION	145
Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. Juan Araya, Jorge Benavides, Rodrigo Arias y Arnoldo Ruíz	145
Identificación y caracterización de plantas silvestres utilizadas en la alimentación de rumiantes en el Altiplano Occidental de Guatemala. Gabriel Mendizabal, Fernando Marroquín, Edgar Ríos, Rodrigo Arias y Jorge E. Benavides.	171

Manejo de leñosas con potencial forrajero en el departamento de San Marcos, Guatemala. Rubén Ruíz.	195
Estudio de plantas torrajeras para condiciones adversas Lilian Morfin L., Deneb Camacho M. y Francisco Camacho M.	203
Dos especies vegetales arbustivas con potencial torrajero en los Altos de Chiapas, México. L. Villatuerte Zea, J. Nahed Toral, T. Alemán S. F. Pérez-Gil Romo, D. Grande Cano y L. Sanginés García	209
Fertil nutricional y degradabilidad <i>in situ</i> del forraje de arbustos nativos de México. Julia A. Torres Noriega, Roque G. Ramírez Lozano y Juan J. Zárate Ramos.	217
El Nacedero (<i>Trichantera gigantea</i>) una especie potencial en sistemas de producción integrados. Ma. Elena Gómez.	227
Composición nutricional y digestibilidad <i>in vitro</i> del ensilado de mezclas de Poró (<i>Erythrina poeppigiana</i> Urb) y Pejibaye (<i>Bactris gasipaes</i>). Augusto Rojas-Bourillon, Gustavo Valenzuela, Rafael A. Arroyo, Diego Aguirre y María I. Camacho.	237

C O N F E R E N C I A S
M A G I S T R A L E S

Arboles forrajeros en América Central

• Jorge Evelio Benavides G. •

Arboles forrajeros en América Central

Jorge Evelio Benavides G.*

Antecedentes

En las fincas pequeñas de América Central, el volumen y calidad de los pastos son afectados, además de las restricciones impuestas por los factores climáticos, por la escasa superficie para la producción, la existencia de técnicas inapropiadas de uso de la tierra y las dificultades de acceso a alternativas de producción adecuadas. Así mismo, son determinantes las restricciones de mano de obra y capital imperantes en la mayoría de las fincas pequeñas (Avila *et al.*, 1982).

Las variaciones estacionales de precipitación, horas luz y temperatura, influyen de manera decisiva, en la disminución temporal de la disponibilidad y contenido de nutrimentos de las pasturas (Minson y McLeod, 1970; Tergas *et al.*, 1971). Estas variaciones causan períodos más o menos prolongados de penuria nutricional y por ende la productividad por unidad animal disminuye (Evans, 1976; Stobbs, 1975; Cubillos *et al.*, 1975).

Numerosas prácticas tradicionales de labranza y uso de la tierra (deforestación, pastoreo extensivo y extractivo, no aplicación de técnicas para controlar la erosión, la ubicación de actividades agropecuarias en zonas no aptas) y la fuerte presión demográfica, han conllevado a un serio deterioro del equilibrio ecológico y de la capacidad productiva de los suelos (CATIE, 1983; Garríguez, 1983; Jiménez, 1983; Heuveldop y Chang, 1981).

Aunado a lo anterior, el pequeño tamaño de las fincas, las características topográficas y el tipo de economía de los pequeños productores, restringen o imposibilitan la obtención de los niveles adecuados de forraje para la explotación de ganado vacuno o para mejorar la productividad de los sistemas existentes (McDowell y Woodward, 1982; Raun, 1982).

La producción de leche y carne bovina en las fincas pequeñas es, a menudo, ineficaz debido a que casi toda la energía disponible en los alimentos es utilizada para satisfacer los requerimientos de mantenimiento de los animales. Una vaca de 350 kg, requiere para su mantenimiento, aproximadamente 4500 Mcal de energía digestible por año y a menudo, solamente están

*/ Responsable del Programa de Cabras, Area de Ganadería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

disponibles entre 2000 y 3000 Mcal. Una cabra en el trópico, requiere alrededor de 680 Mcal/año, siendo posible mantener una o dos cabras en circunstancias similares y alcanzar altos niveles de producción con la misma disponibilidad de alimento. (McDowell, 1977, citado por Raun, 1982).

Una alternativa agroforestal: La utilización de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación caprina

Entre las alternativas planteadas para enfrentar el conjunto de factores limitantes señalados anteriormente, el Area de Ganadería Tropical del CATIE incluye, entre sus líneas de trabajo, la investigación sobre diferentes formas de integración de los árboles y arbustos en los sistemas de alimentación animal. En tal sentido, durante los últimos años se ha incrementado la investigación sobre aspectos tales como: identificación, disponibilidad, valor nutritivo y manejo agronómico de especies leñosas con potencial para la alimentación de rumiantes. Se parte del criterio que, los árboles y arbustos, son recursos potencialmente útiles para la alimentación animal y que actualmente son subutilizados por los productores, a pesar de su amplia disponibilidad en América Central.

El principal objetivo de la investigación con cabras en el CATIE es desarrollar y mejorar tecnologías agroforestales de producción que permitan: i) obviar las restricciones de una gran proporción de pequeños productores, para explotar ganado vacuno; ii) incrementar la disponibilidad y los niveles de producción de leche y carne en las fincas pequeñas y zonas marginales de la región; iii) valorizar recursos alimenticios subutilizados actualmente, de bajo costo de oportunidad y disponibles en las fincas y iv) desarrollar formas de uso de la tierra bajo el criterio de sostenibilidad de la producción

¿Porqué cabras?

Manejada bajo un enfoque agroforestal, en las fincas pequeñas, la cabra posee importantes ventajas comparativas con respecto a los bovinos. La especie tiene gran tolerancia y capacidad de adaptación a factores climáticos extremos y a formas variables de manejo, que en muchas circunstancias son restrictivas para otros rumiantes. Se puede explotar bajo variaciones grandes de temperatura, bajo libre pastoreo en zonas de vegetación de chaparral (para producción de carne) o bajo confinamiento en establos rústicos (para producción de leche). Por su tamaño, docilidad y hábitos gregarios, la especie puede

ser manejada con eficiencia por cualquier tipo de mano de obra familiar (niños, mujeres y ancianos) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tipo de mano de obra utilizada en la atención de las cabras en Guatemala y en la zona sur de Honduras¹.

Tipo de mano de obra	Guatemala		
	Altiplano	Oriente	Honduras
	% de hatos		
Dueño	50	54	37
Esposa	18	15	20
Hijos	40	42	37
Otros	9	5	23

1/ 76 productores en el Altiplano, 83 en Oriente y 135 en Honduras. Benavides, 1986(a); Amour y Benavides, 1987.

La cabra posee características anatómicas, fisiológicas y hábitos de alimentación muy particulares, los cuales le permiten producir con eficiencia, bajo condiciones restrictivas para otros rumiantes. Su capacidad de tolerancia a sabores amargos, la movilidad de sus labios, la lengua prensil y la facilidad para pararse sobre su tren posterior le posibilitan consumir, seleccionar y tener acceso a una elevada gama de alimentos, generalmente no utilizables por otros rumiantes domésticos y que normalmente están disponibles en las fincas pequeñas (Sands, 1983; Arbiza, 1986; Huston, 1981).

Las observaciones realizadas en América Central confirman lo reportado por otros trabajos en el sentido de que, las cabras, consumen mayores proporciones de plantas arbustivas y arbóreas que de otras especies botánicas (Cuadro 2). Además, este rumiante es más eficiente, que el bovino, para seleccionar dietas de alta calidad nutritiva durante el pastoreo (Malechek y Provenza, 1981; Malechek y Leinweber, 1972).

Por su mejor capacidad de locomoción, en praderas naturales, la cabra puede recorrer mayores distancias que las ovejas o bovinos para la búsqueda de sus alimentos (Cory, 1927; Bell, 1978, Gihad, 1981).

Desde el punto de vista económico, la cabra representa un menor riesgo debido a: que el costo de cada unidad es menor, se puede obtener una recuperación más rápida del capital debido a su temprana madurez sexual (1 año *vs* 2,5- 4,0 en los vacunos) y a que transcurre poco tiempo entre el nacimiento y su salida al mercado (Arbiza, 1986). El tamaño pequeño de la cabra facilita

el mercadeo y se puede consumir en mucho menor tiempo que los bovinos, lo cual es importante cuando se trata de mercados remotos o poco desarrollados (Winrock, 1976).

Cuadro 2. Preferencia de las cabras por diferentes tipos de vegetación, en dos regiones de Guatemala¹.

Tipo de vegetación	% de hatos	
	Altiplano	Oriente
Pasto	22	3
Arbusto	31	6
Arbol	47	91

^{1/} 36 productores en Oriente y 66 en el Altiplano Occidental. Benavides, 1986(a).

¿Porqué árboles y arbustos?

En todas las zonas ecológicas de América Central existen numerosas especies de árboles y arbustos con gran potencial para la producción de forraje. Muchas de estas especies tienen valores nutricionales superiores a la de los pastos y pueden producir elevadas cantidades de biomasa.

La mayoría de las especies leñosas forrajeras pueden plantarse fácilmente en áreas marginales o de pendiente utilizando técnicas sencillas que permiten un mejor uso del suelo. Además, la producción de biomasa de los árboles, es mas sostenida que la del pasto bajo condiciones de cero fertilización. Por otra parte, las leñosas forrajeras pueden sembrarse asociadas con pasto permitiendo de esta forma incrementar la productividad por unidad de área.

Sistemas de producción caprina en América Central

Con la excepción de Costa Rica, los sistemas tradicionales de producción caprina en América Central son principalmente de carácter extensivo. En tales condiciones las cabras ramonean de forma libre con poca o ninguna atención de parte de sus propietarios. La mayoría de los hatos pertenecen a pequeños productores o trabajadores agrícolas sin tierra (Cuadros 3, 4 y 5) y los principales productos son carne para el consumo de la familia o la venta.

Cuadro 3. Actividad principal de los propietarios de cabras en Guatemala y en la zona Sur de Honduras¹.

Actividad	Guatemala		Honduras
	Altiplano	Oriente	
% de productores			
Pequeño productor	76	41	31
Mediano productor	5	2	7
Obrero agrícola	4	18	27
Obrero urbano	12	36	3
Ama de casa	0	0	19
Otros	3	3	13

1/ 74 productores en el Altiplano, 87 en Oriente y 137 en Honduras.
 Adaptado de: Arias, 1987; Benavides, 1986(a); Ammour y Benavides, 1987.

Cuadro 4. Tamaño de las fincas en los sistemas de producción caprina en el Altiplano Occidental de Guatemala.

Estratos, ha	Sistemas ¹	
	Estiércol-carne	Carne-leche
% de fincas		
0,00 - 0,49	11	27
0,50 - 0,99	16	36
1,00 - 2,99	47	27
3,00 - 7,99	21	9
> 8,00	5	0
Tamaño promedio, ha	2,3	2,3
		1,0
		1,3

1/ 19 productores del sistema estiércol-carne y 11 del carne-leche dieron información.
 Arias, 1987

El ordeño de las cabras es ocasional, con muy bajos rendimientos. En el Altiplano Occidental de Guatemala, además de la carne, un producto importante es el estiércol, que es utilizado como fertilizante y, que juega un papel esencial en el sistema agrícola de dicha región. En el sur de Honduras, bajo condiciones de baja precipitación y poca infraestructura de servicios, las cabras se utilizan como animales de tracción para el acarreo de agua y leña (Cuadro 6).

Cuadro 5. Tamaño de la finca en los sistemas de producción caprina en República Dominicana.

Estratos, ha	Sistemas					
	PS (N=103)	PS (N=389)	MC (N=229)			
	% de fincas					
< 1,0	44	22	13			
1 - < 3,0	21	17	27			
3 - < 6,0	12	19	18			
6 - < 15,0	22	27	20			
15 - < 40,0	0	11	10			
40 - > 100	0	3	11			
Area promedio, ha ¹	1,5 ^c	3,6	7,9 ^b	13,1	11,5 ^a	20,9

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

M: Encuestador que proporcionaron información.

PS: Productor de subsistencia PC: Pequeño caprinocultor.

MC: Mediano caprinocultor. Abreu, 1990.

Cuadro 6. Principales rubros productivos de las cabras en dos regiones de Guatemala y en la zona Sur de Honduras¹.

Rubro	Guatemala		Honduras
	Altiplano	Oriente	
	% de hatos		
Leche	49	87	51
Carne	98	100	99
Estiércol	82	23	
Cuero	60	51	
Tracción			7

1/ 71 productores en el Altiplano, 84 en Oriente y 130 en Honduras. Benavides, 1986(a); Ammour y Benavides, 1987.

¿Cómo se integran las cabras y los árboles en sistemas agroforestales de producción?

Aprovechando la habilidad de las cabras para utilizar el follaje de árboles y arbustos, se ha desarrollado un sistema para manejar cabras lecheras en condiciones de estabulación. El sistema contempla la siembra, en pendientes y con técnicas de conservación del suelo, de parcelas de leñosas y pastos para su alimentación. Bajo esta modalidad la producción de leche con cabras se convierte en un vehículo de reforestación y de mejoramiento de las condiciones del suelo. Desde el punto de vista económico y de adopción tecnológica, la producción de

leche es la única alternativa con cabras que estimula al productor a realizar inversiones para el manejo estabulado de estos animales.

¿Cual es el esquema de trabajo?. El caso del proyecto en Puriscal, Costa Rica

Los trabajos del CATIE en cabras se desarrollan en diferentes zonas ecológicas de Honduras, Guatemala, República Dominicana y Costa Rica. Para este documento se utilizará el caso del proyecto que se desarrolla en la región de Puriscal, Costa Rica.

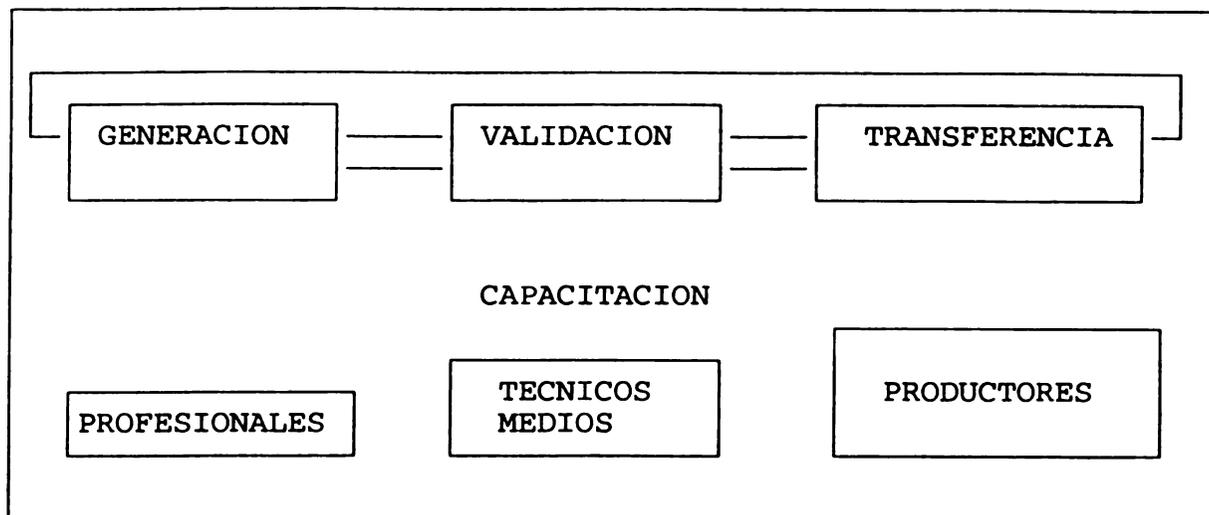
El clima de Puriscal es tropical húmedo-seco con distribución bimodal de la precipitación. Su topografía es muy irregular y es una de las zonas más degradadas y con más problemas de erosión del país. La población rural está conformada principalmente de pequeños productores y las actividades agrícolas más importantes el café, el tabaco, los granos básicos y la ganadería vacuna. Antes del inicio de este proyecto, sólo un número insignificante de productores criaba cabras.

Las acciones de trabajo se llevan a cabo por medio de un proceso de GENERACION-VALIDACION-TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA y con la participación de diferentes instituciones. Aún cuando todas las instituciones participan en todas las etapas del proyecto, su papel principal depende de su propia naturaleza y enfoque. Las instituciones que ejecutan el proyecto junto con el CATIE son el Centro Agrícola Cantonal de Puriscal (CACP), la oficina regional del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el proyecto de Desarrollo Agroforestal MAG/GTZ (PRODAF). Durante todo el proceso la capacitación juega un papel determinante la capacitación de productores, seguida del entrenamiento a técnicos de nivel medio y profesionales (Cuadros 7 Y 8).

El CATIE actúa como coordinador del proyecto y su principales líneas de trabajo están en la generación y validación de tecnologías y en el entrenamiento de técnicos y profesionales.

A nivel interno en el CATIE se trabaja bajo un enfoque multidisciplinario lo que permite al equipo de trabajo el apoyo de diferentes especialistas. Entre el equipo de apoyo hay forestales, expertos en agroforestería, economistas, especialistas en pastos y forrajes, nutricionistas, químicos, biometristas y expertos en manejo de suelos. A nivel interprogramático resalta el trabajo que se realiza con el Proyecto de Manejo de Cuencas.

Cuadro 7. Esquema de trabajo del proyecto de árboles forrajeros y cabras en la región de Puriscal, Costa Rica.



Cuadro 8. Participación de las instituciones en el proceso de trabajo.

	GENERACION	VALIDACION	TRANSFERENCIA	CAPACITACION
CATIE	XXX	XXX	X	XX
CACP	XX	X	XX	X
PRODAF	X	XX	X	XX
MAG	X	X	XXX	X
PRODUCTORES	XX	XX	X	XX

PRODAF está más relacionado con las acciones de entrenamiento y transferencia tecnológica. El MAG está a cargo de la asistencia técnica y también de acciones de transferencia tecnológica.

El CACP, que funciona como una entidad privada, participa en la generación de tecnologías, en la transferencia y como entidad de apoyo crediticio a los productores. Una parte importante de la investigación en alimentación, agronomía de leñosas forrajeras y manejo de suelos se desarrolla en la finca del CACP donde se ha establecido una pequeña estación de investigación con su propio hato de cabras. En el mediano plazo el hato de cabras de esta finca se transformará en un centro de reproducción para suplir de animales de alta calidad genética a los productores.

Lineas de investigación

Metodología de investigación (generación de tecnologías)

Todas las actividades relacionadas con los estudios de sistemas de producción caprina, tienen el propósito de orientar el proceso de investigación y de establecer un enlace permanente entre los procesos de producción e investigación. El trabajo llevado a cabo en este aspecto ha consistido en la identificación y caracterización de las principales factores que limitan la producción y de las principales características de los sistemas.

Los trabajos conducidos sobre árboles y arbustos forrajeros han permitido el desarrollo de una pauta metodológica de investigación en este campo (Cuadro 9). La metodología consiste en un proceso de eliminación en el cual los follajes son evaluados de forma tal que, en etapas sucesivas, se pueda seleccionar el material con las mejores características en términos de disponibilidad, valor nutritivo y versatilidad en el manejo agronómico (Benavides, 1986 a.).

Resultados de la investigación. Desarrollo de sistemas de alimentación con especies arbóreas y arbustivas

Identificación y características nutricionales de especies leñosas forrajeras

Para la identificación de especies promisorias, se han utilizado tres procedimientos. El primero de ellos es por medio de encuestas en las fincas de productores de cabras; el segundo es la utilización de fuentes de información secundaria (Cuadros 10 y 11) y el último, por medio del seguimiento de hatos caprinos y observación directa de las preferencias de los animales por diferentes especies arbóreas y arbustivas (Cuadro 12).

Se han identificado más de 200 especies de árboles y arbustos en diversas zonas ecológicas y que son utilizadas para la alimentación de cabras. Muchas de estas especies, tienen también otros usos en las fincas de los productores como cercos vivos, abono orgánico, leña y sombra para el ganado. Pruebas preliminares realizadas con árboles en crecimiento natural, muestran buena recuperación de los árboles tras la poda y satisfactorios niveles de producción de materia seca (MS) a lo largo del año (Cuadro 13).

Cuadro 9. Metodología de investigación en árboles forrajeros.**1. IDENTIFICACION**

IDENTIFICACION DE ESPECIES
DISTRIBUCION
IDENTIFICACION DEL MODO DE UTILIZACION
EVALUACION PRELIMINAR DE LA PRODUCCION DE BIOMASA

2. VALOR NUTRICIONAL

PROTEINA CRUDA
DIGESTIBILIDAD *in vitro*

3. RESPUESTA ANIMAL

ACEPTABILIDAD Y CONSUMO
CRECIMIENTO
PRODUCCION DE LECHE

4. AGRONOMIA

PRODUCCION DE BIOMASA
METODOS DE SIEMBRA Y PODA
ASOCIACION CON CULTIVOS Y PASTO
FERTILIZACION

5. EVALUACION DE DIETAS

PRUEBAS *in vivo*
DEGRADABILIDAD
RELACION N/ENERGIA

6. VALIDACION DE TECNOLOGIAS

Cuadro 10. Algunas especies de árboles cuyo follaje es consumido por cabras en América Central.

Nombre común	Nombre científico	País
Aliso	<i>Alnus</i> sp.	Guatemala
Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>	Honduras
Guácimo	<i>Guazuma</i> sp.	Hond., Guat., C.R.
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Hond., Guat., C.R.
Higuerón	<i>Ficus</i> sp.	Costa Rica
Jícaro	<i>Crescentia alata</i>	Hond., Guat.
Jocote, ciruela	<i>Spondias purpurea</i>	Hond., Guat., C.R.
Madero Negro	<i>Gliricidia sepium</i>	Hond., Guat., C.R.
Nacascolo	<i>Libidibia coriaria</i>	Honduras
Salvia	<i>Bouddeya nivea</i>	Guatemala
Tiguilote	<i>Cordia dentata</i>	Honduras
Zorrillo	<i>Roupala complicata</i>	Costa Rica

Adaptado de: Benavides 1983; ICTA, 1987; Pineda 1975; McCammon-Feldman 1977; Ammour y Benavides 1987.

Cuadro 11. Algunas especies de arbustos cuyo follaje es consumido por cabras en América Central.

Nombre común	Nombre científico	País
Amapola	<i>Malvaviscus arborescens</i>	Hond., Guat., C.R.
Carbón	<i>Mimosa</i> sp.	Honduras
Chaguay, Espino	<i>Pithecolobium dulce</i>	Guat., Nic.
Chilca	<i>Senecio salignus</i>	Guatemala
Escoba blanca	<i>Tournera ulmifolia</i>	Nicaragua
Espino Blanco	<i>Acacia farnesiana</i>	Honduras
Espino negro	<i>Pisonea culeata</i>	Nicaragua
Frijolillo	<i>Sippia</i> sp.	Nicaragua
Lavaplato	<i>Solanum verbuscifolium</i>	Nicaragua
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Honduras
Morera	<i>Morus</i> sp.	Costa Rica
Sauco amarillo	<i>Sambucus canadiensis</i>	Guatemala
Sauco negro	<i>Sambucus mexicanus</i>	Guatemala
Subinai, aroma	<i>Acacia farnesiana</i>	Hond., Guat.
Vainillo	<i>Cassia emarginata</i>	Nicaragua

Adaptado de: Benavides 1983; ICTA, 1987; Pineda 1975; McCammon-Feldman 1977; Ammour y Benavides 1987.

Cuadro 12. Frecuencia de consumo y calidad bromatológica de las especies botánicas más seleccionadas por cabras en un bosque secundario del trópico húmedo¹.

Especie	Frecuencia de consumo	MS	PC	DIVMS
<i>Vernonia brachiata</i>	10,1	22,6	29,6	68,4
<i>Acalypha macrostachya</i>	7,9	22,3	30,1	68,0
<i>Heliconia</i> sp.	7,6	23,4	20,0	38,1
<i>Panicum maximum</i>	6,7	22,6	16,9	54,1
<i>Clibadium</i> sp.	4,7	25,7	26,2	47,3
Helechos	4,6	30,7	20,1	26,3
<i>Croton schiedeanus</i>	4,4	32,7	27,1	23,4
<i>Govania polygama</i>	4,4	40,5	20,8	40,8
<i>Trofis</i> sp.	3,8	37,0	15,8	65,2
Otras especies ²	45,8			
King-grass		20,2	8,0	49,0

1/ Turrialba, Costa Rica. 2/ 75 especies.
Fuente: Rodríguez M., 1982. Datos sin publicar.

Cuadro 13. Producción de biomasa de especies arbóreas y arbustivas en crecimiento natural en diferentes zonas agroecológicas de América Central.

Especie	kg MS/árbol/año ¹	País
Poró (<i>Erythrina poeppigiana</i>)	2,7 - 4,0	Costa Rica ²
Guácimo (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	4,8	Honduras
Espino Blanco (<i>Acacia farnesiana</i>)	2,6	Honduras ³
Tiguilote (<i>Cordia dentata</i>)	2,0	Honduras
Sauco Amarillo (<i>Sambucus canadensis</i>)	1,3	Guatemala ⁴
Chilca (<i>Senecio salignus</i>)	1,2	Guatemala
Sauco Negro (<i>Sambucus mexicanus</i>)	0,7	Guatemala

1/ Todos los datos corresponden a intervalos entre podas de 4 meses

2/ Bosque muy húmedo premontano. 3/ Bosque seco tropical.

4/ Bosque húmedo subtropical.

Mejicanos y Ziller, 1990; Ríos 1990; Medina et al. 1990; Benavides et al 1989.

El contenido de nutrimentos de muchas de estas especies, es muy superior al de los pastos tropicales. Tanto en las especies identificadas en las encuestas, como en las seleccionadas por los animales, el porcentaje de proteína cruda del follaje de árboles y arbustos generalmente duplica o más, al de los pastos

y en numerosos casos el contenido energético es también superior (Cuadro 14).

Cuadro 14. Proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca del follaje de leñosas utilizadas para alimentar cabras en América Central.

Especie	PC, %	DIVMS, %	País
Morera (<i>Morus</i> sp.)	24,2	89,2	C. Rica ¹
Chicasquil (<i>Cnidocolus acotinifolium</i>)	41,7	84,4	C. Rica
Sauco Amarillo (<i>Sambucus canadiensis</i>)	29,2	81,2	Guatemala
Sauco Negro (<i>Sambucus mexicanus</i>)	24,3	75,8	Guatemala ⁴
Chilca (<i>Senecio salignus</i>)	22,7	73,8	Guatemala
Clavelón (<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>)	19,9	71,2	C. Rica
Tora blanca (<i>Verbesina turbacensis</i>)	20,3	69,8	C. Rica
Guachipelín (<i>Dyphysa robinoides</i>)	26,9	69,8	C. Rica
Amapola (<i>Malvaviscus arborescens</i>)	21,0	68,3	C. Rica
Tora morada (<i>Verbesina turbacensis</i>)	20,2	68,4	C. Rica
Zorrillo (<i>Cestrum baenetzii</i>)	37,1	65,8	C. Rica
Engorda ganado (?)	23,4	61,8	Guatemala
Nacascolo (<i>Libidibia coriaria</i>)	15,8	61,0	Honduras ⁴
Carbón blanco (<i>Mimosa platicata</i>)	16,4	59,1	Honduras
King-grass ⁵	8,0	49,0	C. Rica

1/ Proteína cruda

3/ Proyecto CACP/CATIE/GTZ, 1990

5/ King-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*).

2/ Digestibilidad, *in vitro*, de la materia seca

4/ Araya, 1990.

Respuesta animal

El consumo de materia seca de algunos follajes de especies leñosas por las cabras es elevado y mayor que el reportado para los vacunos. Resultados de otros autores utilizando diferentes follajes, como suplemento para cabras que reciben dietas a base de pastos, indican consumos de materia seca superiores al 1.0% del peso vivo (PV) de los animales (Cuadros 15 y 16). Las variaciones que se muestran no sólo se deben a las diferencias entre especies, sino también a las variaciones de sitio y el estado fisiológico de los animales. Las cabras pueden consumir altos niveles de estos follajes por largos períodos de tiempo y no se han detectado síntomas clínicos, que indiquen la presencia de factores tóxicos que afecten la salud de los animales.

Cuadro 15. Consumo de follaje, como suplemento al pasto, de diferentes especies de árboles y arbustos por cabras, en América Central.

Especie	Consumo, % P.V. ¹	País
Copal (<i>Stemmadenia donell-smithii</i>)	2,0	Guatemala
Sauco negro (<i>Sambucus mexicanus</i>)	1,9	Guatemala
Amapola (<i>Malvabiscus arboreus</i>)	1,8	Costa Rica
Jocote (<i>Spondias purpurea</i>)	1,2	Costa Rica
Clavelón (<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>)	1,0	Costa Rica
Guácimo (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	1,0	Costa Rica
Manzana rosa (<i>Eugenia jambos</i>)	0,6	Costa Rica

1/ Porcentaje del peso corporal del animal.
Adaptado de: Marroquín, 1990; Martínez, 1990.

Cuadro 16. Nivel de consumo de follaje de poró (*E. poeppigiana*) en cabras, cuando es suministrado como dieta única, o acompañado de fruto verde de plátano.

	Kg/an/día	% P.V.	Autores
Dieta única	1,15	3,3	Esnaola y Benavides, 1986
Con plátano	1,12	2,7	Rodríguez <i>et al.</i> , 1987.

En ganancia de peso, los follajes que se han evaluado hasta la fecha son los de poró gigante, poró enano (*E. berteriana*), madero negro (*Gliricidia sepium*) y morera (*Morus* sp.). Aunque existen diferencias entre los follajes, el crecimiento de los animales (ovinos y caprinos) ha sido satisfactorio (Cuadro 17). Las mejores respuestas se obtienen con follaje de morera, con el cual se han alcanzado, niveles de ganancia de peso superiores a los 100 gr/día, en corderos de cuatro meses de edad (Cuadro 18).

No obstante lo anterior, los resultados indican que en algunos follajes, para mejorar la eficiencia de utilización de la materia seca, es necesaria la complementación con energía, debido a los bajos niveles de digestibilidad (alrededor del 50%) y a la elevada solubilidad de la fracción nitrogenada de los mismos (Roldán, 1981). Tal es el caso del poró, en donde se ha observado que su utilización es afectada, tanto por el tipo, como por el nivel de energía (Cuadro 19). En los trabajos con cabras, la fuente energética más utilizada, es el fruto de diferentes especies de musáceas.

Cuadro 17. Ganancia de peso y consumo de materia seca (MS) de cabritos alimentados con follaje de varias especies de árboles y suplementados con fruto verde de banano.

Parámetros	Poró gigante	Poró enano	Madero negro	Hoja plátano
Ganancia peso, gr/a/día ¹	35 ^c	54 ^{ab}	60 ^a	39 ^{bc}
Consumo MS, kg/an/día				
Follaje	0,5	0,6	0,7	0,6
Banano	0,2	0,2	0,2	0,2
Total	0,7	0,8	0,9	0,8
Consumo, % P.V.	3,3	3,7	4,0	3,7

1/ Valores con igual letra no difieren estadísticamente $p < 0,05$.
Argüello, Benavides y Esnaola 1986.

Cuadro 18. Ganancia de peso y niveles de consumo de corderos Black Belly alimentados con King-grass y suplementados con varios niveles de follaje de morera

Parámetro	Niveles de morera, % P.V. ¹			
	0	0,5	1,0	1,5
Peso Inicial, kg	15,7	15,8	15,8	15,1
Ganancia, gr/an/día ¹	60 ^b	75 ^b	85 ^{ab}	101 ^a
Consumo MS, kg/an/día				
King-grass	0,7	0,6	0,6	0,6
Morera	0,0	0,1	0,2	0,3
Total	0,7	0,7	0,8	0,9
Consumo, % P.V.	3,5	3,7	4,0	4,3

1/ Como porcentaje del peso corporal.

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

Fuente: Benavides, 1986(b).

A nivel de producción de leche, se ha trabajado con follaje de poró gigante (*E. poeppigiana*), poró enano (*E. berteriana*), madero negro (*Gliricidia sepium*), Morera (*Morus* sp.) y Amapola (*Malvabiscus arboreus*) y con los cuales se han obtenido niveles satisfactorios de producción. La inclusión de follaje de Poró en dietas de baja calidad para cabras, puede triplicar la producción de leche. Al adicionar niveles crecientes de follaje a dietas de pasto King-grass y banano, se ha observado un incremento notable en la producción de leche y en el consumo de

materia seca total, sin detrimento importante del consumo de pasto (Cuadro 20 y Figura 1).

Cuadro 19. Ganancia de peso y consumo de corderos alimentados con follaje de Poró y suplementados con diferentes fuentes energéticas.

Parámetros	Nada	Melaza	Banano	Banano	Ñame
			verde+	verde	
Peso inicial, kg	22,2	23,0	23,1	20,8	22,8
Ganancia, gr/an/día ¹	74 ^c	92 ^{bc}	91 ^{bc}	112 ^{ab}	128 ^a
Consumo de MS, % P.V.					
Poró	3,5	3,2	3,3	3,3	3,0
Suplemento	0,0	0,8	0,9	1,1	1,3
Total	3,5	4,0	4,2	4,4	4,3

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0,05$.
Benavides y Pezo 1986.

Cuadro 20. Producción de leche de cabras alimentadas con King-grass (*P. purpureum*) y banano y suplementadas con varios niveles de poró (*E. poeppigiana*).

Parámetros	Niveles de follaje, % P.V. ¹			
	0	0,5	1,0	1,5
Leche, kg/an/día ²	0,39	0,72	0,85	0,97 ³
Consumo, kg Ms/an/día				
King-grass	0,7	0,7	0,7	0,6
Poró	0,0	0,2	0,4	0,6
Banano	0,5	0,5	0,5	0,5
Total	1,2	1,4	1,6	1,7
Consumo, % P.V.	3,0	3,6	4,0	4,4

1/ % del peso corporal.

2/ Corresponde a un promedio de cabras de alta y baja producción.

3/ Efecto lineal significativo, $p < 0,001$. Fuente: Esnaola y Ríos, 1986.

La utilización del follaje de poró junto con fruto de banano como suplemento al pasto King-grass, ha sido económicamente más ventajoso que la utilización de concentrado a pesar, de que con este último suplemento las cabras producen más leche (Cuadro 21). En relación al uso de complementos energéticos al follaje de Poró, los mejores resultados se han observado (tanto en leche como en contenido de grasa), con el uso de fuentes almidonadas, como el fruto de banano verde (Cuadro 22).

Cuadro 21. Producción de leche, consumo de materia seca y beneficio económico obtenidos con dos dietas suministradas a cabras lactantes estabuladas.

	Pasto + poró + banano	Pasto + concentrado
Leche, kg/an/día	1,1	1,3 ¹
Consumo, kg MS/an/día		
King-grass	0,5	0,5
Banano maduro	0,6	
Poró	0,4	
Concentrado		0,7
Total	1,5	1,2
Benef. parcial, US\$/an/día	0,60	0,50

1/ $p < 0,05$. Gutiérrez y Benavides, 1986.

Cuadro 22. Producción de leche y consumo de cabras alimentadas con King-grass, Poró y banano verde y maduro.

	Pasto + poró + banano	Pasto + concentrado
Leche, kg/an/día	1,3	1,2 ¹
Consumo MS, kg/an/día		
King-grass	0,62	0,61
Poró	0,47	0,48
Banano	0,65	0,65
Total	1,74	1,74

1/ $p < 0,01$. Samur C., 1984.

La eficiencia de utilización del follaje de poró y la producción de leche, son también afectadas por la relación entre los contenidos de energía de la dieta y los contenidos de proteína cruda, lo cual recalca la necesidad de calibrar dietas, para mejorar la eficiencia de producción. El Cuadro 23 indica que la mayor producción de leche, corresponde a una relación similar energía-nitrógeno, presente en la dieta.

Cuadro 23. Producción de leche y relación proteína/energía de la dieta en cabras alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de poró y plátano verde.

Nivel de plátano	Alto	Bajo	Alto	Bajo
Nivel de poró	Alto	Alto	Bajo	Bajo
Leche, kg/animal/día	1,27	1,09	1,09	1,13 ¹
PC/ED, (gr/Mcal) ²	40	45	35	40

1/ Interacción entre factores significativa, $p < 0,05$.

2/ Proteína cruda/Energía digestible (gramos/megacalorías).
Castro A. 1989.

Factores que afectan el consumo de algunos follajes puede ser una limitante, ya que afecta la producción de leche de los animales. En un ensayo comparativo, los niveles de consumo y de producción de leche obtenidos con madero negro fueron menores que los del poró (Cuadro 24). Así mismo la producción disminuyó a lo largo del experimento de forma más abrupta. Sin embargo, en el madero negro aumentaron la digestibilidad (Figura 2) y el contenido de proteína durante el mismo período. Esto indica, la presencia de sustancias químicas que afectan la aceptabilidad del follaje. Tomando en cuenta que el follaje utilizado procedía de diferentes sitios y con diferente estado de madurez, la causa puede atribuirse a aspectos de la fisiología de la planta o a variaciones clonales de las diferentes procedencias.

Con algunos follajes se pueden obtener mayores niveles de producción de leche sin necesidad de complementar con energía, debido a los elevados niveles de digestibilidad de estos materiales.

Con follaje de Morera y Amapola como suplemento al pasto y sin complementación energética, se han obtenido producciones de leche superiores a las observadas con el Poró. La producción de leche en cabras puede alcanzar 1,9 kg/an/día cuando los animales consumen 0,89 y 0,71 kg/animal/día de materia seca de Amapola y Morera respectivamente (Figuras 3 y 4).

Cuadro 24. Producción de leche y consumo de materia seca (MS) de cabras alimentadas con Poró y madero negro y suplementadas con plátano verde.

Parámetros	Poró	Madero negro
Producción de leche, kg/an/día	1,3	1,1 ¹
Consumo MS, kg/an/día		
Follaje	1,2	0,9
Plátano	0,6	0,6
Total	1,8	1,5
Consumo, % P.V.	4,2	3,6

1/ $p < 0,01$. Rodríguez Z. et al., 1987

Evaluación agronómica

En este aspecto, se busca desarrollar técnicas de manejo agronómico, que permitan un incremento sostenido de la producción de biomasa forrajera por unidad de área. Ello implica, estudios sobre germinación, siembra y poda, desarrollo de técnicas de manejo espacial y temporal de plantaciones, así como de asociaciones de árboles forrajeros con cultivos o pastos y evaluaciones del impacto de las técnicas utilizadas sobre el suelo.

Numerosas especies de árboles, especialmente leguminosas, son tolerantes a la poda, pueden producir abundantes niveles de biomasa comestible y pueden asociarse adecuadamente con otros forrajes. En una evaluación de dos años del poró gigante, asociado con King-grass, no se afectó la producción de las gramíneas, se obtuvo mayor producción de biomasa comestible y se triplicó la producción de proteína cruda por unidad de área, con respecto a la obtenida con el pasto sembrado en monocultivo (Figuras 5 y 6).

En asociaciones de poró y King-grass, también se ha estudiado el efecto de la adición de diferentes niveles de follaje en el suelo, sobre la producción de biomasa del pasto, biomasa total y parámetros del suelo. Los resultados muestran que la producción de pasto es mayor bajo los árboles que en monocultivo y que la misma se incrementa a medida que aumenta la cantidad de follaje depositado en el suelo (Figura 7).

En época de sequía y bajo condiciones similares los árboles de madero negro podados, al final de la época lluviosa, pueden producir cantidades adecuadas de materia seca comestible para suplir la disminución en la producción de pasto (Cuadro 25).

Cuadro 25. Producción de materia seca comestible (MSC), materia seca digestible (MSD) y proteína cruda (PC) de Madero negro en la época seca en República Dominicana.

Mes de poda en verano	kg/árbol/corte		
	MSC	MSD	PC
Febrero ¹	0,36 ^b	0,23 ^b	0,07 ^b
Marzo	0,40 ^b	0,26 ^b	0,08 ^b
Abril	0,44 ^b	0,28 ^b	0,09 ^b
Mayo	0,62 ^a	0,44 ^a	0,14 ^a
Promedio	0,46	0,30	0,09

1/ Valores con igual letra no difieren significativamente: $p < 0,02$.
Hernández, 1988. Benavides et al 1989.

Otro aspecto que ha sido señalado como necesario en el desarrollo de alternativas silvopastoriles, es el estudio de los beneficios que estos pueden aportar al sistema. Resultados preliminares indican que la producción de morera (*Morus* sp.), se incrementa significativamente al adicionar al suelo cantidades crecientes de estiércol húmedo de cabra (Figura 8) Benavides, 1991. Datos sin publicar). El estudio de las interacciones animal-árboles, es de gran importancia para el desarrollo de alternativas sostenibles agroforestales con animales.

Parte importante de los estudios agronómicos, es la evaluación del efecto de las técnicas de plantación de leñosas forrajeras sobre diferentes características físicas y químicas de suelos degradados, en topografías de elevada pendiente. Datos preliminares obtenidos de una asociación de amapola (*Malvaviscus arborescens*) con pasto (*Brachiaria ruziziensis*), indican que la pérdida de suelo por escorrentía es mucho menor que la observada en una plantación de maíz (*Zea mays*), sembrada en contorno y con manejo tradicional (Faustino, 1990). Los sedimentos acumulados entre julio 1990 y febrero 1991, fueron de 4,5 y 56,5 kg en la asociación y la plantación de maíz respectivamente (Figura 9).

Conclusiones

En términos generales, el trabajo hasta ahora realizado, ha servido básicamente para identificar opciones de sistemas de producción con cabras y árboles forrajeros, que se evidencian como una adecuada alternativa agroforestal. Este tipo de trabajo tiene sus mayores posibilidades de implementación bajo las condiciones de los pequeños productores y trabajadores agrícolas sin tierra, sobre todo, en áreas con problemas de deterioro de los suelos. En tal sentido, es una alternativa promisoría para promover un mejor uso de la tierra, tanto en condiciones donde ya existen problemas de erosión y pérdida de capacidad productiva de los suelos, como en la frontera agrícola, donde es necesario presentar a tiempo, tecnologías adecuadas de producción sostenida.

Los árboles y arbustos como fuentes de alimentación para cabras

Aunque se necesita aún más investigación, lo realizado hasta ahora justifica la inclusión de este enfoque agroforestal en políticas de investigación animal. Numerosas especies botánicas reúnen características de calidad nutritiva, de disponibilidad, de producción de biomasa y de versatilidad agronómica que representan un excelente potencial para: i) mejorar la calidad alimenticia de las dietas de los animales; ii) producir forraje durante la época de sequía y con ello disminuir la penuria nutritiva al decaer la producción de forrajes tradicionales; iii) adaptarse a diversas condiciones ecológicas, diferentes formas de manejo y limitaciones de área y iv) propiciar una mayor sostenibilidad de la producción de forrajes de poca competencia con otras actividades agrícolas.

En términos generales, la investigación realizada hasta la fecha sobre árboles y arbustos forrajeros con cabras muestra que:

- i) El contenido en proteína cruda del follaje de leñosas, generalmente duplica o más, al de los pastos y en muchos casos el contenido energético es también superior. Esto permite que este material pueda utilizarse, para mejorar la calidad nutritiva de las dietas basadas en pasto.
- ii) El follaje de varias especies de árboles y arbustos es bien consumido por las cabras y su inclusión en las dietas puede incrementar significativamente las ganancias de peso y la producción de leche.
- iii) Numerosas especies de árboles, especialmente leguminosas, son tolerantes a la poda, pueden producir abundantes

niveles de biomasa comestible y son fácilmente manejables desde el punto de vista agronómico.

- iv) En plantaciones de árboles forrajeros, con pasto, se puede casi triplicar la producción de proteína cruda por unidad de área, comparada con la obtenida con el pasto sembrado en monocultivo.
- v) En época de sequía, cuando el ganado sufre penuria nutricional, los árboles pueden producir cantidades adecuadas de forraje que contrarrestan la disminución brusca de la producción de pasto.
- vi) La producción de forraje de los árboles, puede ser mucho más sostenida que la del pasto, en condiciones en las que no se utiliza fertilizante químico.
- vii) En asociación con pasturas, algunas especies de árboles no afectan negativamente o en algunos casos pueden incrementar significativamente la producción de las gramíneas.

Impactos y ventajas comparativas de la investigación agroforestal con cabras

Los trabajos realizados, se traducen en importantes impactos de tipo científico, institucional, socioeconómico y docente. La principal razón de estos impactos, ha sido la receptividad de los países, debido a la validez y adecuación de las alternativas propuestas a las condiciones socioeconómicas y agroecológicas de la región.

El factor reditual de las acciones de investigación, puede estimarse con base en los impactos de tipo cualitativo producidos o del incremento en la productividad de las nuevas tecnologías, con respecto a las tradicionales. En tal sentido, el impacto producido por la investigación en cabras, se refleja en las siguientes acciones:

- i) Introducción, de una alternativa no tradicional de investigación agroforestal de gran potencial para la producción agrícola, como es la utilización de la biomasa de árboles y arbustos para la alimentación de rumiantes. Esto ha significado poner a disposición de los países, un recurso ampliamente disponible en la región y que tradicionalmente había sido subutilizado.
- ii) Generación de tecnologías de producción agroforestal transferibles, que implican un considerable incremento de la sostenibilidad y la productividad por unidad de área, con respecto a las tecnologías tradicionales de producción de forrajes. Varias de las tecnologías desarrolladas están siendo puestas en práctica por los pequeños productores.

- iii) Inclusión de árboles forrajeros y cabras en varios proyectos de desarrollo en los países y en proyectos de investigación y de asistencia.
- iv) Propiciar y proveer argumentos necesarios para definir políticas institucionales (que antes no existían) y para la creación de infraestructuras para la investigación y fomento en caprinocultura y de árboles forrajeros, en los países de la región.
- v) Contribución, al establecimiento de grupos o asociaciones campesinas, donde no existen cabras, que trabajen por primera vez con éstas y utilicen las tecnologías que se han desarrollado con árboles forrajeros.
- vi) Formación, por primera vez en América Central, de personal profesional altamente calificado sobre la temática. Esto ha permitido evidenciar, a los decisores técnicos y políticos de los países, el gran potencial de esta alternativa agroforestal para producir alimentos y utilizar recursos existentes en las pequeñas fincas. A lo anterior, habría que añadir el efecto sobre las políticas nacionales de más de dos centenares de profesionales de la región, que han sido capacitados por el CATIE en aspectos de caprinocultura y árboles forrajeros.

Recomendaciones

Aunque los resultados han sido lo suficientemente llamativos para justificar su inclusión en los planes de investigación y enseñanza del CATIE, lo que se ha hecho no es más que una pequeña parte de lo que hay por realizar. Solamente tres especies han sido evaluadas con algún detalle en todos los aspectos: madero negro (*G. sepium*), poró gigante (*E. poeppigiana*) y poró enano (*E. berteriana*). Una buena proporción de especies ha sido solamente evaluada en el laboratorio y pocas en cuanto a su utilización por los animales y menos aún en cuanto a su comportamiento agronómico.

En los trabajos con animales debe enfatizarse el papel de estos follajes como suplemento en dietas de baja y mediana calidad y el desarrollo de alternativas de alimentación para la época de sequía. En los aspectos agronómicos, el esfuerzo debe estar dirigido al estudio de arreglos temporales y espaciales de las plantaciones de árboles y arbustos que permitan la optimización de la producción bajo un enfoque de sostenibilidad, a la evaluación de asociaciones con otro forrajes o con cultivos y al estudio de las posibilidades de interacción de los animales con las plantaciones, principalmente vía recirculación del estiércol.

Los trabajos de evaluación del efecto de las plantaciones sobre las características físicas y químicas del suelo y sobre la sostenibilidad de la producción, apenas se han iniciado, y aunque los resultados preliminares son satisfactorios, también son indicativos de que existen factores limitantes que deben investigarse para mejorar los índices de sostenibilidad.

Fundamentalmente debido a la carencia de recursos financieros, ha faltado la evaluación económica en la mayoría de los trabajos realizados. Este elemento es esencial y debe ser incluido en futuros trabajos, para garantizar que las tecnologías que se generen tengan un asidero consistente para su futura adopción por parte de los productores.

Reconocimiento

La gran mayoría de los trabajos presentados fueron realizados con el apoyo financiero de la Oficina Regional de la Agencia Internacional para el Desarrollo, de los EE.UU. (ROCAP); el Proyecto Agroforestal entre CATIE y la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) y el Ministerio de Asuntos Exteriores de Francia (MAE) por medio de su oficina para América Central. Así mismo se ha contado con el apoyo técnico de especialistas del Proyecto CATIE/RENARM y del Proyecto de Desarrollo Agroforestal MAG/GTZ.

Bibliografía

- ABREU, P. 1990. Identificación y caracterización de los sistemas de producción caprina en República Dominicana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 135 p.
- AMMOUR, T.; BENAVIDES, J. E. 1987. Situación de la producción caprina en Centroamérica y República Dominicana. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N°. 114. 120 p.
- ARAYA, J. 1990. Identificación de especies forrajeras de árboles y arbustos con potencial para alimentación caprina. 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. (mimeo.).
- ARBIZA, S. 1986. Producción de caprinos. México, D.F., Méx., Ed. AGT. 695 p.

- ARGUELLO, R. A.; BENAVIDES, J. E.; ESNAOLA, M. A. 1986. Evaluación de las ganancias de peso y consumo de alimentos de cabritos recibiendo distintos follajes de árboles, suplementados con banano verde de desecho. *In* Resumen de las investigaciones realizadas con ruminantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N°. 67. p. 28-32.
- ARIAS, R. 1987. Identificación y caracterización de los sistemas de producción caprina, predominantes en la región del Altiplano Occidental de Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 155 p.
- AVILA, M.; NAVARRO, L.A.; LAGEMANN, J. 1982. Improving the small farm production systems in Central America. Turrialba, C.R., CATIE. p. irr. (mimeo.).
- Preparado para la Conferencia Internacional de Economistas (18., Yakarta, Indonesia).
- BEER, J. 1980. *Erythrina poeppigiana* con pasto. Turrialba, C.R., CATIE. 4 p.
- BELL, H. M. 1978. Rangeland management for livestock production. 2ed. Norman, Okla., Univ. Oklahoma Press. p. irr.
- BENAVIDES, J. E. 1983. Investigación en árboles forrajeros. *In* Curso Corto Intensivo Agroforestal. (1983, Turrialba, C.R.). Contribuciones de los participantes. Comp. por Liana Babbar. Turrialba, C.R., CATIE. 11 p.
- BENAVIDES, J. E. 1986(a). Caracterización preliminar de sistemas de producción caprina en dos regiones de Guatemala. *In* Congreso de la Asoc. Mexicana de Zoot. y Técnicos en Caprinocultura (2., 1986, Mazatlán, Méx.). Memorias. Turrialba, C.R., CATIE. 33 p.
- BENAVIDES, J. E. 1986(b). 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* Resumen de las investigaciones realizadas con ruminantes 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. 1986(c). Utilización del follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) para alimentar cabras en condiciones de trópico húmedo. In Congreso de la Asociación Mexicana de Zootecnistas y Técnicos en Caprinocultura (2., 1986, Mazatlán, Méx.). Memorias. Turrialba, C.R., CATIE. 23 p.
- BENAVIDES, J. E. 1988. Informe de consultoría al Proyecto MARGOAS. Consultoría realizada por solicitud de la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) para el Proyecto de Desarrollo Rural Marcala-Goascorán. Turrialba, C.R., CATIE. 61 p.
- BENAVIDES, J. E. 1989. La producción caprina como un componente en sistemas agroforestales. Programa Agroforestal. Primera Versión. Turrialba, C.R., CATIE. 90 p. (mimeo.).
- BENAVIDES, J. E.; PEZO, D. 1986. Evaluación del crecimiento y del consumo de materia seca en corderos alimentados con follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) *ad lib.*, suplementados con diferentes fuentes de energía. In Resumen de las investigaciones realizadas con ruminantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N°. 67. p. 43-47.
- BENAVIDES, J. E.; RODRIGUEZ, R. A.; BOREL, R. 1989. Producción y calidad nutritiva del forraje de pasto King-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) y poró (*Erythrina poeppigiana*) sembrados en asociación. In 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.
- BISTON, R.; DARDENNE, P. 1984. Prediction of forage digestibility with near infra-red reflectance spectroscopy (N.I.R.S.). In C.E.C. Meeting (1984, Brussels, Belgique). Proceedings. Bruselas, Bélgica, C.E.C. 7 p.
- CASTRO, A. 1980(a). Experiencias obtenidas en proyecto caprino en Costa Rica. In Curso Práctico de Ganado Caprino (1980, Tegucigalpa, Hond.). Tegucigalpa, Hond., Esc. Panamericana. p. 42-52.
- CASTRO, A. 1980(b). Situación de la actividad caprina en Costa Rica. s.n.t. 11 p.

- CASTRO, A. 1989. Producción de leche de cabras alimentadas con King-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*), suplementadas con diferentes niveles de follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) y de fruto de plátano verde (*Musa* sp. cv. "Pelipita"). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 58 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1983. El componente arbóreo en Acosta y Puriscal, Costa Rica. Ed. por J. Heuvelodp; L. Espinoza. Turrialba, C.R., CATIE. 121 p.
- CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES PECUARIAS (R.D.). 1980. Memoria anual sobre investigación caprina. Santo Domingo, R.D., CENIP. 85 p.
- CORY, V. L. 1927. Activities of livestock on the range. Texas Agricultural Exp. Sta. Bull. N°. 367. 47 p.
- CUBILLOS, G.; VONHOUT, K.; JIMENEZ, C. 1975. Sistemas intensivos de alimentación del ganado en pastoreo. In El potencial para la producción del ganado de carne en América Tropical. CIAT. Serie CS-10. p. 125-142.
- ESNAOLA, M. A.; BENAVIDES, J. E. 1986. Evaluación preliminar del consumo de poró (*Erythrina poeppigiana*) y *Dolichos lablab* en cabras adultas secas. In 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. 22-23.
- ESNAOLA, M. A.; RIOS, C. 1986. Hojas de poró (*Erythrina poeppigiana*) como suplemento protéico para cabras lactantes. In 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. 60-69.
- ESPINOZA, J. E. 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.
- EVANS, T. R. 1976. The establishment and management of tropical pastures for beef production. In Seminario Internacional de Ganadería Tropical (Acapulco, Méx.). Memoria. Méx., Secretaría de Agricultura y Ganadería. v. 4. p. 51-86.

- FAUSTINO, J. 1990. Efectos de la erosión hídrica y conservación de suelos en parcelas con pastos y árboles forrajeros. *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. (mimeo.).
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1984. Production yearbook 1983, v.37. FAO Statistics Series no. 55. 320 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1982. Anuario de producción 1981. Roma, Italia. 60 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1985. Anuario de Producción 1984. Roma, Italia. 29 p.
- GARRIGUEZ, R. L. 1983. Sistemas silvopastoriles en Puriscal. *In* El componente arbóreo en Acosta y Puriscal, Costa Rica. Ed. por J. Heuvelodop; L. Espinoza. Turrialba, C.R., CATIE. p. 85-89.
- GIHAD, E. A. 1981. Utilization of poor forages by goats. *In* Symposium International (1981, Tours, France). Nutrition and Systems of Goat Feeding. s.n.t. p. 263-271.
- GUTIERREZ, R.; BENAVIDES, J. 1986. Utilización del follaje de poró (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook) en la alimentación de rumiantes menores. I. Combinación con banano (*Musa* sp. cv. "Cavendish") como suplemento al pasto King-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) en cabras lecheras estabuladas. s.n.t. 18 p. Sin publicar.
- HASS, H. J. DE; HORST, P. 1977. The significance of goat production for covering requirements. Animal Research and Development (Alemania) 9:40-76.
- 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.
- HEUVELDOP, J.; CHANG, B. 1981. Agroforestry for improvements of deforested mountains lands in Costa Rica: a pilot study. Turrialba, C.R., CATIE. 6 p.
- Trabajo presentado en el Congreso Mundial de IUFRO (7., 1981, Kyoto, Japón).

- HOLDRIDGE, L. R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. IICA. Serie de libros y materiales educativos no. 34. p. 1-68.
- HUSTON, J. E. 1981. Feeding of goats under extensive range conditions in Texas. *In* Symposium Int'l (1981, Tours, France). Nutrition and Systems of Goat Feeding. s.n.t. p. 496-505.
- INSTITUTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1987. Valor bromatológico de algunas especies de árboles y arbustos en el Altiplano Occidental de Guatemala. s.n.t. p. irr. (mimeo.).
- INSTITUTO DE NUTRICION DE CENTROAMERICA Y PANAMA. 1969. Evaluación nutricional de la población de Centro América y Panamá. Guatemala. 136 p.
- JIMENEZ, L. F. 1984. Valor fertilizante de los efluentes de un biodigestor, para la producción de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y Pasto Gigante (*Pennisetum typhoides*). Tesis Lic. Agr. Turrialba, C.R., UCR. 46 p.
- JIMENEZ, R. 1983. Situación forestal y medidas proteccionistas. *In* El componente arbóreo en Acosta y Puriscal, Costa Rica. Ed. por J. Heuveldop; L. Espinoza. Turrialba, C.R., CATIE. p. 27-32.
- LIBREROS, H. F. 1990. Efecto de diferentes niveles de follaje de poró (*Erythrina 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.
- LOARCA, A. 1986. Situación de los ovi-caprinos en Guatemala. Guatemala, Unidad de Comunicación Social. 7 p.
- MALECHEK, J. C.; LEINWEBER, C. L. 1972. Forage selectivity by goats on lightly and heavily grazed ranges. Journal Range Management (EE.UU.) 25:105-111.
- MALECHEK, J. C.; PROVENZA, F. D. 1981. Feeding behaviour and nutrition of goats on rangelands. *In* Symposium International (1981, Tours, France,). Nutrition and Systems of Goat Feeding. s.n.t. p. 411-428.

- MARROQUIN, F. 1990. Estudio preliminar del consumo de copal (*Stemmadenia donell-smithii*, Rose) por cabras estabuladas bajo condiciones de finca de productor. *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. (mimeo.).
- 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. (mimeo.).
- MCCAMMON-FELDMAN, B. 1977. A critical analysis of tropical savanna forage consumption and utilization by goats. Ph. D. Thesis. Ithaca, N.Y., EE.UU., Cornell University. 343 p.
- MCDOWELL, R. E.; WOODWARD, A. 1982. Concepts in animal adaptation; comparative suitability of goats, sheep, and cattle to tropical environments. *In* International Conference of Goat Production and Disease (3., Tucson, Ariz., EE.UU.). Proceedings. s.l., Dairy Goat Journal. p. 387-390.
- MEDINA, J. M.; ROUYER, B.; TEJADA, M.; LAYUS, M.; BOIRON, B. 1990. Evaluación preliminar de producción de biomasa de especies arbóreas en condiciones naturales. *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. (mimeo.).
- MEJICANOS, G. A.; ZILLER, J. O. 1990. Evaluación de la producción de biomasa en árboles forrajeros en Quetzaltenango. *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. (mimeo.).
- MEURET, M. 1989. Feuillages, fromages et flux ingéres. Dissertation grade de Docteur en Sciences Agronomiques. Gembloux, Belgique, Faculte des Sciences Agronomiques. 248 p.
- MINSON, D. J.; McLEOD, M. N. 1970. The digestibility of temperate and tropical grasses. *In* Int. Grassl. Congr. (11., 1970, Surfers Paradise, Queensland, Australia). s.n.t. p. 719-722.

- MORAZAN, M. D. 1979. Estudio sobre la factibilidad de desarrollo de la caprinocultura en la zona sur del país. Tegucigalpa, Hond., Secretaría de Recursos Naturales, Programa Nacional de Producción Animal. 44 p.
- MORAZAN, M. D. 1980. La caprinocultura en América Central. *In* Curso Práctico de Ganado Caprino (1980, Tegucigalpa, Hond.). s.l., Escuela Agrícola Panamericana. p. 37-41.
- NAVARRO, D. H. 1983. Explotaciones caprinas en Costa Rica: caracterización y evaluación. *In* Curso Intensivo de Producción Caprina (1983, Turrialba, C.R.). Material de apoyo. Turrialba, C.R., CATIE. 35 p.
- NAVARRO, D. H. 1984. Evaluación bioeconómica de sistemas de producción caprina semi-comercial en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 85 p.
- PINEDA, R. 1975. Identificación de plantas silvestres consumidas por caprinos en pastoreo libre en el Departamento de Managua. Tesis Lic. Zoot. Managua, Nic., Univ. Centroamericana, Fac. de Ciencia Agrop., Esc. de Zootecnia. 70 p.
- RAUN, N. S. 1982. The emerging role of goats in world food production. *In* International Conference of Goat Production and Disease (3., Tucson, Ariz., EE.UU.). Proceedings. s.l., Dairy Goat Journal. p. 133-141.
- RIOS, E. 1990. Evaluación de la producción de biomasa de especies arbóreas y arbustivas. ICTA. Huehuetenango. *In* Reunión Anual del Programa de Cabras del CATIE. (2., 1990, Puriscal, C.R.). Memorias. Turrialba, C.R., CATIE. p. irr. (mimeo.).
- 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 Workshop held at CATIE. Nitrogen Fixing Tree Association Special Publication 87-01. p. 212-216.
- ROLDAN, G. 1981. Degradación ruminal de algunos forrajes protéicos en función del consumo de banano verde suplementario. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 71 p.

- SAMUR, C. 1984. Producción de leche de cabras alimentadas con king-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) y poró (*Erythrina poeppigiana*), suplementadas con fruto de banano (*Musa* sp. cv. "Cavendish). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 108 p.
- SANCHEZ, M. 1990. Informe de la evaluación al programa de cabras del Area de Ganadería Tropical del CATIE: 15 nov. al 5 de dic. 1990. Turrialba, C.R., CATIE. 79 p.
- SANDS, M. W. 1983. Consumo de arbustos por los caprinos. Turrialba, C.R., CATIE. 23 p. Trabajo presentado en el Curso Intensivo de Producción Caprina. (1983, Turrialba, C.R.)
- SANDS, M. W. 1983. Las cabras y la desertificación. Turrialba, C.R., CATIE. 23 p.
Trabajo presentado en el Curso Intensivo de Producción Caprina. (1983, Turrialba, C.R.)
- SCHWARTZ, H. J.; SAID, A. N. 1981. Dietary preferences of goats and nutritive value of forage on semi-arid pastures in Northern Kenya. *In* Symposium International (1981, Tours, France). Nutrition and Systems of Goat Feeding. s.n.t. p. 515-524.
- SEMINARIO NACIONAL DE GANADO CAPRINO (1980, SANTO DOMINGO, R.D.). 1980. Memoria. Santo Domingo, R.D., Secretaría de Estado de Agricultura, Centro de Investigaciones Pequeñas. 128 p.
- STOBBS, T. H. 1975. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. *Tropical Grasslands (Australia)* 9(2):141-150.
- TEJADA, M. 1990. Diagnóstico dinámico de fincas con cabras en el Sur de Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 115 p.
- TERGAS, L. E.; BLUE, W. G.; MOORE, J. E. 1971. Nutritive value of fertilized Jaragua grass (*Hyparrhenia rufa* (Nees) Staff.) in the wet-dry Pacific Region of Costa Rica. *Tropical Agriculture (Trin.)* 48(1):1-8.
- WILSON, A. D. 1976. The digestibility and voluntary intake of the leaves of trees and shrubs by sheep and goats. *Australian J. of Agr. Res. (Australia)* 28:501-508.

- WINROCK INTERNATIONAL. 1976. Summary and conclusions. *In The Role of Sheep and Goats in Agricultural Development* (1976, Morrilton, Ark., EE.UU.). Proceedings of a Workshop on the role of sheep and goats in Agricultural development. Ed. por E.A. Oltenacu; A. Martínez; H.A. Glimp; H.A. Fitzhugh. Morrilton, Ark., EE.UU. p. 5-7.
- WINROCK INTERNATIONAL. 1983. Sheep and goats in developing countries; their present and potential role. Washington, D.C., EE.UU., World Bank. 116 p.
- YAZMAN, J.; GETZ, W. 1984. Informe al Centro de Investigaciones Pecuarias (CENIP), Secretaría de Estado de Agricultura, República Dominicana. Morrilton, Ark., EE.UU., Winrock International. 131 p.

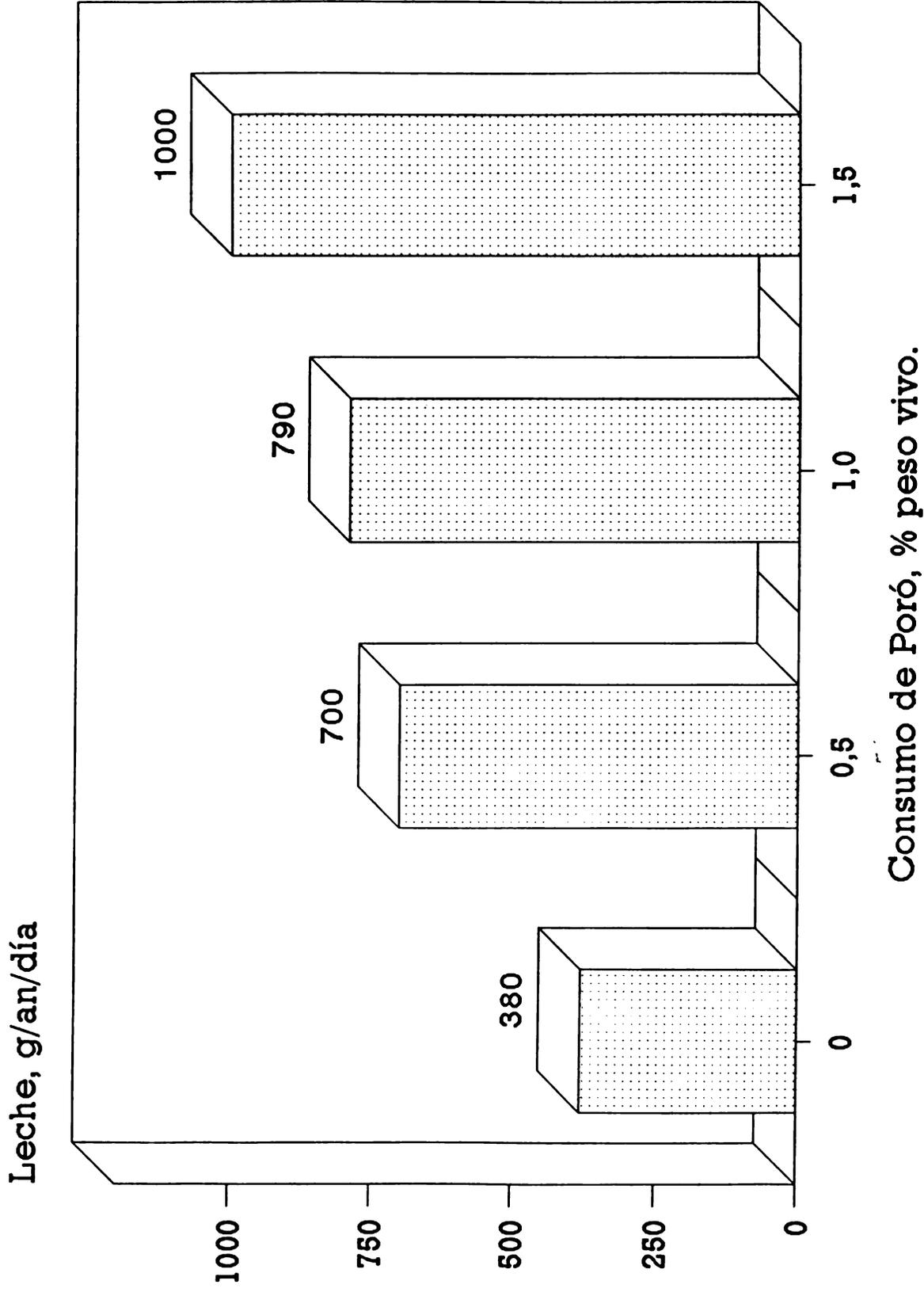


Figura 1. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*).

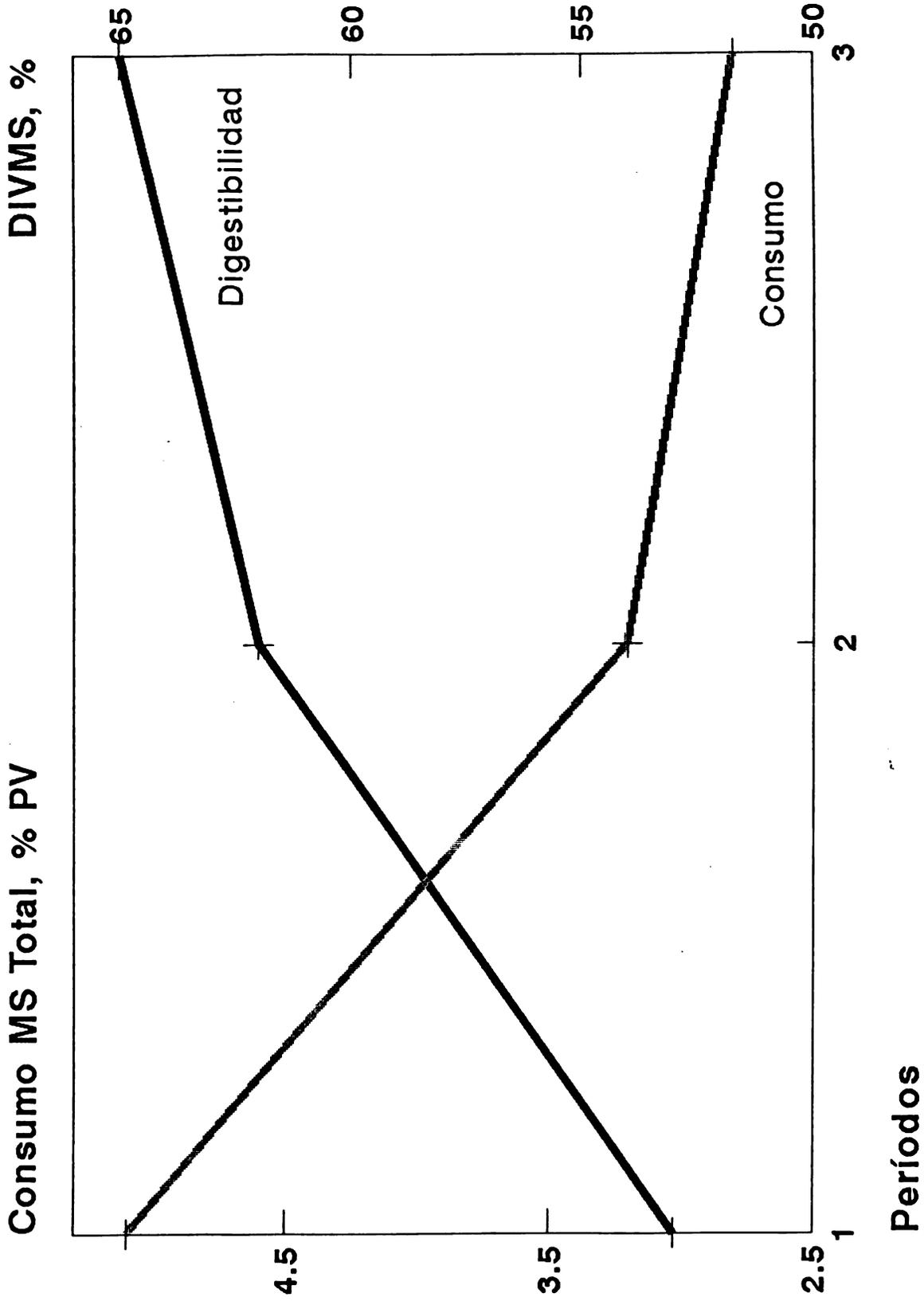
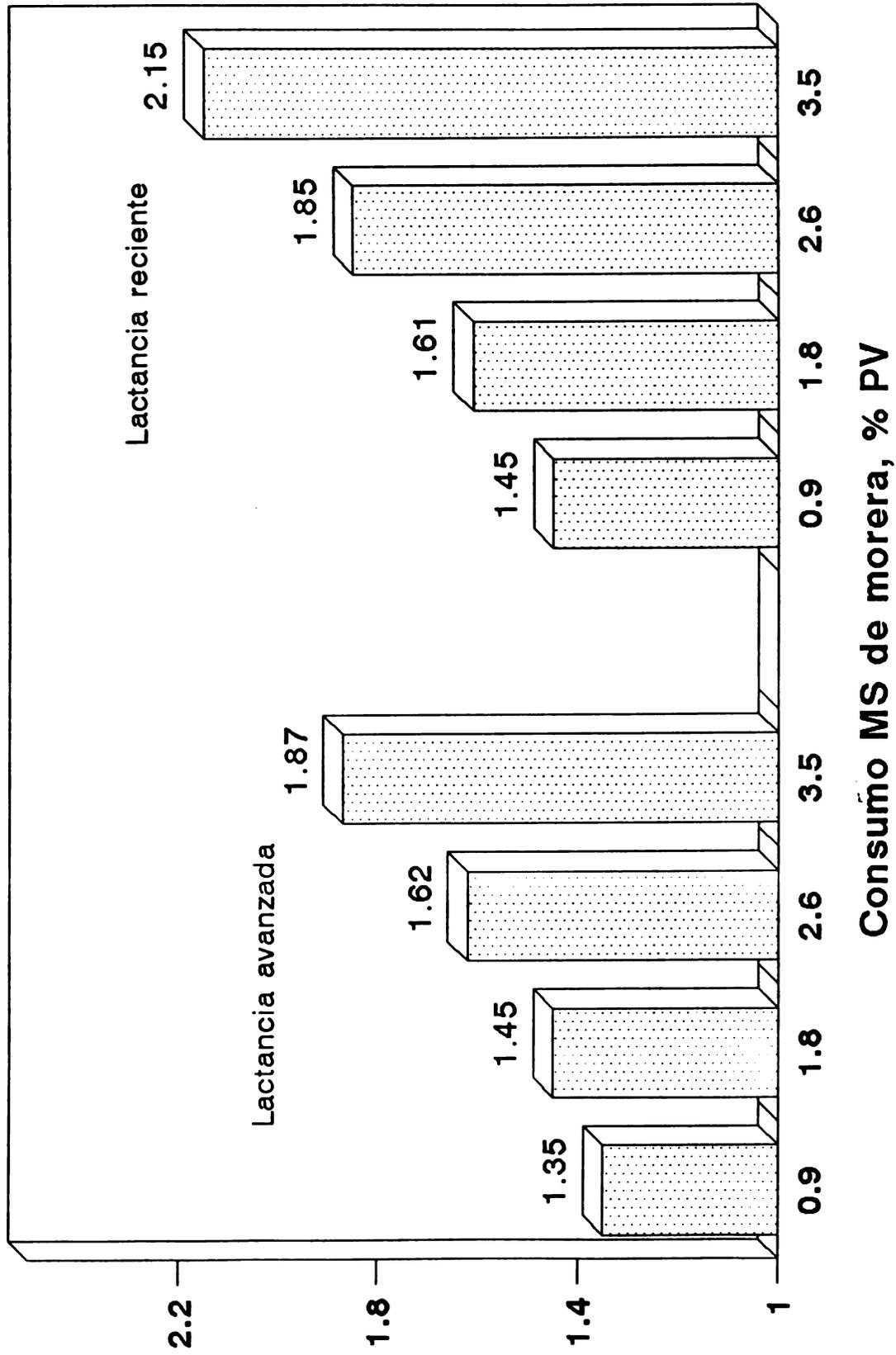


Figura 2. Variación entre períodos del consumo y la digestibilidad del madero negro con cabras lactantes.

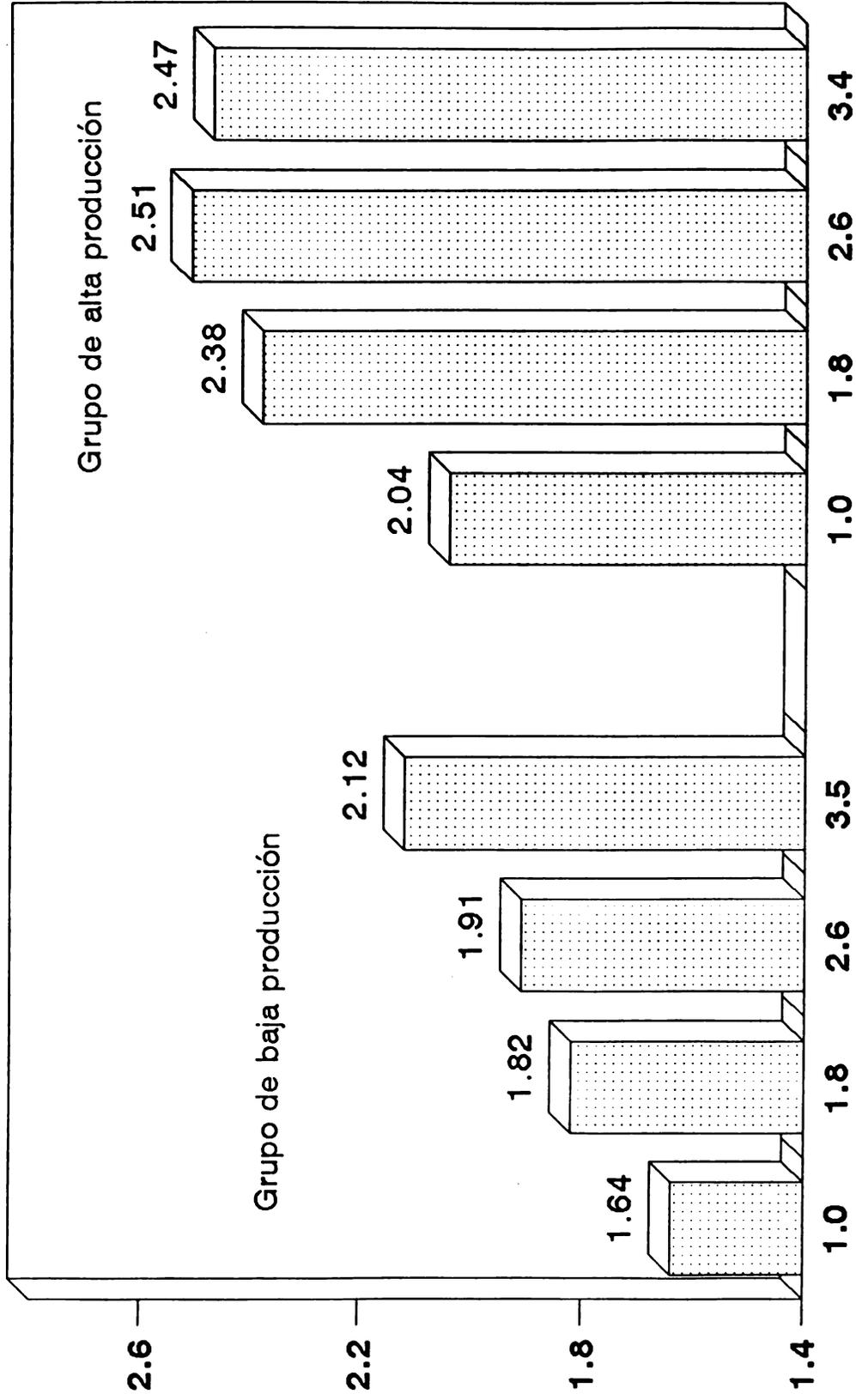
Leche, kg/an/día



Consumo MS de morera, % PV

Figura 3. Producción de leche de cabras alimentadas con follaje de Amapola (*Malvabiscus arborecens*).

Leche, kg/an/día



Consumo MS de morera, % del PV

Figura 4. Producción de leche de cabras alimentadas con follaje de Morera (*Morus* sp.).

Producción, tm MS/ha/año

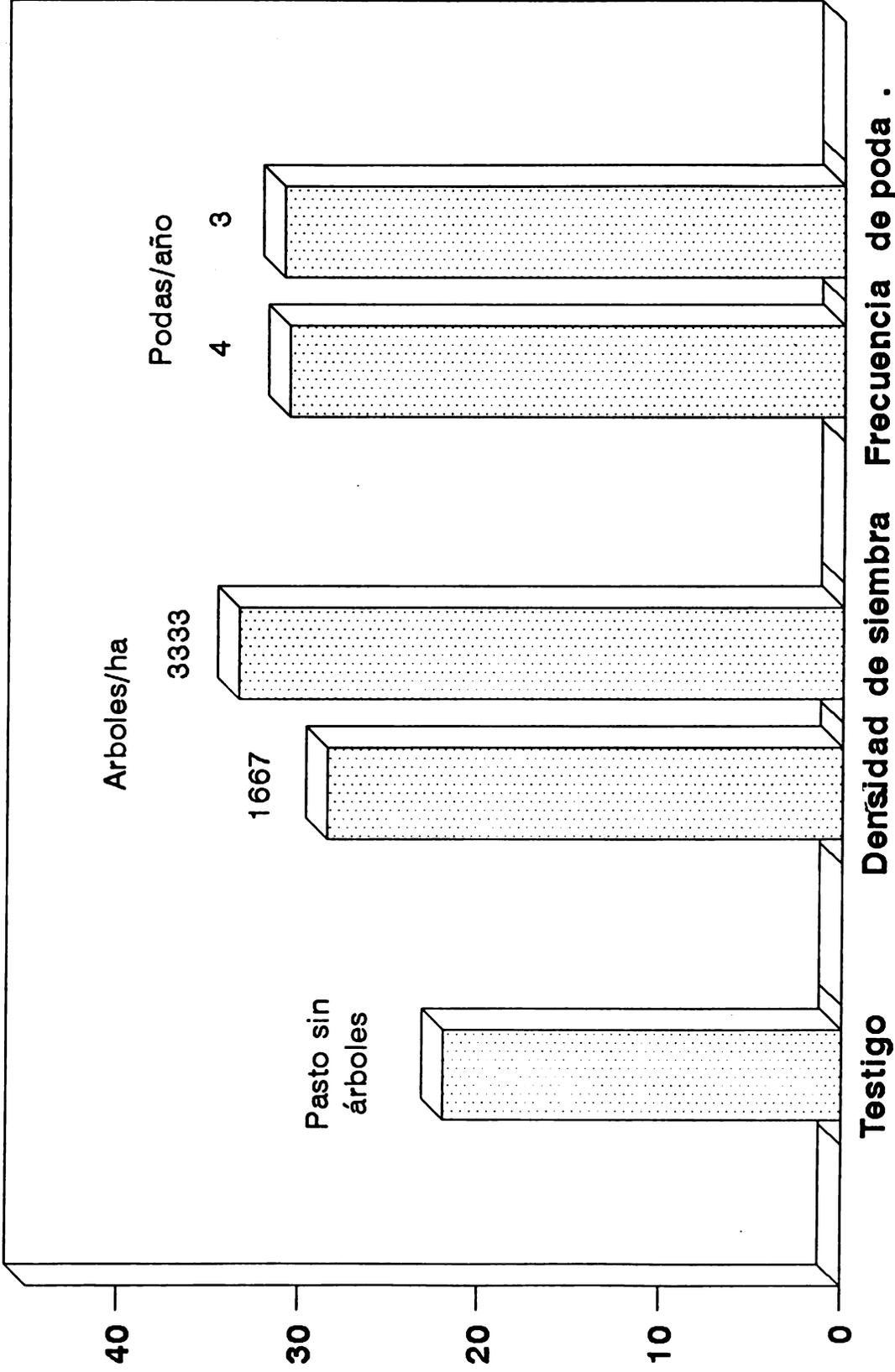
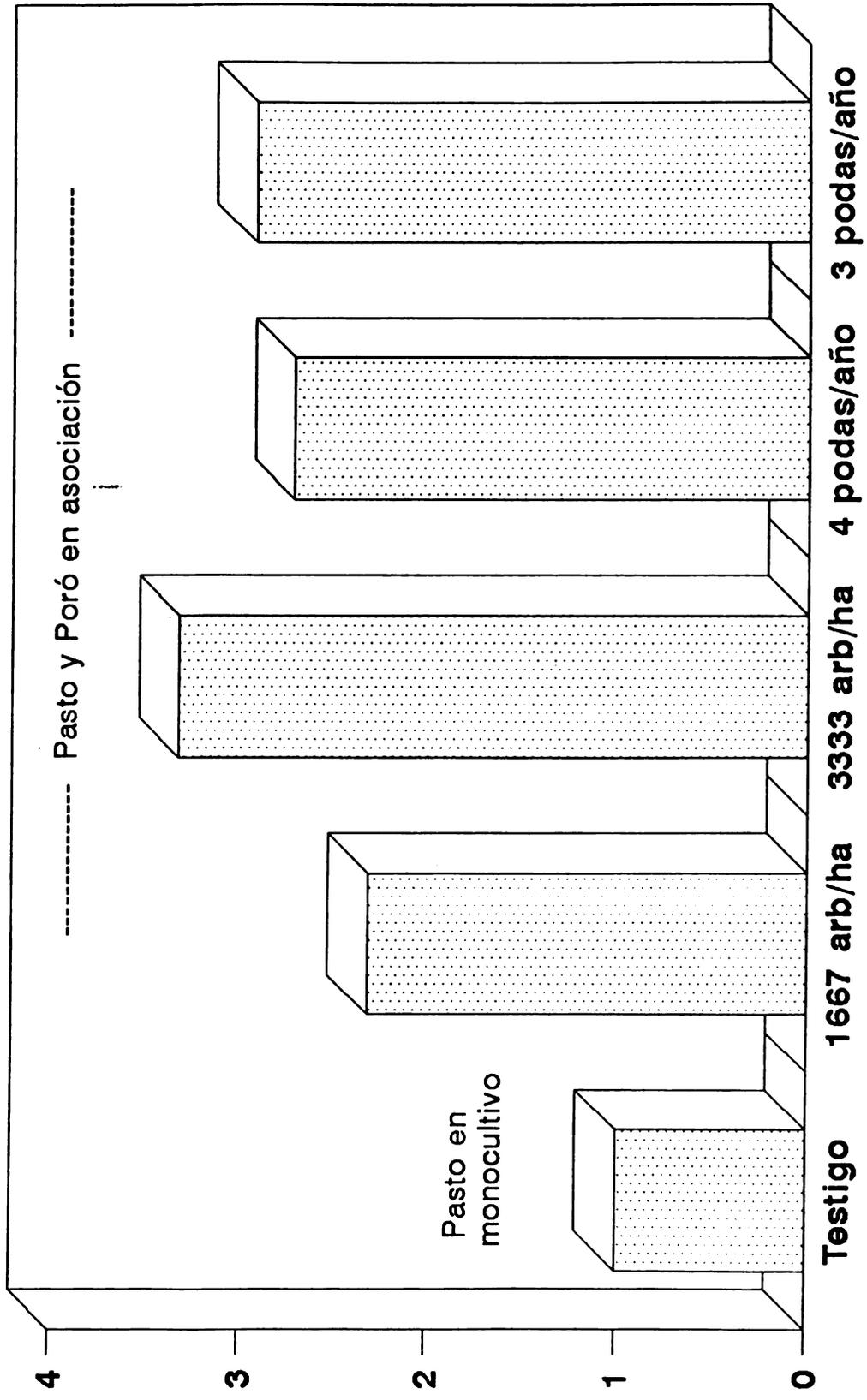


Figura 5. Producción de materia seca de Poró y King-grass sembrados en asociación.

Proteína cruda, tm/ha



Factores

Figura 6. Producción de proteína cruda de Poró y King-grass sembrados en asociación.

Producción de pasto, tm MS/ha/año

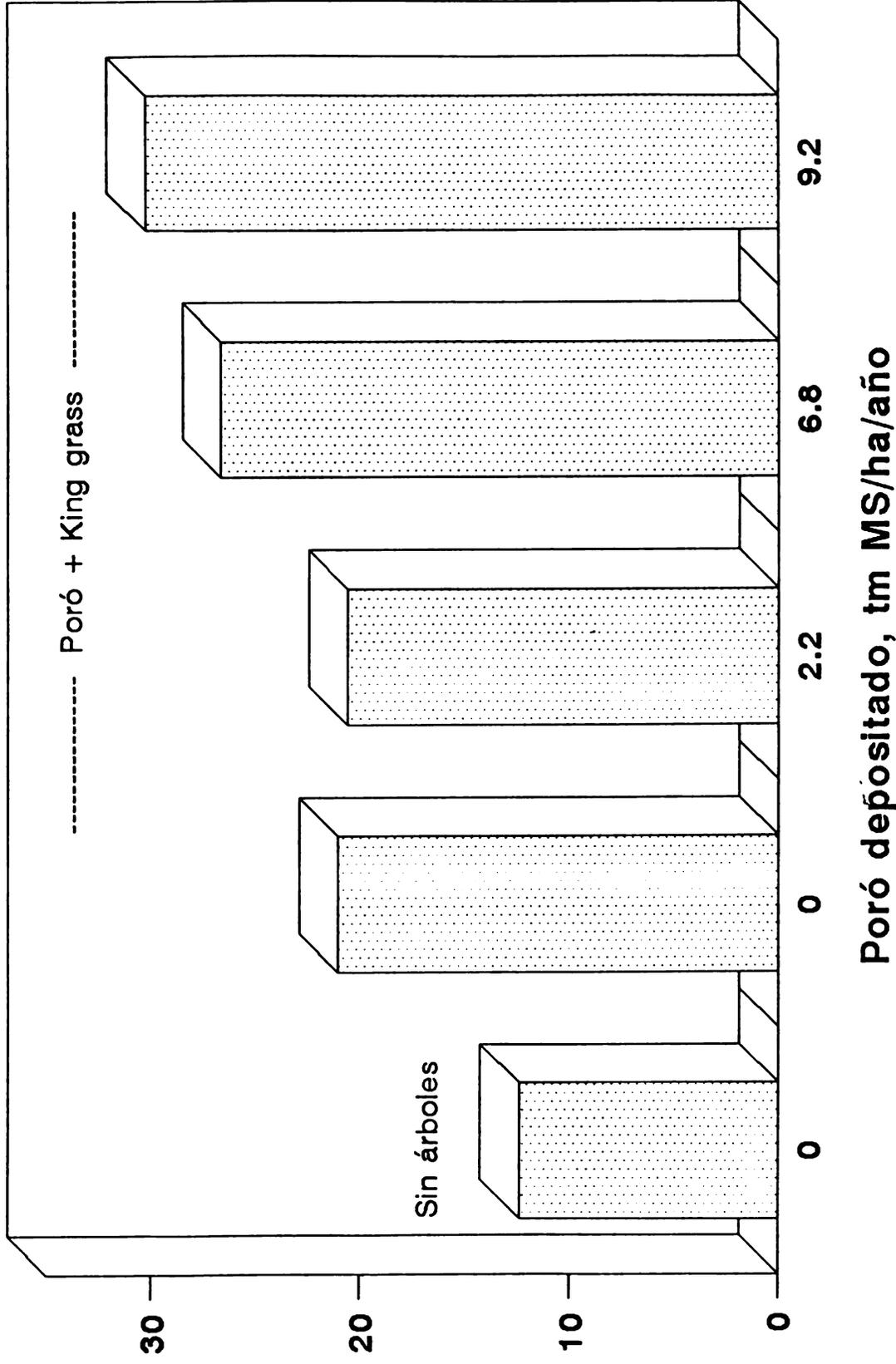


Figura 7. Producción de materia seca de King-grass según niveles de follaje de Poró depositado en el suelo.

Biomasa total, tm MS/ha/año

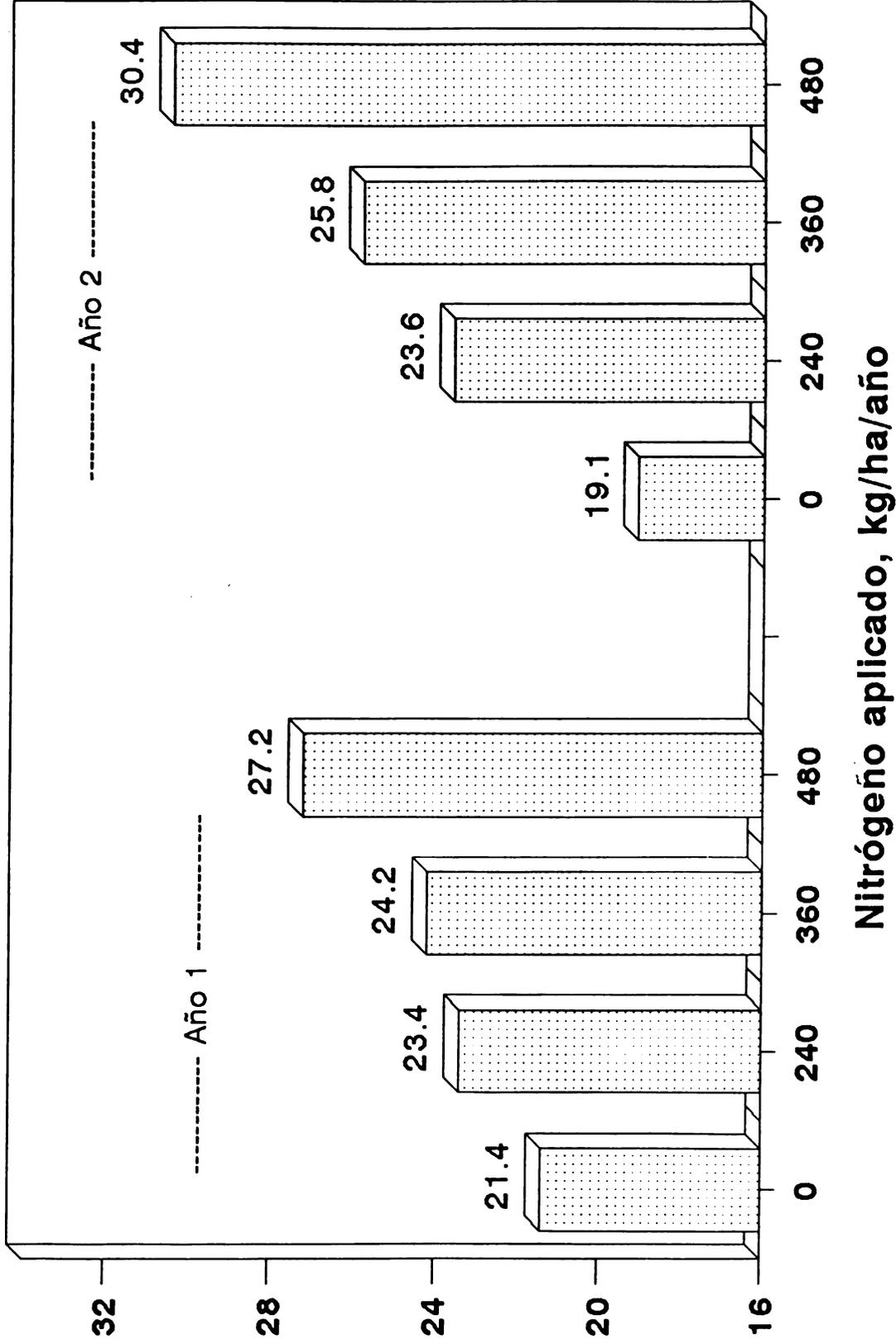


Figura 8. Efecto de la adición de estiércol al suelo sobre la producción de biomasa de Morera (*Morus* sp.).

Suelo perdido, kg

- ▨ Maíz tradicional
- ▤ Amapola + Maíz
- Amapola + pasto

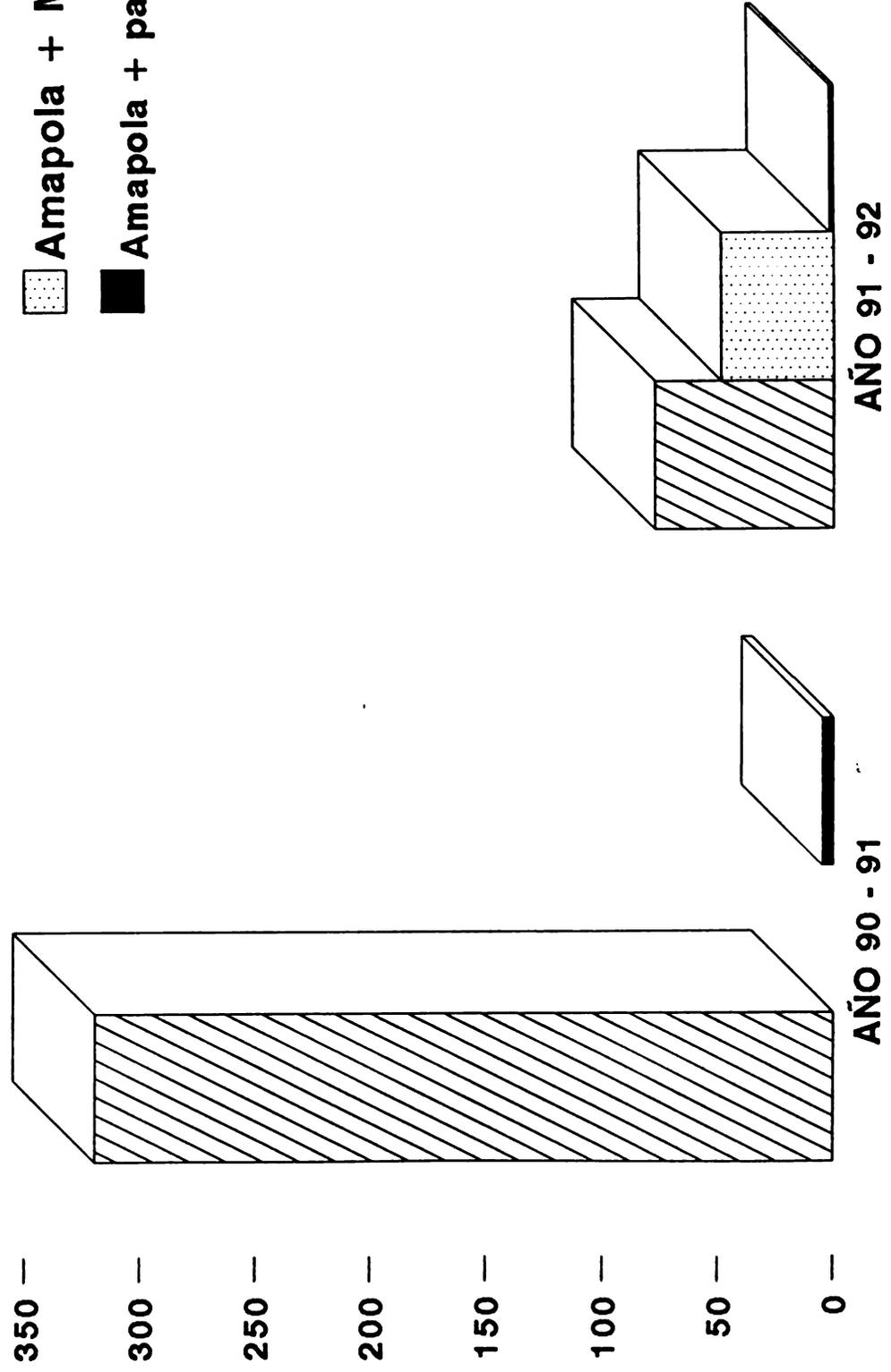


Figura 9. Pérdidas de suelo en dos tipos de plantación en zonas de ladera en Puriscal, Costa Rica.

A.G. Gómez Castro, M. Sánchez Rodríguez, C. Mata Moreno, V. Domenech García.
Departamento de Producción animal. Universidad de Córdoba. Avda. Medina Azahara s/n.
Córdoba. España.

RESUMEN

Se analiza el binomio cabra-pastos mediterráneos, que incluyen especies herbáceas, arbustivas y arbóreas.

Se estudia el comportamiento e ingestión del caprino en pastoreo utilizando la observación directa y simulación manual para cuantificar la ingestión de hierba, el peso unitario para los frutos y la regresión peso-DPU para las especies arbustivas y arbóreas. Se concluye que la cabra en ambientes mediterráneos es un pastador con capacidad para el ramoneo. Así, la hierba es muy importante en su ingesta anual, con una cifra media del 48 % de la M.S.I., pero con fuertes oscilaciones estacionales debido a la variación cuali-cuantitativa de la oferta.

La flexibilidad en los hábitos alimenticios de la cabra se evidencia con la utilización de ramillas de árboles y arbustos (pastos leñosos) que suponen el 37 % de la M.S.I. como media anual, y de frutos de árboles (*Quercus*) que alcanza el 15 % de la M.S.I. La utilización de los frutos varía estacionalmente en función de su oferta y la de los pastos leñosos de la disponibilidad de hierba.

La ingestión total en pastoreo es también variable a lo largo del año en función de la cantidad, pero más especialmente de la calidad de la oferta.

INTRODUCCION

Para Gómez Castro et al., (1991) y Sánchez Rodríguez et al., (1992), los caprinos no son ramoneadores exclusivos o preponderantes como se desprende de los trabajos de Van Dyne et al., (1980) sino más bien intermedios entre pastadores estrictos y propiamente ramoneadores, debido a su alto consumo de hierba. Esta flexibilidad les permite cambiar sus hábitos alimenticios según la calidad de la oferta (Huss, 1971; Morand Fehr et al., 1983). El conocimiento de la disponibilidad y calidad de la hierba y la selección de plantas leñosas pueden ser útiles para programas de manejo y aprovechamiento y control de la vegetación y presumiblemente para el fomento de especies de más apetecibilidad al menos coyuntural.

MATERIAL Y METODOS

Se ha estudiado el comportamiento en pastoreo de la raza Florida Sevillana en la Sierra Norte de Sevilla (España) en régimen semiextensivo con cargas ganaderas de 1,2 cabezas/Ha.

El área de trabajo se compone de pastos (50% de la superficie) con encina y alcornoque, y el resto de las zonas presentan matorral predominantemente arbolado. (Vegetación correspondiente al dominio climático *Quercion rotundifoliae*).

Los árboles se distribuyen por casi todo el territorio con una densidad superior a los 20 pies/Ha. Entre los matorrales abundan *Cistus* sp. (60% aproximadamente de la superficie). Los especímenes de *Pistacia* se encuentran considerablemente más dispersos y pueden observarse en el 40% del espacio. *Quercus coccifera* L. en formaciones con cierta densidad está presente en el 5% del territorio, *Olea europaea* L. se encuentra en solo el 3% y otras leñosas son esporádicas. El estrato herbáceo presente en toda la superficie únicamente forma un tapiz denso y continuo en una zona que ocupa el 40% de la superficie.

El estudio del pastoreo se realiza mediante observación directa de acuerdo con la metodología aplicada por Meuret et al., (1985).

La selección de especies vegetales se ha cuantificado en función del número de bocados sobre cada uno de los estratos que constituyen el pastizal:

-Pasto, se estudian en su conjunto todas las especies herbáceas utilizando la simulación manual para su cuantificación.

-Leñosas, se observan específicamente las más importantes tanto árboles como arbustos. En el caso de árboles, *Quercus rotundifolia* (encina) y *Quercus suber* (alcornoque). Los arbustos *Cistus*, *ladanifer*, *albidus* y *salvifolius*, *Pistacia terebinthus* y *lentiscus*. Su cuantificación se realiza utilizando regresiones entre peso/D.P.U. (Diámetro en el punto de utilización). (Gómez Castro et al., 1992).

-Frutos forestales, bellotas de *Quercus* obteniéndose el peso unitario de los mismos para su cuantificación.

RESULTADOS Y DISCUSION

En las tablas I y II aparecen los aportes medios de los grupos vegetales consumidos por el ganado, hierba, leñosas y bellotas, en cada uno de las estaciones del año y la cantidad total anual. En la figura 1 se representa la evolución de la ingestión diaria de materia seca total y de los diferentes grupos.

La hierba es el componente mayoritariamente consumido. Su escasez durante otoño-invierno determina que su empleo sea bajo hasta primavera en la que aumenta considerablemente. Cuando la elevación térmica y falta de precipitaciones determinan el agostamiento y las consiguientes y conocidas alteraciones nutritivas de la hierba, su selección disminuye.

Asimismo en la figura 2 se puede apreciar el predominio de bellotas y la importancia de leñosas en otoño-invierno, lo que para las primeras ha sido contrastado por Bourbouze (1980) y para las segundas por Merrill (1971), Hunt y Lloyd (1954) y Pierce (1984) entre otros. La mayoría considera que el uso de arbustos se incrementa cuando la disponibilidad herbácea es menor, es decir, en función de la climatología más que de la cronología de cada región (McArthur y Harrington, 1978, Somlo et al., 1981). La importante participación

primaveral de leñosas (37,5%), cuando la disponibilidad herbácea es máxima, debe ser indicador de la presencia de especies muy apetecibles en este periodo como señala Griego (1977). En cualquier caso, es en la estación seca, sobre todo en zonas mediterráneas, cuando las leñosas son, en términos relativos, más abundantes en la ración (Bourbouze, 1980; Rosenberg y Meuret, 1985).

Un análisis global de la ración anual permite apreciar que el 48% lo componen plantas herbáceas, el 37% leñosas y el resto 15% bellotas, lo que coincide, al menos en los dos primeros grupos, con los hallazgos de Malechek (1970), quien estima la contribución anual de leñosas en el 38%. Sin embargo, Bourbouze y Guessous (1977), en medios similares en Marruecos, establecen para las herbáceas un 56% de participación.

En las tablas III y IV se hace un estudio más pormenorizado de los distintos componentes de la ración, sobre todo en los referentes a las especies leñosas.

Destaca *Cistus albidus* como la primera arbustiva que es consumida con cierta intensidad. En invierno y primera mitad de primavera (Figura 3) sus abundantes hojas se rehidratan tras las primeras lluvias constituyendo un forraje de bastante succulencia que entre otoño y primavera viene a suponer un 19% de la materia seca ingerida en pastoreo (Tabla IV) para luego disminuir.

El consumo de *Cistus salvifolius* es realmente poco importante debido a que su morfología determina bocados muy pequeños, no sobrepasando nunca el 5% de la ingestión diaria.

La aportación en invierno de *Cistus ladanifer* es pequeña. Presentando posteriormente dos ondas de consumo, una al principio de primavera que coincide con el rebrote alcanzando el 12% del total. La otra al comienzo del verano cuando aumenta la apetecibilidad mientras el fruto se mantiene en estado lechoso, (28% de la ingestión total), proporcionando un alimento cualificado cuando la hierba comienza a agostarse. Posteriormente, a medida que la estación transcurre y paralelamente a la hierba, los frutos se endurecen declinando bruscamente su calidad y apetecibilidad, por lo que su consumo es mínimo.

Es importante reseñar que en conjunto las tres especies de *Cistus* aportan cerca de 600 g de materia seca por día como promedio anual (31% de la ingesta diaria), lo que resalta la importancia de este recurso pascícola, especialmente en zonas en las que por razones de topografía o erosión, su erradicación no es conveniente y, en cualquier caso costosa.

El suministro alimenticio de leñosas quedaría comprometido sin la aportación de los arbustos de los géneros *Pistacia* y *Quercus* que a pesar de no ser importantes en el conjunto del año, en los últimos días del verano constituyen casi las únicas plantas leñosas consumidas. El empleo de *Pistacia* solo es significativo en el verano, *Pistacia terebinthus* es el único arbusto caducifolio de los estudiados pero su altura considerable y ausencia de ramas rastreras, dificultan el acceso reduciendo fuertemente la selección (Huss, 1971; Rounds, 1979).

Por último los ramones de los árboles sobre todo los del género *Quercus* según se observa en las tablas III y IV tienen su mayor consumo en el estío cuando alcanzan en conjunto más del

diez por ciento del consumo total de materia seca, resultados que concuerdan con Meuret et al., (1985).

BIBLIOGRAFIA

Bourbouze, A. 1980. Utilisation d'un parcours forestier pature par des caprins. Fourrages 82: 121-144.

Bourbouze, A., F. Guessous. 1977. La chèvre et l'utilisation des ressources dans les milieux difficiles. Simp. sur la chèvre dans les pays mediterranneens. Málaga, Granada, Murcia.

Gómez Castro, A.G., V. Domenech García, S. Ferrer Bas, M. Sánchez Rodriguez, C. Mata Moreno, E. Peinado Lucena, A. Martínez Teruel. 1992. Aportaciones al estudio de los pastos arbustivos. En libro homenaje a D. Francisco Martínez Gómez. Univ. de Córdoba.

Gómez Castro, A.G., E. Peinado Lucena, M. Sánchez Rodriguez, C. Mata Moreno, A. Martínez Teruel, V. Domenech García. 1991. Análisis de la evolución del comportamiento selectivo de un rebaño de ganado caprino a lo largo de la jornada de pastoreo. Arch. Zootec. 40: 273-281.

Griego, R.R. 1977. Forage selection and nutrition of sheep and goats grazing in the Tunisian Pre-Sahara. Thesis. Logan, Utah. Utah State Univ.

Hunt R.W., W.M. Lloyd. 1954. Deer management study : Mud Lake National Wildlife Refuge, Holt, Minnesota. J. Wildl. Mgmt. 18: 482-494.

Huss, D.L. 1971. Goat response to use of shrubs as forage. In Wildland Shrubs. Their Biology and Utilization. Inter. Symp. Utah State Univ. Logan, Utah. p:331-338

McArthur, I.D., G.N. Harrington. 1978. A grazing ecosystem in western Afganistan. Proc: 1st Int. Rang. Congr p:596-599. Denver. colorado.

Malechek, J.C. 1970. The botanical and nutritive composition of goatdiet on lightly grazed ranges in the Edwrads Plateau of Texas. A dissertation submitted to the Graduate College of Texas. A. M. University.

Merrill, L.B. 1971. Selectivity of shrubs by various kinds of animals. In Wildland Shrubs. Their Biology and Utilization. Inter. Symp. Utah State Univ. Logan, Utah. p:339-342.

Meuret, M., N. Bartiaux-Hill, A. Bourbouze. 1985. Evaluation de la consommation d'troupeau de chèvres laitieres sur parcours forestier. Methode d'observation directe des coups de dents. Methode du marqueur oxyde de chrome. Ann. Zootec. 34: 159-180.

Morand-Fehr, P., A. Bourbouze, H.N. Le Houerou, C. Gall, J.G. Boyazoglu. 1983. The role of goats in the Mediterranean area. IV. Prod. Sci., 10: 569-587.

Pierce, J.D. 1984. Shiras moose forage selection in relation to browse availability in north-central Idaho. *Can. J. Zool.* 62:2404-2409.

Rosenberg, S., M. Meuret. 1985. Un histoire de coups de dents. *La chèvre.* 151: 21-27.

Rounds, R.C. 1979. Height and species as factors determining browsing of shrubs by Wpiti. *J. Appl. Ecol.* 16:227-241

Sánchez Rodríguez, M., A.G. Gómez Castro, E. Peinado Lucena, C. Mata Moreno, V. Domenech García. 1992. Seasonal variation of the selective behaviour of a herd of dairy goats in sierra areas. *Small Ruminants research.* In press.

Somlo, R., G. Campbell, A. Pelliza Sbriller. 1981. Study of the dietary habits of Angora goats in rangelands in Patagonia. In *Nut. et Sys. d'Alim. de la chèvre. Symp. Inter. Tours. France.* p. 525.

Van Dyne, G.M., N.R. Breockongton, Z. Szocs, C.A. Ribic. 1980. Large herbivore subsystem. In *Grassland systems analysis and man. Int. Biol. Prog.* 19. London. Cambridge Univ. Press.

TABLA I

Contribución de cada grupo a la ingestión diaria de materia seca expresada en gramos. Medias estacionales.

PERIODO	MATERIA SECA TOTAL	HIERBA	BELLOTAS	LEÑOSAS
OTOÑO INVIERNO	1196.8	150.6	737.2	309.2
PRIMAVERA	2633.0	1607.2	49.0	974.8
VERANO	1534.3	806.4	-	728.1
TOTAL	1787.3	854.7	262.5	670.7

TABLA II

Contribución de cada grupo a la ingestión diaria de materia seca expresada en porcentajes. Medias estacionales.

PERIODO	HIERBA	BELLOTAS	LEÑOSAS
OTOÑO INVIERNO	12.6	61.6	25.8
PRIMAVERA	61.0	1.9	37.1
VERANO	52.5	-	47.5
TOTAL	47.9	14.7	37.4

TABLA III.- Resumen de la aportación estacional de los distintos componentes de la dieta diaria, expresados en gramos de materia seca.

ESPECIE	OTOÑO INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	ANUAL
Hierba	150.60	1607.21	806.43	854.75
Bellotas	737.22	49.33	-	262.52
C. albidus	219.96	512.00	2.54	244.83
C. ladanifer	44.55	322.90	433.20	266.88
C. salvifolius	17.97	71.99	62.22	50.73
P. lentiscus	2.07	0.58	30.96	11.20
P. terebinthus	-	-	34.61	11.54
Q. rotundifolia	20.31	60.46	105.86	62.21
Q. suber	0.62	0.80	52.38	17.93
O. europaea	3.73	6.05	6.38	5.39

TABLA IV.- Resumen de la aportación estacional de los distintos componentes de la dieta diaria expresados en porcentajes de la materia seca ingerida.

ESPECIE	OTOÑO INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	ANUAL
Hierba	12.6	61.0	52.5	47.9
Bellotas	61.6	1.9	-	14.7
C. albidus	18.4	19.4	0.2	13.7
C. ladanifer	3.7	12.3	28.2	14.9
C. salvifolius	1.5	2.7	4.1	2.8
P. lentiscus	0.2	0.1	2.0	0.6
P. terebinthus	-	-	2.3	0.6
Q. rotundifolia	1.7	2.3	6.9	3.5
Q. suber	0.1	0.1	3.4	1.0
O. europaea	0.3	0.2	0.4	0.3

FIGURA 1 - Evolución de la ingestión diaria de materia seca.

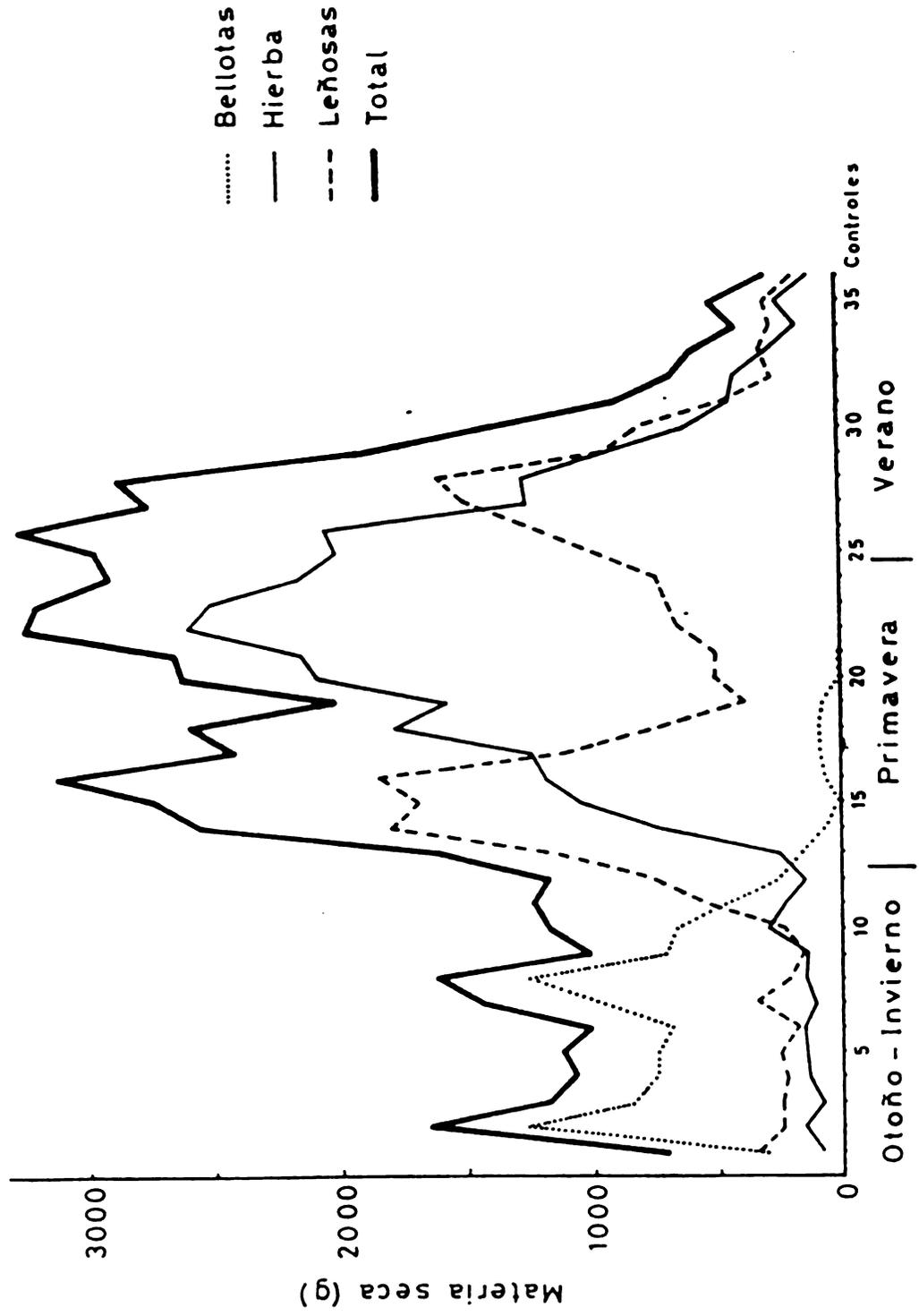


FIGURA 2 - Importancia relativa de los distintos componentes de la dieta.

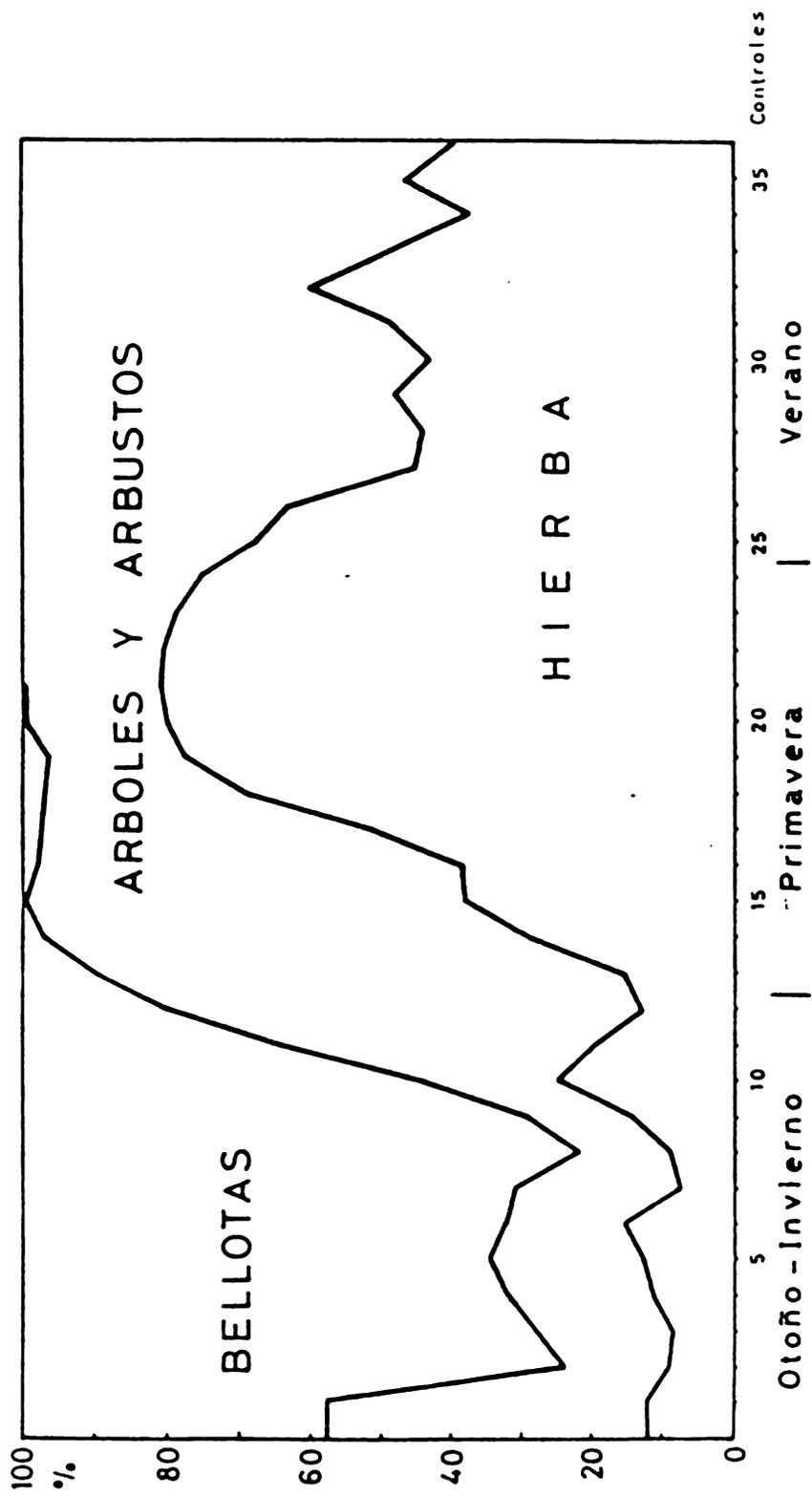
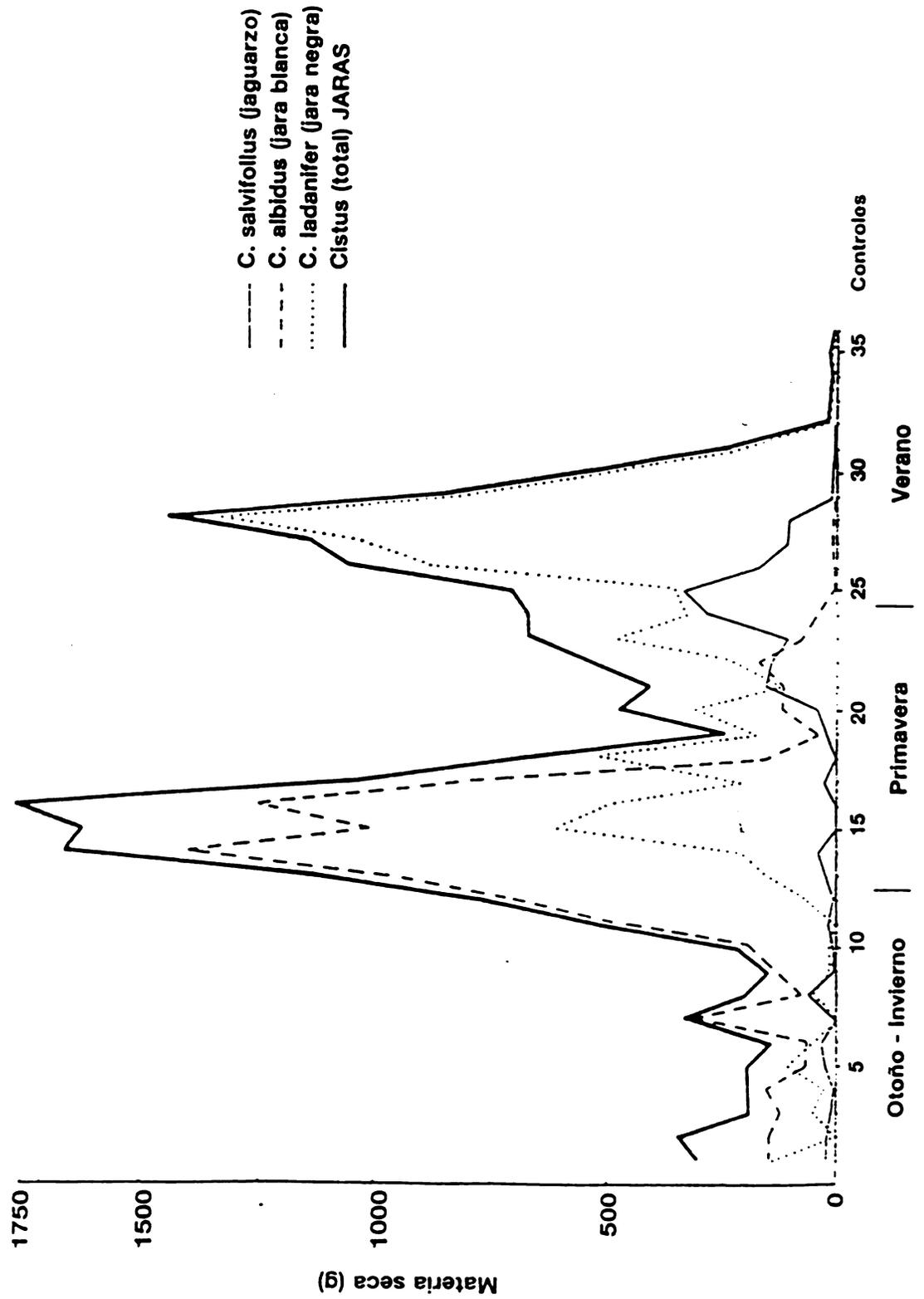


FIGURA 3 - Evolución de la ingestión diaria de Cistus.



Los sistemas sostenibles: el camino ante la crisis agropecuaria tropical

Molina, C.H.¹, Molina, E.J.², Molina, J.P.³

1. Introducción

La conservación del medio ambiente, un manejo racional de los recursos naturales y un nuevo enfoque de la producción agropecuaria buscando la sostenibilidad de cada sistema en el mediano y largo plazo, representan los desafíos más importantes a nivel mundial, teniendo presente que cada situación está enmarcada por factores sociales, técnicos, económicos, políticos y ambientales que hay que involucrar para dar respuesta a la crisis que hoy tenemos, debido al reemplazo de ecosistemas estables y diversos por agroecosistemas poco productivos o inestables.

Esta crisis ambiental nos obliga a pensar en nuevas alternativas y oportunidades en donde surge el gran reto de buscar sistemas integrados y sostenibles que generen una mayor productividad que la que tenemos hoy en día, basada en la utilización de los recursos propios, sin provocar la destrucción del ecosistema y poder satisfacer las necesidades de una población en aumento, que desea vivir en armonía con la naturaleza.

Para ir logrando estos objetivos debemos trabajar por un sistema agroecológico, e irnos liberando del patrón tecnológico de la revolución verde que nos impusieron y que hoy está en crisis, debido al uso intensivo de energía por unidad de producto mediante la utilización indiscriminada de químicos, que han sido uno de los causantes de la desaparición de muchas especies, de la contaminación del agua, suelo y ambiente, dejando serias implicaciones negativas para el hombre, además del costo ecológico. Con este patrón tecnológico, caímos en una dependencia casi total de los llamados "países desarrollados".

2. Definición de desarrollo sostenible

Son muchos los conceptos que se han descrito para definir el desarrollo sostenible, entre los cuales se pueden enunciar los siguientes:

El Desarrollo Sostenible como la "posibilidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras". (World Commission on Environment and Development 1987).

Este desarrollo sostenible "conserva la tierra, el agua, los recursos vegetales y animales. no degrada el ambiente, es técnicamente aceptable, económicamente viable y socialmente deseable". (FAO Sansoucy 1991).

Para el IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura), en su "Estrategia para el Desarrollo Sostenible", no es posible lograr el objetivo enunciado por FAO si no se regulan el crecimiento económico y el mercado de consumo; los dos paradigmas del desarrollo convencional, por valores y acciones de equidad social y conservación de los recursos naturales.

Por eso, el desarrollo sostenible tendrá una concepción diferente, según el interés que represente, lo cierto es que esto a todos nos afecta y no será posible evaluar su discusión, pues la sociedad entera del mundo los empieza a reclamar.

3. Origen de los sistemas insostenibles

El énfasis en el presente y en el crecimiento económico como patrón básico de desarrollo, está en la raíz de la problemática de la sostenibilidad. Estos son los conceptos que es necesario modificar si es que pretendemos moverlos en la dirección de un desarrollo más equitativo, dentro y entre generaciones, y sostenible (Trigo, E. 1991).

Los análisis que se hacen generalmente son a corto plazo, basados en la obtención de un solo producto (monocultivo), mediante la aplicación del mismo modelo en todos los sistemas, generando destrucción, desequilibrio y pérdida de la biodiversidad.

La transferencia de tecnología se ha hecho en forma vertical sin el entendimiento de las realidades ecológicas, socioeconómicas y culturales.

Por muchos años creímos que la solución para nuestros sistemas productivos se encontraban en los países desarrollados (zona templada), despreocupándonos por la generación de la solución a nuestras necesidades en base a nuestros propios recursos.

Ha faltado valoración de los Recursos Naturales, reflejado por la ausencia de análisis que los tengan en cuenta para la toma de decisiones.

Altas tasas en el crecimiento poblacional. Se puede decir que la capacidad de carga en algunos lugares se ha saturado; no ha ido acorde el crecimiento con la oferta de los elementos para cubrir las necesidades básicas.

Ausencia de equidad y justicia social.

Subsidios en la producción de alimentos tanto en los países desarrollados como en los en vía de desarrollo.

4. Requisitos para lograr la sostenibilidad ecológica

Reducción de la emisión de los principales gases (CO_2 y Metano), producidos por el uso de combustible fósil (Mundo Desarrollado) y la deforestación (Tercer Mundo), como fuentes principales de energía para promover el "Desarrollo".

Disminuir la contaminación del agua y suelo, mediante la reducción drástica en la utilización de los agroquímicos (Revolución Verde).

Control de la erosión acabando con la destrucción de los bosques tropicales para la introducción de pastos y la promoción de la ganadería extensiva; lo mismo que desarrollando sistemas apropiados de producción en las zonas de ladera para los rumiantes menores (confinamientos),

Producción de energía en base a Recursos Renovables:

Mediante la utilización de la tracción animal para reemplazar los tractores en gran parte de las actividades del campo.

Utilización de la biomasa sobrante de los cultivos de alta capacidad fotosintética en la generación de energía (gasificación, carbón vegetal). (Murgueitio E., Prestom T.R. 1992). Producción de gas metano en base a las excretas de los animales.

5. Ventajas comparativas del trópico

Fuente de energía solar:

Se cuenta con una sobreoferta de energía radiante cuya transformación más lógica es la de producción de biomasa mediante el proceso de fotosíntesis.

Duplicamos en productividad en cada uno de los ecosistemas a la zona templada (Murgueitio E., Preston T.R. 1992). Se tiene la mayor diversidad biológica (oferta genética) del planeta.

Para el caso específico de Colombia, que cuenta con solo el 0.77% de la superficie emergida de la tierra, tiene el 10% de las especies vegetales y de animales terrestres (Higgins M.L. 1991).

La riqueza también se da a nivel cultural, con la presencia de 80 etnias indígenas a pesar del etnocidio a que ha estado sometida desde hace 500 años (Mejía M., 1991).

Recurso Humano:

A diferencia de los países desarrollados, en los países del trópico un porcentaje alto de la población depende de actividades relacionadas con la producción a nivel de campo.

Facilidad para la integración en la producción de alimento humano, animal y generación de energía a partir de la biomasa producida.

6. Alternativas de los países tropicales para la producción agropecuaria

Como respuesta al análisis de esta situación surgen algunas propuestas que se vienen evaluando en la granja "El Hatico ubicada en el municipio de el Cerrito, departamento del Valle del Cauca, país Colombia, en donde a continuación se describen las principales características agroecológicas:

Localización:	Latitud norte	3 54
Longitud:	Longitud oeste	76 22
Altura:	1000 msnm	
Precipitación:	814 mmm/año	
Humedad relativa:	75%	
Evaporación:	1500 mm/año	

6.1 Integración de la agricultura y la ganadería

Para el manejo del sistema sostenible se requiere de la integración y diversificación de especies animales y vegetales, logrando maximizar la eficiencia en la utilización de residuos y subproductos de cada actividad, en donde se debe aprovechar la gran diversidad biológica del trópico para el desarrollo de sistemas productivos, acordes con las necesidades del momento, sin ir en detrimento de las futuras generaciones (Cuadro 1).

6.2 Sistemas agrosilvopastoriles

Implementación de sistemas agrosilvopastoriles, logrando maximizar la eficiencia de cada uno de los componentes que intervienen en el, como son los árboles, animales, pastos, suelo y subsuelo; mediante el aprovechamiento de los elementos que ingresan al sistema (lluvia, radiación, nitrógeno atmosférico, insumos y el mismo nombre como responsable directo del manejo de esta integración), buscando finalmente maximizar la producción de biomasa.

Cada elemento genera su aporte al sistema, pero lo más importante es el producto de la integración de este, en donde la producción agropecuaria tiene un patrón tecnológico mas benigno sobre los recursos naturales y el medio ambiente (Cuadro 2).

Los árboles que son los organismos mas eficientes en captar y producir biomasa mediante la utilización del sol como fuente de energía renovable mas importante del trópico, actuan sobre el subsuelo en la recuperación de agua y nutrientes, debido a su profundidad radicular en donde las especies arbóreas no pueden competir, además de aporcar el suelo y evitar la compactación de este, ayudando a conservar una mejor estructura, sin deteriorar las propiedades físicas y químicas ni la desestabilización de los micro y macroorganismos que están descomponiendo la materia orgánica producida en el sistema y transformandola en elemento disponible por las plantas.

El aporte de nutrientes al suelo, los árboles lo pueden hacer por intermedio de la fijación de nitrógeno atmosférico que presentan las leguminosas al asociarse con bacterias del género rhisobium, la recuperación de nutrientes que hacen por intermedio de sus raíces y las podas periódicas a la caída natural de hojas, ramas y flores que son consumidas por los animales o sufren un proceso de mineralización en el suelo.

Con este sistema se logra una producción de biomasa en diferentes estratos en donde los árboles duplican a las gramíneas en proteína, logrando una mejor calidad del forraje disponible para nutrición animal.

El sombrero de los árboles atenta la radiación solar, disminuyendo el "stress" calórico de plantas y animales, mermando la evaporación, creando un microclima mas favorable al regular la humedad relativa.

Los árboles sirven además como soporte en algunos cultivos, así como elementos que van a contribuir a minimizar la erosión eólica en donde la presencia de los vientos es muy fuerte.

De otra parte, la densidad y forma de crecimiento de los árboles intervienen en la captación de agua proveniente de fuertes precipitaciones, evitando así que esta caiga sobre el suelo en forma directa provocando erosión y lixiviación. A su vez esta densidad y forma de crecimiento hay que manejarlas de tal forma que no se crezca una competencia negativa de luz y nutrientes que afecten los otros elementos del sistema.

Así, los árboles nos producen frutos, leña, postes, madera, forraje, fertilizantes, productos medicinales; además, de ser reservorio de CO₂, producir oxígeno y regular el recurso hídrico.

Las gramíneas que representan el alimento básico de algunas especies animales contribuyen a contrarrestar la evaporación y la erosión del suelo, en los árboles.

En el manejo de los animales hay que tener presente el sistema de pastoreo a implementar al igual que la capacidad de carga para no ir en contra de la sostenibilidad del sistema, si desequilibramos algunos de sus componentes bien sea por la erosión, compactación del suelo o destrucción en algunas especies arbóreas o herbáceas.

Los animales nos producen abono orgánico para mantener la fertilidad de los suelos, leche, carne, lana, miel, crías y trabajo, dependiendo de las especies que se involucren en el sistema, además del metano que se puede utilizar producto de la obtención de estiércol en sistemas de confinamiento y/o semiconfinamiento, como fuente de energía disminuyendo la contaminación ambiental y el efecto nocivo sobre la capa de ozono.

De los animales se debe aprovechar además, la ayuda que hacen en los procesos de reforestación a través de la preparación que debe efectuarse en muchas especies arbóreas que germinan fácilmente debido a la escarilización a la cual son sometidas las semillas que pasan a través del tracto digestivo por el ataque de sus jugos gástricos.

Con este enfoque surgen nuevos trabajos de investigación para poder cuantificar cada uno de estos beneficios e involucrarlos en los análisis económicos que hay que generar, en donar el medio ambiente y la conservación en los recursos naturales son componentes importantes.

Bajo este contexto, en la granja El Hatico se viene evaluando la asociación de la gramínea estrella (*Cynodon plectostachyus*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*) utilizando para ramoneo y el algarrobo (*Frasopis juliflora*) como árbol forrajero obteniendo así la implementación de 3 estratos diferentes.

6.3 Utilización del ovino de pelo (carnero africano) controlando "malezas"

Los herbívoros pequeños como el carnero africano, tienen un gran potencial en la implementación de sistemas sostenibles, debido a su rusticidad, adaptación y capacidad de selección de diferentes especies, convirtiéndose en elementos controladores de "malezas" (plantas asociadas) en diferentes cultivos.

En la granja el Hatico se vienen asociado con:

- Caña de azúcar, en donde se ha logrado disminuir los costos de control de "malezas" en un 75%, además de utilizar el área de callejones que es del 10 al 12% del total que se tenga en este cultivo, mediante la realización de pastoreos en forma periódica.

- Matarratón (*Gliricidia sepium*), en donde se meten los ovinos a controlar las especies que crecen en el banco de proteína. Para implementar este manejo integrado, se requiere la división de parcelas pequeñas, que permitan la posibilidad de rotar los animales, en donde estos permanezcan en cada sitio, entre el corte y la aparición del primer rebrote que ocurre a los 7 días aproximadamente, para no perjudicar al producción de forraje.

- Cultivos en frutales.

- Canales de riego y drenaje, por ser animales muy livianos que no producen casi erosión.

De esta manera, se logra la producción de carne en forma muy económica, sin permitir la contaminación del medio ambiente, suelos y aguas por la utilización de químicos; además de abonar orgánicamente el cultivo.

6.4 Relación de proteína con árboles forrajeros

Aprovechando que son cultivos perennes, eficientes en la captación de energía solar, mantienen la fertilidad del suelo por el ciclaje de nutrientes y la fijación de nitrógeno atmosférico, además de permitir flexibilidad en su cosecha y que no pierden calidad nutritiva al incrementar el intervalo entre corte, se viene trabajando con el matarratón (*Gliricidia sepium*) en bancos de proteína.

6.5 Cultivo de caña de azúcar

La caña de azúcar es una de las plantas que tienen mayor capacidad de producir biomasa y tienen la posibilidad de utilizarla en, alimentación humana, animal y como fuente de energía; además de ser uno de los cultivos que arroja una gran cantidad de subproductos. En épocas de verano, en donde los forrajes se merman, se convierte en una alternativa para mantener la capacidad de carga e integrar la agricultura y la ganadería.

La quema de la caña de azúcar antes del corte se viene realizando como práctica común en la mayoría de los países azucareros, logrando un deterioro del suelo y del ambiente; como preocupación ante esta situación, se viene adelantando investigación sobre la no quema de la caña, encontrando las ventajas y desventajas que se enumeran en el Cuadro 3, en donde podemos destacar:

- Reducción de la fertilización química:

Se calcula que los microorganismos del suelo cuando tienen las 20 a 30 toneladas por hectárea entre hojarazca y cogollo como sustrato son capaces de fijar de 80 a 100 kilos de nitrógeno por hectárea por año.

- Mejora las propiedades físicas del suelo:

Disminuye la compactación en el momento de la cosecha por efecto de maquinaria pesada, por servir de colchón amortiguador.

- Reduce los costos de control de maleza:

La hojarazca y el cogollo sobrante quedan como cobertura del suelo impidiendo el desarrollo de las malezas.

- Merma en la cantidad de agua para riego:

Debido a la cobertura se disminuye la evaporación y por lo tanto la periodicidad entre los riesgos se amplía.

- Favorece la multiplicación de los macro y microorganismos:

Este efecto se logra al no calentar el suelo y a su vez por conservar el sustrato alimenticio.

- Se disminuye la contaminación atmosférica:

Teniendo en cuenta que por cada hectárea de caña que se quema se emiten de 13 a 24 toneladas de CO₂ al aire.

- Mejora las propiedades químicas del suelo:

Cuando la caña se quema se pierden de 15 a 25 kilos de azufre por hectárea. En los primeros 20 centímetros de profundidad al quemar la caña se disminuyen los niveles de magnesio y potasio y se aumenta el aluminio.

- Generación de empleo:

Se calcula que el rendimiento promedio del cortero en caña son quemar es del 65% en referencia a la caña quemada. Por lo tanto se incrementaría en número de corteros y habría que pagar a mejor precio la tonelada de caña cortada.

Este aspecto pudiera tomarse en un momento por negativo teniendo en cuenta los incrementos de los costos de cosecha, pero se compensa con los beneficios enumerados anteriormente. Solo la reducción de fertilizante químico puede representar del orden del cuatro mil millones de pesos para el área sembrada en caña en el Valle Geográfico del río Cauca.

- Salud del cortero:

Los posibles accidentes por picaduras de arañas y serpientes son menos graves que las afecciones pulmonares por trabajar en un ambiente donde las cenizas fácilmente hacen tránsito por las vías respiratorias. Además del efecto desagradable de las cenizas a nivel de las poblaciones del Valle del Cauca.

7. Mensaje

El trópico tiene todas las ventajas para una era del Desarrollo Sostenible, pero no solo se requiere una decisión política, sino decisiones gremiales, sectoriales, regionales y ante todo decisiones personales, para reconocer que el futuro pertenece también a otras generaciones de personas y a otras generaciones de las demás especies vivas que comparten el maravilloso planeta de la vida (Murgueitio E., Preston T.R. 1992).

Y DESPUES DE RECONOCER, HAY QUE ACTUAR EN CONSECUENCIA.

8. Referencias citadas

- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACION DE COLOMBIA 1991. Una política ambiental para Colombia. Documento DNP-2544 Depac p. 1-6, Santa Fé de Bogotá, Colombia.
- GIBBS M.J. AND LEWIS L. 1989. Reducing methane emissions from livestock: opportunities and issues. United States Environmental Protection Agency. Office of Air and Radiation, August 1989, 284 pp. Washington D.C. USA.
- HIGGINS M. 1991. WWF. Columbia Program Strategy 91-95, Draft pp 3-28, Worl Wildlife Fund US, Washington D.C.

- MEJIA M. 1991. Colombia, aproximación a la problemática de los recursos genéticos. Centro de Educación. Promoción e investigación para el Desarrollo Comunitario-CEPROID, pp. 46. Palmira, Colombia.
- MOLINA, C.H. 1992. Integración de agricultura y ganadería doble fin en el valle del Cauca. Estudio de caso de la Granja El Hatico. En: International Foundation for Science y Universidad Autónoma de Yucatán; Seminario Internacional sobre Sistemas de Producción Doble Propósito. Mérida, Yucatán.
- MURGUEITIO, E., PRESTON, T.R. 1992. Los Sistemas Sostenibles de Producción como respuesta a la crisis de la producción pecuaria Tropical. pp. 19 serie de trabajos y conferencias #6.
- PRESTON, T.R. AND MURGUEITIO E. 1992. A Strategy for Sustainable Livestock Production in the Tropics. Swedish Agency for Research Cooperation with Developing Countries-SAREC. p. 88. Cali, Colombia.
- SANSOUCY, R. 1991. Las instituciones internacionales en asistencia técnica y el desarrollo sostenible. En: II Seminario Taller Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles y Desarrollo Rural para el Trópico. En Prensa, CIPAV, Cali, Colombia.
- THE WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. 1987. Our Common Future. Oxford, London.
- TRIGO E., KAIMOWITZ, D. Y FLORES R. 1991. Hacia una Estrategia para un Desarrollo Agropecuario Sostenido. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Programa de Generación y Transferencia de Tecnología. pp. 62. San José, Costa Rica.

INTERACCION SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES

LLUVIA RADIACION N ATMOSFERICO INSUMOS HOMBRE

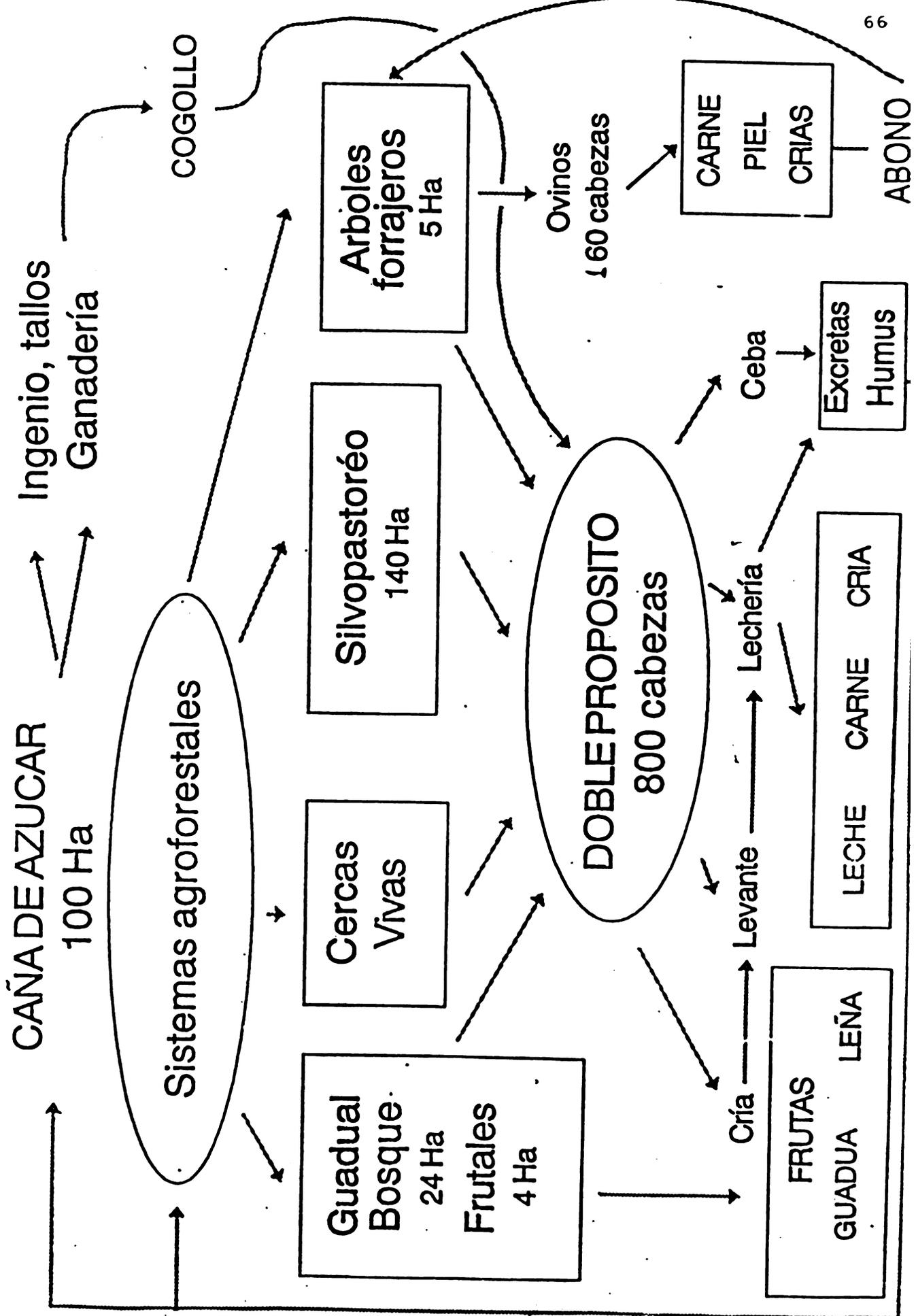
<u>ARBOLES</u>	<u>ANIMALES</u>	<u>PASTO</u>	<u>SUELO</u>	<u>SUBSUELO</u>
Sombrio	Abono Org.	Calidad FV	Lixivia	Recup Agua
P.Biomasa	Sist Pastore	Alim.Básico	Estruct	Ciclaje N
Calidad FV	Propagación	↓ Evaporación	Física	Aireación
Fertiliz	Capac.Carga	↓ Erosión	Química	
↓ Evaporac	{ Erosión Compactac. Destrucción }		Microbiol	
↓ Erosión			MACROBIOL	
↓ Compactac				
Ciclo-Nut				
Densidad				
Forma Creclm				
Humedad Relat				

<u>PROD ARBOLES</u>	<u>PROD ANIMAL</u>	<u>PROD INTERACCION SISTEMA</u>
Frutos	Fertiliz	Conservación fuentes Agua
Leña-Postes	Leche	Descontaminac. Agua y Aire
Madera	Carne	Entomofauna Benef. Control Biológ
Forraje	Crias	Oferta Ambient para vida Silvest
Fertiliz	Lana	Merma presión sobre el Bosque
Caroteno	Trabajo	Autodependencia
Reserv.CO2	MIEL	Fuente de Energia Renovable
Medicina	Metano	Biodiversidad - Ecoturismo
Oxigeno		Sostenible(Social/Tecnolo/Econo)
Agua		<u>CONSERVACION MEDIO AMBIENTE</u>

GRANJA EL HATICO

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS

CUADRO I.



COSECHA DE CAÑA DE AZUCAR EN VERDE

VENTAJAS

- Mejor ambiente al corte.
- ↓ Riesgo de quemaduras.
- > Fuente de Empleo
- Mejora las propiedades físicas:
 - Densidad aparente, estructura.
- ↓ Problemas de erosión.
- Aporta materia orgánica.
- Favorece los Macro y Microorg.
- ↓ Necesidad de agua.
- ↑ Retención de agua.
- Facilita Control de Malezas.
- ↑ Diversidad vegetal y Animal.
- ↑ Rendimiento de Azucar.
- Flexibilidad en la cosecha
 - < deterioro de la caña.
 - > producción en condiciones de baja disponibilidad de agua.
- Asociación Agricult y Ganader
 - ↓ costo de maquinaria.
- Fuente de energía renovable.
- RESPETA EL MEDIO AMBIENTE.**

DESVENTAJAS

- Material extraño.
 - < Rendimiento corte.
 - > Presencia de peluza.
 - > Rectif. del corte
- Riesgos de accidentes.

8- REFERENCIAS CITADAS:

- Departamento Nacional de Planeación de Colombia 1991. Una política ambiental para Colombia. Documento DNP-2544 Depac p 1-16, Santa Fé de Bogotá, Colombia.
- Gibbs M.J. and Lewis L. 1989 Reducing methane emissions from livestock: opportunities and issues. United States Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation. August 1989, 284 pp, Washington D.C.USA.
- Higgins M. L. 1991 WWF Colombia Program Strategy 91-95, Draft pp 3-28, World Wildlife Fund US, Washington D.C.
- Mejía M. 1991 Colombia, aproximación a la problemática de los recursos genéticos. Centro de Educación, Promoción e investigación para el Desarrollo Comunitario-CEPROID, pp 46. Palmira, Colombia.
- Molina C H 1992 Integración de agricultura y ganadería doble fin en el Valle del Cauca. Estudio de caso de la Granja El Hatico. EN: International Foundation for Science y Universidad Autónoma de Yucatán; Seminario Internacional sobre Sistemas de Producción Doble Propósito. Mérida, Yucatán.
- Murgueitio E., Preston T.R. 1992. Los Sistemas Sostenibles de Producción como respuesta a la crisis de la producción pecuaria Tropical. pp 19 serie de trabajos y conferencias # 6.
- Preston T R and Murgueitio E. 1992. A Strategy for Sustainable Livestock Production in the Tropics. Swedish Agency for Research Cooperation with Developing Countries-SAREC. pp 88 Cali, Colombia.
- SANSOUCY R. 1991 Las instituciones internacionales de asistencia técnica y desarrollo sostenible. EN: II SEMINARIO TALLER INTERSECCIONAL SOBRE SISTEMAS AGROPECUARIOS SOSTENIBLES Y DESARROLLO RURAL PARA EL TRÓPICO. EN PUNSA. CIPAV, Cali, Colombia.
- The World Commission on Environment and Development. 1987 OUR COMMON FUTURE. OXFORD, LONDON, UK.
- Trigo E, Kaimowitz D y Florez R 1991 Hacia una Estrategia para un Desarrollo Agropecuario Sostenido. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Programa de Generación y Transferencia de Tecnología, pp62. San José, Costa Rica.

Investigación sobre tecnología de quesos de leche de cabra para pequeñas agroindustrias del semiárido Mexicano^a.

Carlos Peraza Castro¹ y Patricia Hernández²

Resumen

La Caprinocultura en México es más importante desde el punto de vista social y económico, aunque contribuye modestamente a la producción nacional de leche. Representa el único medio de vida de numerosos campesinos marginados en las zonas áridas y semiáridas del país. La cabra representa un importante recurso ganadero y tiene un potencial productivo muy interesante.

Por otro lado; el consumo de queso en nuestro país es muy bajo (1.5 kg/*per capita*), a pesar de ser uno de los mejores alimentos del hombre. El queso de cabra en México tiene mala reputación, ya que se dice que produce la fiebre de malta y que huele mal. Existe por lo tanto el mito de que no es bueno.

Por estas razones es que hemos desarrollado esta investigación con la finalidad de conocer hasta qué punto se podía intensificar la producción de leche en agostaderos semiáridos y finalmente desarrollar una tecnología para transformar la leche de cabra en quesos, de manera sencilla y acorde a las condiciones de los caprinocultores del país.

Nuestros resultados han mostrado: Que es factible producir leche de cabra en contextos difíciles como los aquí utilizados, el agostadero semiárido templado y el temporal. Que se puede producir empleo rural con una agroindustria que transforma la leche de cabra en quesos a nivel familiar (50-90 cabras). Que es posible elaborar un queso de excelente calidad con la tecnología aquí expuesta, obteniendo además utilidades. Que la leche de cabra que se produce en este sistema es de muy buena calidad y tanto leche como quesos pueden representar un alimentación sana y nutritiva en el medio rural.

Prólogo

En este trabajo de investigación intervienen dos actores principales; por un lado las cabras del semiárido mexicano y por otro su leche y el proceso tecnológico de su transformación. Por ello queremos señalar algunas cuestiones importante que permitan su mejor comprensión y sobre todo su importancia.

^a/ Trabajo presentado al Premio Nacional de Tecnología en Alimentos, México, Mayo de 1991.

¹/ Ph. D. ²/ M.V.Z.

Las cabras se introdujeron a la Nueva España al principio del siglo XVI; por ello la caprinocultura es una actividad muy tradicional en nuestro país y desde la estima que le dieron los españoles hasta hoy su importancia cultural no ha disminuido., (53)

Aunque contribuyen modestamente a la producción nacional de leche y carne (350 millones de litros/año,, el 6% nacional y 30,000 toneladas de carne, el 2% del total) las cabras son sobre todo importantes desde el punto de vista social, en la medida que representan el único medio de subsistencia para numerosas familias campesinas, principalmente en las zonas áridas y semiáridas del norte de nuestro país y la Sierra Mixteca entre Puebla, Guerrero y Oaxaca.

Junto con Brasil, que también posee 9 millones de cabezas la población caprina de México es la segunda de América y las 12 del mundo. Siempre ha sido una actividad sin progreso, pero estable. (55)

Es importante decir también que las cabras se han desarrollado en contextos difíciles no aptos para la producción de leche, medio con vegetación pobre y escasa de tipo arbustiva y suculentas, típica de las zonas áridas. Medios con precipitaciones pluviales bajas e irregulares; temperaturas extremas; topografía difícil y muy insoladas. (53)

La mayor parte de los hatos pastorean para su alimentación tierras ajenas, baldíos y espacios inutilizables para la agricultura y en esas condiciones producen leche con esquilmos agrícolas y la vegetación natural, algo que es relevante desde el punto de vista ecológico, en algunos casos de manera importante. La empresa "Coronado" recoge por ejemplo entre el sur de Nuevo León y en San Luis Potosí más de 20 millones de litros de leche al año. (51)

Por último la producción caprina es hoy en día una actividad rural del tipo familiar. Se conforma de pequeñas granjas manejadas directamente por un pastor que con la ayuda de la familia realiza todas las actividades del hato. Son muy pobres en infraestructura y esto da lugar a que la relación entre el medio ambiente, el animal y el hombre sea muy estrecha e importante. (55)

Por otro lado:

El queso es un exquisito alimento universal que se produce en todas las latitudes a partir de la leche de tres especies principalmente: la vaca, la borrega y la cabra por su orden de importancia.

La dos mil variedades conocidas se elaboran con la leche a través de un proceso de industrialización que suele contar con seis etapas. Las modificaciones introducidas en algunas de ellas determinan la variedad y la especialidad producidas. (28)

El queso es también una forma de conservación de dos constituyentes insolubles de la leche, la caseína y la grasa. Se obtiene de la coagulación de la leche, seguida del desuerado, en el cual el suero lácteo es separado de la cuajada. (3,24,47)

No sólo por sus variadas cualidades organolépticas, sino por su enorme valor nutritivo el queso se encuentra entre los mejores alimentos.

Sin embargo, en nuestro país hay un bajo consumo de queso; 1.5 kg per cápita; esta situación es sin duda el reflejo de los erróneos hábitos alimenticios de la población urbana, así como de la pobreza del sector rural. El bajo consumo nuestro, resalta más cuando lo comparamos con el de otros países: Francia 20.1 kg; Israel 19.8 kg; Italia 14.0; Estados Unidos 12.0 Canadá 8.7 kg. (24,17)

En el caso de los quesos de cabra además nos enfrentamos a varios mitos:

- Los quesos de cabra producen la fiebre de malta.
- Los quesos de cabra tienen mal olor huelen a "chivo".
- Los quesos de cabra siempre son frescos y rústicos y se encuentran con mala presentación en los mercados.

Con la finalidad de conocer estos aspectos y desarrollar la tecnología para elaborar un queso de cabra de excelente calidad e que hemos realizado este trabajo de investigación. Queremos señalar que todo ha sido con nuestros propios recursos, en nuestra propiedad en donde vivimos con otras tres personas más y que no hemos contado con apoyo alguno institucional. También que en los últimos seis años hemos repetido el modelo más de 30 veces en varios estados de la República y hemos entrenado en nuestras instalaciones a 20 técnicos (3 extranjeros) de esos diferentes proyectos realizados. (57)

Por último estamos convencidos de que la producción de queso en nuestro país es una necesidad, sobre todo para alimentar a los niños y desarrollarles el gusto de por los alimentos de buena calidad; quizás nuestro país con niños bien alimentados y bien educado pueda tener futuro diferente en lo que respecta a hábitos alimenticios.

INTRODUCCION Y OBJETIVOS

La caprinocultura en México tiene lugar predominantemente en las zonas áridas y semiáridas del país (Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, San Luis Potosí, Puebla, Guerrero, Oaxaca, Querétaro, Guanajuato).

Su contexto ecológico desde la época de la Colonia son las zonas de escasa vegetación y baja precipitación pluvial. (52)

Las cabras, contrariamente a lo que se dice de ellas, que son depredadoras, no viven en México utilizando las superficies

apícolas ni las tierras de cultivos forrajeros; viven de tierras marginales de la agricultura aprovechando deshechos agrícolas y zonas muy pobres de agostadero y aún en esas condiciones contribuyen modestamente a la producción lechera nacional. (53,52)

Hoy en día ese animal tan inquieto como inteligente es el más importante rumiante doméstico y vive ocupando mano de obra familiar de un gran número de campesinos pobres de nuestro país, como ejemplo de ello (sólo un pincelazo); alrededor de Concepción del Oro, al Norte del Estado de Zacatecas y casi colindando con Coahuila, hay más de 500,000 cabras. (51)

Las cabras además nunca han sido objeto de atención, ni por parte de las Instalaciones de Educación superior, ni por las autoridades gubernamentales y sin embargo representan un importante recurso ganadero para la producción de leche. En efecto las cabras son más eficientes que las vacas en relación a su peso vivo (52) y pueden llegar a producir hasta 800 litros de leche por año.

Por otro lado, el queso de cabra en nuestro país tiene una mala reputación; todo el mundo piensa que produce la "fiebre de malta" que huelen mal, que son rústicos y que su presentación comercial es mala.

Y sin embargo existen en México una empresa en Gómez Palacio que introduce al Distrito Federal 40 toneladas o más, de queso barato que tiene en su composición leche de cabra y que no lo menciona en la etiqueta; producto de los 20 millones de litros de leche que se producen en la Comarca Lagunera. (51)

Por todas estas características originales y particulares es que nos dedicamos con gran entusiasmo a la capricultura desde hace 15 años, pues queríamos conocer hasta qué punto era posible intensificar la producción de leche en esos contextos ecológicos tan bellos, pero tan agrestes, utilizando a la cabra como animal experimental, para producir un queso que acabara con esos mitos.

Por ello nos propusimos:

Desarrollar la tecnología para producir y transformar la leche de cabra; teniendo en cuenta los siguientes elementos:

- a- Concebida para caprinocultores del semiárido que posean con hatos de 50 a 90 animales.
- b- Que el trabajo lo pudiera realizar la pareja o una familia pequeña.
- c- Para trabajar un volumen de leche de 120 litros en punta.
- d- Realizar la fabricación de queso con bajos volúmenes de agua y si es necesario son electricidad.
- e- Realizar una sola ordeña al día.
- f- Producir en una instalación pequeña, funcional, de bajo costo con equipos sencillos y disponibles en el mercado nacional.

- g- Obtener un producto de muy alta calidad, pasteurizado, sin conservadores y de formato pequeño para facilitar su comercialización.
- h- Que se adaptará al máximo a las características de la leche de vaca.

Metodología y condiciones de trabajo

1- El lugar y el medio físico

Desde 1982 tomamos la decisión de realizar esta investigación, en particular por la elaboración de quesos de leche de cabra ya que hasta que nosotros empezamos este trabajo no existía un queso de cabra fino en el país.

Nuestro trabajo abarca más de nueve años, desde la primavera de 1982 hasta la fecha.

Adquirimos en 1978, 53 hectáreas de tierras de temporal y agostadero de mala calidad y en condiciones de acceso difícil en una zona marginal de la agricultura en el Estado de Querétaro, con el fin de igualar las condiciones en las que viven las cabras en México.

Nuestra granja "La Serpentina " se encuentra en el municipio del Marqués en una zona árida de Oro entre el paralelo 20° 35' de latitud norte y el meridiano 100° 18' de longitud oeste. Está a 1950 m.s.n.m. y su clima según Koeppen (modificado por E. García para México) pertenece al tipo BS₁ kw (w) (e) es decir; seco estepario semiárido templado con lluvias en verano, con una precipitación pluvial de 460 mm al año. El período de sequía va de seis a ocho meses.

La propiedad cuenta con 109 hectáreas para la siembra de maíz y frijol de temporal y el resto es de agostadero cerrill para el pastoreo de las cabras. Está cercada en su totalidad con un cerco elástico de tipo Neozelandés construido con alambre liso acerado y galvanizado. Los pastos son de ferrocarril (durmientes) y se colocaron cada 20 m. Señalamos esto, porque desde el punto de vista ecológico sin el cerco hubiera sido imposible la recuperación del agostadero y hoy su calidad sería inferior a los 800 kg de materia seca (biomasa) por hectárea/año que produce.

Los tipos vegetativos son dos: el más importante, Mesquital en 3/4 partes de la granja. En la parte más cerrill, una pequeña muestra de Selva baja caducifolia espinosa con *Bursera* y *Leucaena*.

Las plantas predominantes son: el Mezquite (*Prosopis juliflora* y *P. laevigata*), los huisaches (*Acacia* sp.), el granjeno (*Celtis pallida*), garambullos (*Myrtilocactus geometrizans*), nopales (*Opuntia*), cardón (*Opuntia imbricatta*),

sangreado, (*Jatropha dioica*) y como especie de introducción, la costilla de vaca (*Atriplex canescens*). Las gramíneas nativas predominantes son: benderilla (*Bouteloua curtipéndula*), palomero (*Panicum arizonicum*), borreguero (*Tridens pulchellus*), tres barbas (*Aristida* sp.), *Setarias*, *Eragrostis* y Buffel introducido para mejorar el agostadero junto con mil nopales tuneros de la variedad alfajayucan. Nos extendemos a explicar la vegetación en tanto que las cabras obtienen el 60% de su alimentación total anual de ella. La conservación del agostadero y su mejora ha ocupado un lugar importante en este trabajo.

Las características de la alimentación de las cabras se muestra en el Cuadro N01.. (52)

2- Los animales

Adquirimos junto con la propiedad en 1978, 509 cabras criollas de la región, básicamente granadinas cruzadas con Alpino Francés. A partir de ese ható desarrollamos nuestro plan genético, basado en la cruce de animales de ese tipo con sementales de razas lecheras. Hasta hoy nos hemos mantenido con animales cruzados a 1/2 sangre principalmente con Alpino, pues sus producciones son suficientes para las necesidades del modelo productivo.

El número de cabras y los detalles de su producción se muestran en el Cuadro N02. Los detalles y las explicaciones de esos resultados no son motivo de este reporte y se encuentran descritos con amplitud en varios documentos publicados con anterioridad. (53,55,56)

Estas ocupan 4,000 m² de superficie y son de tres tipos: vivienda; ganaderas y la pequeña planta de lacticíneos en donde se elabora el queso. La unidad en su conjunto obedece al sistema de producción para el semiárido mexicano.

Están planeadas para utilizar gas y energía solar.

Las instalaciones ganaderas son rústicas y comprenden: cuatro corrales, sala de ordeño al aire libre de madera de tipo túnel; área de cría de cabritas al aire libre con jaulitas de fierro; cisterna de agua, bodega y una pequeña planta para elaborar alimentos.

La ordeña es manual y una sola vez al día por la mañana. La granja no cuenta con servicio propio de agua; la traemos de una granja vecina a 4 km de distancia desde hace 14 años. Solo contamos con un bordo en el arroyo para almacenar agua para las cabras en la época de lluvias. Este bordo junta aproximadamente 4509 m³ de agua/año.

Por ello nuestro modelo de trabajo es para operar con bajos volúmenes de agua. Sobre el cálculo de consumo de agua de 6 litros por día/cabra, estimamos nuestras necesidades anuales en

219 m³. Tratamos este tema por la importancia que tiene el problema del agua en nuestro país, sobre todo en las zonas áridas, en donde cada día los mantos acuíferos se encuentran mas profundos. Las cabras son sumamente economizadoras de agua y en ello reside en gran medida su importancia en esos contextos.

3- La quesería

Mientras se trata de una producción artesanal de queso, con volúmenes de leche pequeños, que pueden ser transformados en la cocina de la casa, el asunto de una instalación especial, no se justifica.

En nuestro caso la especialización proyectada al hato, tiene su reflejo en el proceso de industrialización de la leche (20,000 litros por año) y demanda una mayor regularidad en la calidad de los quesos (33,34); por lo que no es posible desarrollar el trabajo en locales poco funcionales y que no tengan las condiciones de higiene que señala la reglamentación sanitaria.

También se hace necesario, un mejor local de fabricación de queso debido a que nosotros dependemos económicamente de él y en este caso no se pueden tener muchas pérdidas debidas principalmente a las variaciones de las condiciones naturales (temperatura y humedad). Por último porque la quesería es parte de nuestra vivienda y ello nos ha demandado un cierto "arte de vivir" en el medio rural.

La quesería se construyó en función del tipo de quesos elaborados y vendidos: 60% fresco, 30% madurado y 10% seco y del volumen de leche a transformar cada día, 70 litros (120 en punto). La instalación consta de tres piezas; una para el trabajo "húmedo" y otra para el trabajo seco y una cava de maduración de quesos subterránea de 35m² (4 x 4 x 2.2).

La lechería de 25 m² tiene área de pasteurización, cuajado mesas de desuerado y área de lavado (17). La segunda pieza, área de secado y empacado de los quesos (20m²) una zona de almacén de moldes y utensilios de la quesería, un pequeño laboratorio de análisis de leche.

La cava de maduración, es de roca basáltica, con el techo aislado con poliuretano para mantener baja la temperatura para el afinado de los quesos. El piso tiene arena, lo que permite mantener la humedad relativa alta (90 %)

Toda la construcción es de piedra, con muros gruesos e 50 cm. de espesor, lo que nos ha permitido mantener temperaturas de entre 18 a 22°C y sin grandes variaciones (15°C, en invierno y 24 en primavera) condición importante para la fabricación del queso. (60)

4- Los métodos de trabajo

La mayor parte del trabajo de investigación se ligó al proceso de producción de la granja, pero con el rigor científico en las observaciones y en la toma de datos que normalmente no realizan los productores. Las cabras se pesaron y se midió la leche individualmente cada mes, para evaluar su estado metabólico; lo mismo fue para las cabritas en desarrollo.

Se registraron diariamente las temperaturas máxima y mínima.

En la quesería se registraron:

- diariamente las temperaturas y la humedad relativa
- la recepción de la leche, cuantificación del volumen antes y después de la pasteurización.
- la acidez de la leche diariamente
- la densidad y la grasa semanalmente
- se pesaron los quesos/día/semana/mes
- el peso de la cuajada y sus accidentes
- se cuantifican todos los quesos envueltos, de cada tipo y de cada producción.

La grasa se midió con el método de Gerber a baño maría sin centrifuga. La acidez titulable con los grados Dornic. La densidad con el lactodensímetro de quevenne. (19)

La densidad se midió para evaluar los sólidos totales según la fórmula.

$$S.T. = 1.2 (G) + 0.25 (L) + 0.03$$

El rendimiento se calculó como sigue:

Tomando en cuenta los litros de leche trabajada en relación a los kgs de queso fresco tanto como maduro, así:

$$\text{Rendimiento} = \text{litros de leche/un kg de queso. (44)}$$

Los cálculos matemáticos de toda la información son sencillos cálculos aritméticos. No desarrollamos cálculos estadísticos debido a que no hay un diseño experimental. En realidad para el volumen tan grande de datos, la desviación estándar o el coeficiente de variación tendrían poco significado e informarían falsamente sobre las variaciones obtenidas, porque no determinamos nunca el tamaño de la muestra, pues esta dependencia de la vida misma.

Resultados y discusión

1. Producción de leche y estacionalidad

La producción de leche mensual y anual, durante 8 años se presenta en el cuadro N°3. Demostramos con claridad que es factible producir leche de cabra con buenos resultados con la clase de animales que tenemos en México.

La variación entre los diferentes años se explica en parte por la influencia del temporal y la vegetación producida, en 1983 y en 1985 tuvimos dos excelentes temporales por ello ese aumento tan claro en la producción de leche. Con 75 cabras en promedio logramos producir alrededor de 21,000 litros de leche por año.

El detalle mensual se muestra con dos objetivos: para mostrar que es factible producir leche todo el año para señalar la importancia del diseño de la quesería en función del volumen manejado en cada estación del año.

Esos volúmenes de leche se pueden extraer sin máquina de ordeño y una sola vez al día, porque tanto el sistema de producción como el tipo de cabra y su manejo; y la transformación de la leche forman un conjunto.

Solamente nos queda señalar que en el hato existen animales excepcionales que producen más de 500 litros de leche/año.

En el cuadro N24 se presenta la proporcionalidad de la producción de leche durante el año, para poder evaluar su estacionalidad. Este es el factor en contra más importante y más delicado de la caprinocultura. Los resultados muestran la dispersión máxima posible de la producción de leche con ganado caprino. La normalidad es, como nuestro caso en 1985, el 73% de la producción lechera en dos estaciones y el otoño prácticamente sin leche, una muy fuerte estacionalidad.

Puede entenderse como afectada esto a un proceso industrial y que difícil resulta manejar una situación semejante.

La relación promedio entre el mes de mayor producción y el de menor fue de 4.47 veces producto en un período que en otro. Esta situación complica, el equipamiento, el uso de la mano de obra pero sobre todo la comercialización. En Francia y en Canadá la situación es peor (25,26,59) la relación es de 7 a 1. Esto se debe a la latitud, porque ahí es más difícil obtener partos fuera de la estación. Equivalente a nuestros resultados de 1985 y 1987.

En esto reside pues la primera gran dificultad del desarrollo de una tecnología para la transformación de la leche de cabra. Este hallazgo no es nuevo, lo que es nuevo es conocer su magnitud con cifras y datos claros y reales. Hoy por lo menos ya sabemos que con las mejores condiciones técnicas para la cría de cabras, solo podemos esperar tener el 60% de la producción de leche en primavera + verano en vez de 80% como sucede normalmente en la región.

Quedan para mejorar esta situación, la inseminación artificial y la sincronización de calores con hormonas, pero ambas técnicas en el caso de México están lejos de ser aplicadas en la práctica.

2. Resultados en la producción de queso

En el cuadro N^o5, se muestran los kgs de queso producidos en la granja en nueve años. El promedio mensual de producción fue de 258.27 kgs (72 mínimo y 4867 máximo). La variación sin embargo es grande 6.8 veces. Esto equivale a trabajar en promedio 70 litros diarios de leche. El promedio anual fue de 3.1 toneladas de queso al año sin considerar la leche comprada y 3.76 toneladas con el proceso total.

En nueve años se produjeron a partir de una naturaleza no apta para la producción de leche; 27.89 toneladas de queso. La vegetación contribuyó con el 60% de los elementos nutritivos en base a un fenómeno tan bello como impresionante: La Fotosíntesis.

3. Tecnología de elaboración de quesos

3.1 Variaciones de la composición de la leche

La leche de cabra es una leche muy aparte de la vaca y en la actualidad se conocen bien sus diferencias. También es importante desmitificarla, ni es mejor que la leche de vaca y ayuda a curar todos los males, ni tampoco produce fiebre de Malta con solo mirarla. Los estudios franceses son según nuestro punto de vista lo más serios y avanzados, en razón de la importancia que tiene el queso en la mesa diaria en Francia (9,10,11,15,27,28,40,42,43,58).

Es necesario señalar que la composición de la leche de cabra se ve modificada por los mismos factores que para la vaca. (Figuras N^o1 y 2). Estas variaciones están dadas sobre todo por el estado de lactación (19,22,40,48) y la alimentación (17,49).

Observamos que la calidad de la leche disminuye en primavera - verano, cuando las cabras se encuentran con las más altas producciones. Corresponde a la época en que están comiendo forrajes verdes con mayor proporción de agua y menos cantidad de materia seca. Gráfica N^o1. (17)

3.1.1 En relación a los aspectos organolépticos observamos:

La leche de cabra es de color blanco mate, ya que no fija los carotenos. Cualquier tono amarillento significa que ha sido adulterada con leche de vaca. Esto es frecuente en México debido a que en la mayor parte de las empresas se encuentra revuelta.

En cuanto al olor, se puede decir que es casi neutro. En ocasiones, al final de la lactación tiene un ligero olor a cabra. Esto tiene que ver con la higiene del ordeño; en la mayoría de los hatos se ordeña en el suelo. En nuestro caso esto se evitó desde el inicio, utilizando una salsa de ordeño. Por último, el

sabor ligeramente dulce que tiene la leche de cabra se pierde fácilmente cuando se almacena e inclusive toma sabor fuerte.

Acidez titulable; en nuestro trabajo la expresamos en grados dornic (un grado dornic es igual a 0.1 g de ácido láctico por litro de leche). La leche de cabra tiene mayor variación que la leche de vaca (2,7,12,22). La acidez natural, es decir la obtenida inmediatamente después de la ordeña, varía en función de la lactación, principalmente por la variación de la cantidad de caseína. La acidez de la leche de cabra está dada también por las sales minerales, los iones libres, los fosfatos, el citrato y el gas carbónico.

La acidez más baja la encontramos en marzo, abril y mayo con valores de 12 a 13 grados dornic. Este período corresponde al pico más alto de la lactación. El valor más alto se encontró entre los meses de otoño y final del verano (sep-oct), durante el último tercio de la lactancia (Cuadro N°6 y Gráfica N°2).

La densidad; de la leche de cabra varía desde 1.026 a 1.042 (22) debido a la estación del año, el estado de lactancia, la raza, las mezclas de leche, individualmente. La densidad depende de dos factores principales: de la cantidad de sólidos totales y de grasa (40) a mayor porcentajes de grasa y agua, menor densidad. En el cuadro N°7 se muestran las variaciones de la densidad de la leche de cabra. Concluimos que no es un dato preciso para evaluar la calidad de la leche, solo si se complementa con la cantidad de grasa butírica y de sólidos totales. Tuvimos la menor densidad en los meses de abril y mayo con 12% de sólidos totales y 3.8% de grasa. Estos índices de baja densidad, de cualquier manera son más altos que cualquiera de leche de cabra en México.

3.1.3 Composición química

La separación de los componentes de la leche de cabra (Figura N°3) nos permite tener los elementos de base para comprender su variación. La composición química en Francia es la siguiente:

elementos	cabras	vacas	(gramos/litro)
. agua	915	909	
. lactosa	45	45	
. proteínas	28	32	
. grasa	33	38	
. minerales	7	7	
. extracto seco	113	123	Le Mens P. 1986 (2)
. total			

La selección tan intensa, en la búsqueda de animales altamente productores de leche ha dado lugar a una reducción de la calidad de la leche (el promedio nacional en Francia por cabra es 540 kg de leche por lactación). (32)

Además señalamos que de los componentes totales, en la cuajada solo queda 70% de la proteína y 80% de la grasa.

Al revés de la situación Francesa, por la existencia de animales con producciones de leche menos altas; en Portugal, España, Canadá y México, los valores de grasa y proteína son superiores (2,4,7,13,22,62).

La separación de las fracciones Nitrogenadas y Proteínicas de la leche de cabra durante el cuajado se muestran en la Figura FN04. La fracción de NNP es más alta en la cabra (8% vs. 5%). El 92% del nitrógeno restante son proteínas; aun en estas una fracción también se pierde en el suero, las proteínas solubles: Lactoglobulina y lactoalbúmina, esta última en mayor concentración que en la leche de vaca (63 cabra 40% vaca). Aunque en este punto hay contradicciones en la literatura científica, nuestras observaciones de tantos años nos han permitido constatar que la leche de cabra tiene más espuma. Nos preguntamos, se debe a esa concentración mayor de albúmina láctea?

Las caseínas de las leches de vaca y cabra son:

Cantidad de la caseína total %	leche de vaca	leche de cabra
caseína S 1	38	0-20
caseína S 2	12	10-30
caseína	36	43-68
caseína	14	15-29

* Valores extremos en la leche de cabra. (58) Según Remeuf y Lenoir 1985.

De manera global, los franceses reportan que la leche de cabra posee menos caseína, 21 g. contra 27 en la vaca. (58)

La leche de cabra no tiene caseína S 1. Esta en la de vaca es la que (confiere el sabor amargo a los quesos en el proceso de maduración. Su ausencia es la responsable del lento cuajado de la leche de cabra, ya que en pruebas en donde se ha agregado esta proteína a la leche de cabra disminuye el tiempo de cuajado. (42)

Las caseínas se encuentran en forma micelar en la leche; el diámetro promedio de estas es mayor en la leche de cabra; 260 nanómetros contra 180 en la vaca. Se ha establecido una relación

entre el diámetro de las micelas y la firmeza del coágulo, así como de la velocidad de endurecimiento; cuando el diámetro aumenta, la firmeza del gel disminuye. Por ello en general la cuajada de cabra es menos firme que la de vaca. En el plano tecnológico esto se traduce por una textura del coágulo más "agudo", mayor dificultad de mecanización y riesgo de pérdida de proteína en el desuerado y moldeo. Pero también por esa cualidad la cuajada de cabra presenta una textura más fina.

A parte de la firmeza, la caseína es también responsable de la evolución de la pasta en la maduración y sobretodo del rendimiento quesero. Los resultados de nuestras evaluaciones (Gráficas 1 y 3, Figura N°5 y Cuadro N°8) muestran que el rendimiento resulta inversamente proporcional a la cantidad de leche. El rendimiento promedio fue de 6.67 litros/kg de queso durante el año, con un mínimo de 8.11 en mayo y un máximo de 5.32 en octubre. Este comportamiento del rendimiento es en realidad el comportamiento de la caseína. (18,19)

La grasa butírica: Se dice que la leche de cabra por su naturaleza se encuentra homogeneizada. Esto se debe a que los glóbulos de grasa son más pequeños en esta leche; 65% de diámetros son inferiores a 3 μ , contra 43% en la leche de vaca. Por ello se dice también que esta leche es más digestible que la de vaca. Su descremado es más lento, porque además carece de aglutinados.

Otra característica importante que diferencia a estas dos leches que hemos venido comparando, es de composición en ácidos grasos: la suma de los ácidos grasos de cadena corta (cáprico, caprílico y caprótico) representan el 17% de todos los ácidos en la leche de cabra en cambio solo el 5% en la de vaca. Por esta razón durante la maduración los quesos de cabra son inconfundibles en sabor. También, durante la congelación de la cuajada se ha encontrado liberación de los ácidos grasos volátiles, lo que ocasiona problemas de sabor, porque se acelera la oxidación y como la leche de cabra no tiene tocoferol (que actúa como antioxidante natural) el queso se enrancia. Esto pasa más en los quesos de cabra de pasta prensada (63) como el gouda o el manchego español. Nuestros valores de grasa siempre son superiores al 4%, en la Gráfica 1 se muestra la evolución de la cantidad de grasa a través del año.

Solo queremos señalar para cerrar este capítulo que la prueba que se utiliza normalmente para saber si un leche está bien pasteurizada y que consiste en medir la fosfatasa alcalina, en el caso de la leche de cabra no tiene valor. (20).

2. Problemas encontrados en el desarrollo tecnológico

En la transformación de la leche de cabra los problemas los identificamos muy claramente por estaciones y los dividimos en dos grupos:

2.1 Problemas ligados a la composición química de la leche

En la primavera, la variación de la proteína nos produce cuajadas friables o sin consistencia. Corresponden a una baja acidez de la leche y de la cuajada debido a una lenta actividad bacteriana.

Esta a su vez debida a una perturbación en el equilibrio físico químico de la leche. Esto trae como consecuencia:

- a) Dificultad en la manipulación de la pasta
- b) Favorece el desarrollo de levaduras en el queso
- c) Confiere al queso un pronunciado sabor ácido

Este fenómeno es tan notable que durante el desuerado; se observa claramente la pérdida de material friable del cuajo. Por último, afecta notablemente el rendimiento. (Gráfica N°2, Cuadro N°6) (27,33,30)

2.2.2 Problemas ligados al medio ambiente

El exceso de calor durante la primavera y parte del verano dentro del local de trabajo (23-24°C) favorece la presentación de cuajadas infladas (con coliformes) a pesar de la pasteurización. Estos microorganismos compiten y le ganan a las bacterias lácticas, de esa forma descomponen la cuajada, pues se llena de gas y bajan la acidez.

Los fuertes vientos de febrero y marzo nos acarrearán esporas de hongos indeseables, que se adhieren al queso durante su maduración. Particularmente molesto es el llamado "pelo de gato" (*Mucor* sp.) que se instala en la superficie dándole un mal aspecto al queso. Además penetra a la pasta y esto hace muy difícil su control por medio del lavado de los quesos. Puede disminuirse tomando medidas extremas de higiene y un mayor salado de los quesos (35,36,41,27).

Los coliformes a su vez pueden controlarse con medidas estrictas de higiene, bajando la temperatura de cuajado y cambiando el fermento (starter).

También en el verano aparece el *Geotrichum candidum*, altamente proteolítico. Produce en la superficie, primero un aspecto de terciopelo blanco y después un aspecto rugoso, de color amarillento, (piel de sapo). Tiene un olor desagradable y gusto ligeramente amargo. Produce un mal aspecto al queso. Es necesario rasparlo, para poder vender el producto, lo que ocasiona pérdidas importantísimas de tiempo en la quesería. Estos hongos no son tóxicos, son desagradables, nada más. En Francia son muy frecuentes en los quesos artesanales e inclusive le dan un aspecto que es buscando por los consumidores.

En nuestro modelo de trabajo no tuvimos otro tipo de problemas de contaminación (antibióticos, pesticidas, etc.) por

la sencilla razón de que toda la leche que transformamos tenían en general una buena calidad bacteriológica y química y era en su mayor proporción de nuestra granja y ahí controlamos adecuadamente, el agua de bebida, los animales su tratamientos médicos, etc. Solamente a partir de 1987 empezamos a comprar leche empujados por la situación económica del país. Sin embargo, fué leche de proyectos supervisados por nosotros (granjas caprinas en donde reproducimos nuestra experiencia). Resaltamos estas cuestiones porque es una enorme ventaja no contar con esos problemas en la elaboración de los quesos, inclusive por el riesgo de la Listeriosis. (05)

Resulta pues muy importante señalar que una de las bondades de este modelo es contar con una materia prima de primera calidad y perfectamente controlada, sin grandes gastos de exámenes frecuentes de análisis de laboratorio.

3. Proceso tecnológico de la fabricación del queso Se resume en las siguientes fases:

3.3.1 Recepción y cuantificación de la leche

Nuestra materia prima fué siempre de excelente calidad

- no contenía impurezas visibles
- ni aromas, ni gustos anormales
- acidez entr 15 y 18 grados dornic
- sin anticépticos, antibióticos u otros químicos
- Sin colesterol ni leches de retención (31)

3.3.2 Pasteurización

Utilizamos el método de pasteurización lenta, en una tina de doble camisa, el interior de acero inoxidable, de 200 litros de capacidad. El agua se calienta con gas y se enfría por convección.

3.3.3 Cuajado

Nosotros trabajamos una cuajada mixta, es decir láctica, en donde la acidez es determinante para la calidad del queso. Adicionamos bacterias lácticas, de origen "casero" y cuando hay problemas del comercio (eurezymae) de tipo mesófilo. La práctica en las condiciones del semiárido templado nos han hecho manejar dos temperaturas de cuajada. Para el verano 25 a 30°C y para el invierno 31 a 34°C. Esto es con el objeto de que la fase de reproducción bacteriana exponencial. El tiempo de cuajado es de 18 a 24 horas. La acidez adecuada debe ser de 68 a 72 grados dornic. En ese momento el gel ha alcanzado el grado de desmineralización deseado para obtener una pasta muy fina.

3.4 Desuerado

En esta fase se le extrae más de 60% de agua a la leche; dado que es una cuajada láctica ño hay necesidad de cortarla, sino que se vacía directamente a unas cestas de plástico perforadas. El desuerado dura 24 horas. El cuajado y el desuerado son etapas complementarias, un mal cuajado no lo

arregla el desuerado y también una buena cuajada desuerada a temperaturas inadecuadas, interrumpe el proceso de obtención de una pasta suave y cremosa.

3.5 Moldeado

A la cuajada resultante se le agregan algunos ingredientes para la elaboración de los quesos frescos (ajo y hierbas finas, nueces, chilae) y se deja natural para los quesos maduros. Enseguida se envasa en pequeños moldes de plástico de 140 g de capacidad.

3.3.6 Volteado

Es simplemente voltear el queso en el mismo molde, con el fin de que tome forma y siga perdiendo suero. Entre estos dos últimos pasos puede haber 24 o 48 horas de intervalo, según las condiciones de humedad ambiental.

3.3.7 Desmoldeo y salado

El desmoldeo consiste en sacar con cuidado el queso del molde e inmediatamente salarlo por la superficie exclusivamente. El salado confiere al queso su sabor, acelera el secado e inhibe hongos indeseables en la superficie. La proporción es de 1 a 3% de sal. Esta actividad se realiza con una coladera muy fina.

3.3.8 Secado

Esta operación es complementaria al desuerado. Consiste en colocar los quesos en una corriente de aire durante 24 a 48 horas.

3.3.9 Maduración

Es la última fase de fabricación del queso, la cual va a conferir al producto sus características definitivas. La maduración de los quesos es un fenómeno muy complejo debido a la gran variedad de microorganismos y enzimas que intervienen en ella. En esta fase hay una destrucción completa de la lactosa. Se neutraliza la pasta, sigue habiendo pérdida de agua. Hay una proteólisis y una lipólisis importante con formación de productos aromáticos. Por último una bella formación de la capa o costra, lo que le confiere al queso una atractiva presentación. Por eso todas las operaciones que la anteceden tienen gran influencia sobre la calidad del queso elaborado.

3.3.10 Empaque

El queso es un producto vivo y el empaque no debe de ninguna manera impedirle seguir su trabajo de maduración, restandole aroma y sabor. Desgraciadamente en México no existen empaques adecuados al tipo de queso que hemos fabricado nueve años. El problema lo hemos resuelto a medias con lo que hoy se llama polipapel. Nuestra presentación es muy rústica y ha atendido la finalidad de no representar un gasto importante, que aumente el costo del producto. Pero la realidad es que nuestra presentación es mala, desde el punto de vista de la mercadotecnia. Sin embargo un producto artesanal como el que nosotros elaboramos

tiene un mercado difícil y contradictorio aunque hasta hoy haya sido bien aceptado.

Resultado económicos

Todo el proceso productivo de la granja y del modelo se distingue por dos elementos económicos.

Resultó una empresa que crea empleo rural y ocupa mano de obra asalariada aparte del trabajo familiar. Produjo utilidades. Sin embargo, al momento de observar los resultados económicos no es posible dejar de apreciar que durante estos seis años pasados, hubo un proceso de descapacitación constante, que solamente nos permitió mantener el modelo, o sea cubrir los gastos de operación de la granja, en una palabra, subsistir.

Hoy no nos es posible cambiar el tractor o unop de los vehículos de trabajo al menos que sea en detrimento de nuestro nivel de vida, además de que producimos, maíz, frijol, carne, leche y quesos para nuestra alimentación y esto es una parte importante de nuestra economía familiar.

En el cuadro N09 se resumen los valores (expresados en %) de los gastos de operación de estos últimos seis años en plena crisis económica del país. Producir queso de cabra en nuestras condiciones demanda de cubrir tres gastos importantes: salarios de tres trabajadores, alimentos suplementarios para las cabras y mantenimiento y operación del tractor y los vehículos (gasolina, diésel, aceites). Estos tres aspectos representaron el 84.26% de los gastos totales (para no ser experimental la variación es muy aceptable).

Los gastos de 1990 fueron 9.1 veces superiores a los de 1985, sencillamente una muestra de la severa inflación padecía en nuestro país, muy difícil de manejar en la práctica. Este modelo caprino resistió a esta dura prueba gracias a los elementos; por un lado su baja vulnerabilidad debido a los bajos costos de producción y por otro a la posibilidad de transformar un cierto volumen extra de leche comprada.

Algunas otras observaciones importantes; los gastos para atender la salud de las cabras fue bajo (2%). Los gastos para mantener y operar la quesería sin contar salarios ni la materia prima son de alrededor del 7% de los gastos totales. De estos mismos en la producción de queso, la leche representó el 60% del costo, la mano de obra el 20% y el proceso de transformación el 20%. El gasto más importante fue el de salarios, 39% lo que para nosotros es el aspecto social más relevante de nuestra investigación.

Por último presentamos dos cuadros (10 y 11) que permiten completar la interpretación económica global de la transformación industrial de leche de cabra a queso de excelente calidad y que

son reveladores de muchas e interesantes cuestiones que son difíciles de analizar aquí y que no son el fin del trabajo. Resultados económicos de la granja; volúmenes de leche y queso trabajados en seis años, precios de venta del queso por año y valores de costos de insumos, comparados dan idea muy sintéticamente de las dificultades económicas por las que han atravesado las pequeñas o microindustrias del país.

Desarrollamos también un modelo de gestión administrativa para micro-empresas que transformen la leche de cabra en la granja. La hemos llamado "Balance técnico-económico de pequeñas agroindustrias caprinas" es de fácil manejo y permite llevar el control económico de la unidad productiva. Con esa herramienta nosotros obtuvimos nuestros resultados. Para terminar; solo la transformación industrial permite hoy en día tener utilizados con la producción de leche y por lo tanto la estructura económica de una granja se transforma completamente y al mismo tiempo la mentalidad del productor agropecuario.

CONCLUSIONES

A parte de las conclusiones que se desprenden de la lectura de este trabajo podemos decir:

Que es factible producir leche de cabra con buenos resultados con la clase de animales que tenemos en México.

Con 75 cabras se pueden producir más de 21,000 litros de leche al año en 33 hectáreas de agostadero bien cuidado y 10 de temporal con maíz como forraje, más una suplementación alimenticia equivalente a 20 toneladas anuales de alimento balanceado.

La estacionalidad de la producción lechera es el factor en contra más delicado de la caprinocultura, aunque podemos esperar tener el 60% de la producción de leche en primavera+verano en vez del 80% que se encuentra normalmente en la región.

En nueve años hemos producido con un medio ambiente no-apto para la producción de leche 27.89 toneladas de queso de excelente calidad, en donde la naturaleza aportó el 60% de los elementos nutritivos para ese proceso.

Las variaciones de la composición de la leche se deben en nuestro ejemplo a la alimentación y el estado de lactación de las cabras.

La leche de cabra producida en nuestro sistemas es de excelente calidad bacteriológica y química y tiene por lo tanto un alto rendimiento quesero. Las variaciones del rendimiento están determinados por el medio ambiente y la alimentación de las cabras.

Que los problemas bacteriológicos y físico-químicos en la transformación de la leche de cabra se deben por un lado a la composición química de la leche y por otro al medio ambiente y que son infinitamente menores cuando la quesería recibe elaborada en la granja.

Nuestro proceso tecnológico puede ser desarrollado en instalaciones de bajo costo y con equipos que se encuentran en el mercado nacional.

Desde el punto de vista técnico, la acidez de la leche en una cuajada de tipo láctico es uno de los elementos claves de la calidad del producto.

La pasteurización lenta es adecuada para la leche de cabra. Producir quesos en nuestras condiciones demanda de cubrir tres gastos importante; salarios extras; alimentos suplementarios y los gastos de operación del tractor y los vehículos. Estos tres aspectos representaron el 84.26% de los gastos totales. El más elevado fue la mano de obra 39%, lo que para nosotros es el aspecto social más relevante de nuestra investigación.

Dentro del costo de producción del queso, la leche representó el 60% la mano de obra el 20% y los otros gastos el 20% también.

Diseñamos así mismo un modelo de gestión administrativa para micro-empresas que transformen la leche de cabra en la granja; sencillo y que permite conocer los resultados económicos con facilidad.

La transformación de la leche a nivel industrial en la granja es la única posibilidad de existencia con la producción de leche.

Bibliografía

- BALLESTER P. 1986. Production and use of sheep and goat milk in Spain. En I.D.F. Seminar. Athens. Greece. September 1985.
- BARBOSA M. y R. MOREDA. 1986. A contribution towards the study of goat milk in Portugal. En I.D.F. Seminar. Athens. Greece. idem.
- BATTIOSTOTTI B.; BOTAAZI V.; PICCINARDI A. y VOLPATO G. 1985. Quesos del Muñdo, 400 variedades. ELFOS Ediciones. Barcelona 167 pp.
- BERNARD A. 1989. Espagne; L'autre pays de fromage de chevre. LA CHEVRE N°174. septiembere-octubre. Francia.
- BIND J.L. 1989. Listeriose-Risque Sanitaire. En 2º Coloquio Internacional de Niort. "Patología caprina y Producciones". 26-29 jun. Francia.

- BIVAR, L. y BARBOSA M. 1990. Study of the effect on pasteurization of goat milk and respective control Techniques. 23 International Dairy Congress. Montreal. Canadá. 8-12 octubre 1990.
- CORREIRA M. y BARBOSA M. 1990. Physico-chemical and technological characterization of goat milk in Portugal. 23 Int. Dairy Congress. Montreal. Canada 8-12 octubre 1990.
- DEVENDRA, C. 1990. La production du lait de chèvre dans les pays en development. Symposia. 23 Int. Congress. Montreal. Canada 8-12 octubre 1990.
- DUMAIS R y RIEL, R. 1984. Science et technologie du lait. Presses de L'. Université Laval et Fondation de technologie du lait. Quebec. Canada. 531 p.p.
- DUQUESNEL R. 1989. Etude de la qualité bacteriologique du lait et des fromages de chevre fermiers. LA CHEVRE N°174 sept.-oct. Francia.
- ECK A. 1984. Le fromage. Editor. Editions Technique et Documenta, 11 rue Lavoisier. Paris. Francia. F.I.L. GRUPO A-7. 1983. Production et valorisation des laits de chevre et de brebis. Document 158. Bruselas. Belgica.
- FONSECA, P.D. 1988. Portugal; la chevre des traditions. LA CHEVRE N° 164 enero-febrero. Francia.
- FURTADO MUNCIO M.K 1984. Fabricacao do queijo de leite de cabra Sao Paulo. Nobel Editores. Brasil.
- GRAPPIN, R. 1986. Indirect methods for the determination of protein and fat as applied to ewe and goat milk. I.D.F. Seminar. Athens. G.
- HAENLEIN G.F.QW. 1981. Dairy Goat Industry in the USA. Journal of dairy Science 64:1288-1304.
- HERNANDEZ, S.P. 1986. Variaciones del rendimiento de la leche de cabra durante el año en una quesería de tipo familiar. 29 Congreso Nacional de la As. Mex. de Zoot. y Tec. en Caprinocultura (AZTECA) Mezatlán. Sinaloa 19-22 marzo. México.
- HERNANDEZ, S.P. 1990. Variaciones del rendimiento de la leche de cabra en queso en la zona árida de México. 23 International Dairy Congress. Montreal. Canada 3-12 octubre.
- HERNANDEZ, S.P. 1991. Características de la leche de cabra en México IV Congreso Panamericano de Lechería. Guadalajara. Jalisco 22-24 abril.
- I.D.F. 1989. Modern microbiological methods. Proccedings of an International Seminar. España. mayo 1989.
- JENNESS, R. 1980. Composition and characterization of goat milk A Review. Journal of Dairy Science 63:1605.

- JUAREZ, M. y M. RAMOS. 1986. Physico-chemical characteristics of goat milk as distinct from those of cow milk. I.D.F. Seminar Athens.
- KOSIKOWSKI, F. 1977. Chesse and fermented milk foods. Edición Edwards Brothers Inc. Ann Arbor. Michigan.
- LES FROMAGES. GUIDE MUNDIAL 1981. VNU Books International. Hollanda.
- LAMARCHE, I. 1986. Quebec. Un Potencial de development. LA CHEVRE Nº157 noviembre-diciembre. Francia.
- LE JAOUEN, J.C. 1982. Milking and technology of milk and milk products. En Goat Production. Editado por C. Gall. Pergamonn Press.
- LE JAOUEN, J.C. 1982. La fabrication de fromage de chevre fermier ITOVIC-SPEOC. Francia.
- LE JAOUEN, J.C. 1985. Le lait de chevre. En Laites et Produits Laitiers Techn. et Doc. Paris. Francia. 3 tomos.
- LE JAOUEN, J.C. 1986. Composition du lait. Des noimbreux facteurs LA CHEVRE Nº 153 marzo-abril. Francia.
- LE JAOUEN, J.C. y M. DE SIMIANE. 1986. Systems of dairy goat management involving chesse production in the farm in France. En I.D.F. Seminar "Production an utilization of ewe's and goat's milk". Athens.
- LE JAOUEN, J.C. 1987. Defauts du lait. Colostrum et lait de retention. LA CHEVRE Nº 158 enero-febrero. Francia.
- LE JAOUEN, J.C. 1988. Qualité du lait, une exigeance. LA CHEVRE Nº169.
- LE JAOUEN, J.C. y LE MENS P. 1989. Evaluation de la qualite micro-biologique du lati de chevre destiné a la transformation fromagere en France. 2º Coloquio International de Niort. Francia (idem).
- LE MENS P. 1979. Guide pratique pour la conception et láménagement des fromageries fermiers ITOVIC. Paris 110 p.p. Francia.
- LE MENS P. 1981. Comment lutter contre le poil du chat. LA CHEVRE 124.
- LE MENS P. 1984. Accidents de fromagerie. LA CHEVRE Nº145. Francia.
- LE MENS P. Defauts de texture du coagulum de type lactique LA CHEVRE Nº144. Sept-Oct. Francia.
- LE MENS P. 198 . Gagnez du temp en frmagerie. LA CHEVRE Nº142.
- LE MENS P. 1985. Methods de preparation d'un levain lactique du commerce LA CHEVRE Nº mayo-junio. Francia.

- LE MENS P. 1986. Composition du lait; la situation actuelle. LA CHEVRE N°153. Special Composition du lait. marzo-abril. Francia.
- LE MENS P. 1987. Fromagerie; Maitriser 1 Higiene. LA CHEVRE N°155.
- LE MENS P. 1987. Composition du lait, des nouveaux elements.
- LUQUET M.F. 1986. Lait et Produits Laitiers. Technique et Documentation, 11 rue Lavoisier. Paris Francia 3 tomos.
- MAUBOIS, J.L. 1981. Le rendement de la transformation du lait en fromage. Laboratoire de recherche laitiere. INRA. Rennes. Francia.
- MORIN C. 1990. Quebec, des eleveurs plein d'avenir. LA CHEVRE N°179.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA DE ESPAÑA. 1969. Catálogo de quesos Españoles. Dirección de Ganadería. Madrid. España.
- MILLS, S.--1988. The world guide to chesse. Gallery Books. New York.
- MORAND FEHR, P. et al. 1981. Les constituants du lait de chevre; synthese et facteurs de variation. Geme Journees de la Recherche INRA. ITOVIC. Toulouse. Francia.
- MORAND FEHR, P. 1986. Alimentation; surtout la matiere grasse. LA CHEVRE N° 153 marzo-abril. Francia.
- PERRIN, G. 1986. Pathologie. La sante du lait. LA CHEVRE N°153.
- PERAZA, C.C. 1986. Marketing of goat milk and derived products in Mexico. en I.D.F. Seminar, Athens, Greece. September 1985.
- PERAZA, C.C. 1986. Nutrition de la cabra lechera en agostaderos semiáridos. Memorias III Congreso Nacional de la As. Mex. de España. en Nut. Animal (AMENA) Simposia. Oaxtepec. Morelos. Octubre.
- PERAZA, C.C. 1987. Du cabrito a la cajeta. LA CHEVRE N°159. Francia.
- PERAZA, C.C. 1987. Los quesos de cabra en México. Memorias del IV Congreso Nacional de la AZTECA. Colima Col. México.
- PERAZA, C.C. 1987. Processing of gotal milk in smal rural agrindustrys under less favorable conditions: Present Situation and perspectives. Proceedings of the IV International Conference on goats. Simposía. 8-13 marzo de 1987. Brasilia. Brasil.
- PERAZA, C.C. 1990. Estacionalidad de la leche de cabra en la zona árida de México. en 23 International Dairy Congress. Motreal. Canada.

- PERAZA, C.C. 1991. Perspectivas de comercialización de la leche de cabra en México. Simposia. Resúmenes de IV Congreso Panamericano e lechería. Guadalajara. Jalisco 22-24 abril. México.
- REMEUF, F. y LENOIR, J. 1985. Caracteristiques Physico-chimiques des laits de chevre. Reveu laitiere Francaise N°446. noviembre.
- SULLIVAN, B.P. y BISHOP S. 1990. Canadian Dairy Goat milk recording programs and gentic evaluation. 23 Int. Dairy Congress. Montreal.
- THOUSSAINT, G. 1980. Isoler uñne chevrerie, est ce bien necessarire. LA CHEVRE N°119 julio-agosto.
- THAM, W.A.; HAJDU, L.J. DANIELSSON - THAM. 1990. Bacteriological quality of on-farm manufactured goat chesse. Epidemiology and Infection 104:(1)87.
- TIRAND-COLLET, P.; LAVIGNE, C. y ZEE, J.A. 1990. Variations Saissioners de la composition chimique du lait de chevre produit au Quebec. 23 Interanational Dairy Congress. Montreal. Canada.
- VIQUEZ, V.O. y BARRANTES, G.E. 1988. Elaboración de queso tipo Gouda (Romano Crapino). Memorias V Congreso Nacional AZTECA. D.F.
- ZEE, J.A.; TIRAND-COLLET, P. y LAVIGNE, C. 1990. Amelioration de la qualité de yaourth fabriqué a partir du lait de chevre. 23 IFnt. Dairy Congress. Montreal. Canada.

Nota:Es en los países del mediterraneo en donde se ha concentrado la Investigación de la leche y los quesos de cabra: Le Mens y Le Jaouen en Francia; Barbosa en Portugal, Juarez en España, Annifantakis en Grecia; en America, estudios canadienses y los nuestros son los primeros que se realizan.

Cuadro 1. Características generales de la alimentación en la granja "La Serpentina " en el semiárido Mexicano.

Concentrado por cabra por año (kg)	220
Concentrado por litro de leche (kg)	0.423
Superficie de pastoreo	33 ha
Número de días de pastoreo	365
Superficie de cultivos de temporal	7 has
Proporción aporte pastoreo y rastrojo de maíz	
Energía %	65
Proteína %	30
Materia seca%	75
Cabras por hectárea de pastoreo	3.03
Relación forraje/concentrado total por año	77/23
MS cons/cab/año (primiparas), kg (Estimada)	550
Proporción EM aporta forraje, Mcal/cab/año	851
Contenido de grasa del litro de leche (g)	42

Cuadro 2. Características del hato de La Serpentina y resultados productivos para el semiárido Mexicano.

	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	X 79-86
Total de cabras	38	41	56	86	100	94	90	81	
Total de cabras en ordeña	35	35	38	64	85	77	81	78	
Cabras de 1ª lactación %	100	10	21	23	26	21	17	23	
Animales en el hato, %	32	37	34	34	39	29	22	32	32.6
Producción total leche	11052	11550	10108	20026	25088	21917	26794	22423	23311
Producción de leche/cabra	358	379	316	292	295	285	331	288	318
Fertilidad %	96	100	100	100	95	91	91.5	95	96
Índice de partos ¹	77.6	90.7	96.7	75.2	72.5	85.2	93	78.5	83.4
Prolificidad ² *	1.26	1.57	1.48	1.61	1.43	1.44	1.42	1.48	1.46
mortalidad cabritos %	33.8	13.3	7.7	29.0	7.6	5.4	11.2	8.7	
mortalidad adultos %	8.7	17.3	25.8	11.5	1.55	3.0	8.8	4.1	
Total U.A. cabras	14.6	15.7	21.5	33	38.5	36.2	34.6	32.7	**

1/ Equivalente al N2 de animales servidos/animales cargados - abortos.

2/ Cabritos nacidos/cabras paridas.

3/ Equivale a 2.9 cabras. Se utiliza a 33 UA/has totales por la capacidad de carga del agostadero.

Cuadro 3. Distribución de la producción de leche de cabra durante 8 años en una granja en un sistema semi-intensivo en el semiárido de México.

Meses/año	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	PROM																			
Enero	--	2198	1511	1135	1468	1285	1753	1659	1572.7																			
Febrero	582	2072	1613	1007	1208	1015	2215	1510	1402.8																			
Marzo	1346	2244	1618	1430	1567	2652	2186	1646	1836.1																			
Abril	1453	1832	1784	3361	2032	2360	1613	1695	2016.3																			
Mayo	2214	2088	1908	3949	2563	2622	1323	1715	2297.8																			
Junio	2648	2361	1978	4115	2648	2434	1146	1652	2372.8																			
Julio	2413	2694	2304	3766	302	2298	1135	1237	2359.3																			
Agosto	2260	3253	2985	2952	2155	1642	1201	1123	2196.4																			
Setiembre	1576	2702	2290	1475	1212	766	735	943	1462.4																			
Octubre	1294	1827	1781	561	912	392	653	480	987.5																			
Noviembre	1759	779	1091	1335	1904	1276	1612	1027	1347.9																			
Diciembre	2481	1038	1054	1907	1728	1946	1858	1100	1639.0																			
Total	20026	25088	21917	26794	22423	20686	17430	15787	21268.8																			
♀ Cabras	69	88	94	90	81	73	58	52	75.6																			
Kg/cab/año	292	251	244	298	277	283	300	304	281.0																			
Relac	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Mes Mas Alto</td> <td colspan="8" style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mes Mas Bajo</td> <td style="text-align: center;">4.55</td> <td style="text-align: center;">4.17</td> <td style="text-align: center;">2.83</td> <td style="text-align: center;">7.33</td> <td style="text-align: center;">3.32</td> <td style="text-align: center;">6.69</td> <td style="text-align: center;">3.39</td> <td style="text-align: center;">3.49</td> <td style="text-align: center;">4.47</td> </tr> </table>									Mes Mas Alto									Mes Mas Bajo	4.55	4.17	2.83	7.33	3.32	6.69	3.39	3.49	4.47
Mes Mas Alto																												
Mes Mas Bajo	4.55	4.17	2.83	7.33	3.32	6.69	3.39	3.49	4.47																			

Cuadro 4. Proporcionalidad de la producción de leche anual en una granja semi intensiva en el semiárido de México (Expresada en %).

Estación/años	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	PROM	SUMA
Invierno	9.6	26.0	21.6	13.3	18.9	23.9	32	27.04	21.54	
Primavera	31.5	25.0	25.9	42.6	32.3	35.9	24.5	32.02	31.21+	52.75
Verano	31.2	34.5	34.6	30.6	28.5	22.8	20.6	25.41	28.52+	81.27
Otoño	27.6	14.5	17.9	14.2	20.3	17.4	22.8	15.52	18.73+	100.00
Suma Primavera + Verano	62.7	59.5	60.5	73.2	60.8	58.7	45.1	57.43	59.74	
Prod. Mes Mayor	4.55	4.17	2.83	7.33	3.32	6.69	3.39	3.49	4.47	
Prod. Mes Menor										
Kg/cabra/año	292	251	244	298	277	283	300	304		281.12

No se cuenta la leche de los cabritos; es solamente leche ordeñada para hacer queso.

Se tiene que aumentar también 1000 litros por año de consumo familiar.

La lactación dura en promedio 276.4 días. Se incluyen las cabras de primer parto.

La estructura del hato a excepción de 1989 fue como sigue:

20% cabras de primer parto.

60 x cabras de 22 a 42 parto.

20% cabras de mas de 4 partos.

Cuadro 5. Producción de queso mensual y anual durante nueve años en una agroindustria familiar en el semiárido Mexicano. (Expresada en kg)

Mes/año	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	PROM
Enero	--	379.5	261	185.2	253.5	221.93	302.76	286.5	297.23	243.08
Febrero	92	327.8	255.2	151.79	208.6	175.3	350.47	238.92	383.54	242.62
Marzo	197.9	330.0	237.94	203.02	270.6	390.0	321.47	242.05	291.91	276.09
Abril	187.0	235.77	229.6	297.05	261.5	303.7	207.59	218.14	342.6	23.66
Mayo	272.99	257.45	235.26	481.57	316.0	323.3	163.13	211.46	325.15	287.36
Junio	366.76	327.0	273.96	511.33	366.7	337.12	158.72	228.8	149.31	302.18
Julio	363.4	405.73	346.98	487.39	455.87	346.08	170.93	186.3	259.79	335.18
Agosto	318.76	458.81	421.01	376.62	303.94	231.6	169.4	158.4	294.79	303.65
Setiembre	255.0	437.2	370.55	200.39	196.1	123.9	118.93	152.58	188.83	227.05
Octubre	243.2	343.4	334.77	94.03	171.42	73.68	122.74	90.22	79.51	172.55
Noviembre	309.13	136.9	191.74	213.87	334.6	224.3	283.74	180.49	112.8	220.79
Diciembre	388.26	162.44	164.94	282.85	270.42	304.5	290.76	172.14	72.76	234.34
Total	2994.4	3802.1	3322.95	3485.11	3409.2	3055.4	2660.2	2366.0	2797.8	3099.22

Promedio mensual de 258.27 en nueve años de trabajo
 Hay que tomar en cuenta que no se ha dejado de trabajar ni un sólo día desde hace nueve años o sea que se han realizado aproximadamente 322 cuajadas en ese período.

CUADRO 6. Evolución de la acidez de la leche y del suero y de las características de la cuajada y el queso durante el año. (1988-1989).

Mes del año	Acidez Leche		Acidez Suero		Cuajada	Queso
	Grados Dornic	Acidez	Grados Dornic	Acidez		
Junio	13.0		66.		Infladas	Con levaduras
Julio	16.0		69.5		Friables	Con levaduras
Agosto	15.7		70.1		Firmes	Normal
Septiembre	16.4		72.3		Firmes	Normal
Octubre	15.9		68.4		Ligeramente friables	Normal
Noviembre	15.3		68.7		Friables	Normal
Diciembre	14.8		69.0		Firmes	Normal
Enero	14.2		69.1		Firmes	Normal
Febrero	14.1		68.9		Firmes	Normal
Marzo	13.2		68.0		Ligeramente agudas	Acidos
Abril	12.6		64.7		Secas	Con levaduras
Mayo	12.0		62.0		Secas	Con levaduras

Cuadro 7. Cantidades de grasa, sólidos totales, sólidos no-grasos y densidad de la leche de cabra en el transcurso del año (1985) en "La Serpentina"

Rubro/mes	Enero	Febr	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
Grasa, %	4.7	4.3	4.3	5.3	--	4.4	--	4.6	5.0	5.5	5.5	5.0
Densidad	1.032	1.032	1.031	1.030	--	--	--	1.032	1.032	1.031	1.033	1.0
Sól. tot, %	13.53	13.11	12.87	12.54	--	--	--	13.13	14.0	14.38	14.78	13.9
Sól. no gras,%	8.85	8.86	8.57	8.46	--	--	--	8.53	9.0	8.89	9.29	8

CUADRO 8. volumen de leche (litros) y queso producido (kg) en 1985 en La Serpentina, Gro.

Mes	Leche producida	Leche transformada	Kg. de queso	Rendimiento
Enero	1115.75	1073		185.22
Febrero	1008.75	959		151.79
Marzo	1424.75	1380		203.02
Abril	3254.25	3085		297.05
Mayo	4045.0	3930		481.57
Junio	3804.5	3691		511.39
Julio	3431.25	3237		487.39
Agosto	2810.50	2669		376.62
Setiembre	1316.25	1231		200.39
Octubre	567.75	500		94.03
Noviembre	1274.25	1216		213.87
Diciembre	1860.75	1806		282.85
TOTAL	25913.75	24759.75	3485.13	6.67

Cuadro 9. Resumen de los gastos de operación de La Serpentina en seis años (1985-1990)

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	PROM
Salarios	39	40	38	39	40.9	36.3	38.50
Alimentos	23	24.5	29	29	16.6	15.6	22.95
Operación y mant. vehíc	22	19.9	18.7	16	29.2	28.9	22.45
Operación quesería	5.7	9.8	6.9	8.5	7.5	5.8	7.37
Total	89.7	94.2	92.6	92.5	94.2	86.6	91.62
Total Oper. quesería.	84.0	84.4	85.7	84.0	86.7	80.8	84.26

Salarios comprende: seguro social + aguinaldos. Alimentos comprende: Concentrados + forrajes extra + sales minerales + sustituto de leche + agua. Operación vehículos y tractor comprende: reparaciones y servicios, gasolina, diesel, aceite. Operación quesería comprende: Gas, mantenimiento del equipo y operación.

Cuadro 10. Resultados económicos de La Serpentina en seis años (1985-1990).

Año/rubro	Litros de leche	Kg de queso	Costo prod. 1 leche, \$	Costo prod. queso, \$	Precio/kg queso, \$	Gastos totales, \$
1985	26,794	3,485.1	157.0	1207	1,450 - 1,800	4,206.61
1986	22,423	3,409.2	336.7	2214	3,000 - 3,500	7,549.36
1987 ¹	32,3321	4,847	478.0	3190	5,000 - 6,000	15,460.64
1988 ²	23,7422	3,560	1056.0	7045	10,000 -20,000	25,078.90
1989 ³	24,7783	3,715	1328.0	8857	18,000 -20,000	32,905.10
1990 ⁴	23,8484	3,575	1617.0	10,789	22,000	38,572.40
Promedio	25,652	3,765	-----	-----	-----	-----

A partir de 1987 empezamos a transformar la leche de las granjas vecinas producto de nuestros proyectos. 1/ 20,686 de nuestra granja = a 3,055 kg de queso. 2/ 14,430 de nuestra granja = a 2,660.2 kg de queso. 3/ 15,7878 de nuestra granja = a 2,366.0 kg de queso. 4/ 10,016 de nuestra granja = a 2,797.8 kg de queso. Los precios del queso se expresan en dos valores por las variaciones de precio en el año. Los gastos totales se expresan en millones de pesos. El costo de producción se obtiene de dividir los gastos totales entre los kgs de queso.

Cuadro 11. Valor del salario, gasolina, concentrados y precio del queso en 85-90 (\$).

Año/rubro	Salario mín por semana	Valor de la gasolina/litro	Valor del alim. balanceado/kg	Precio de queso kg de queso	Kg de queso /salario mín
1985	5200 - 7200	55.0	27.70	1450- 1800	3.87
1986	9100- 15000	125.0	61.55	3000- 4000	3.44
1987	18000- 15000	210.0	1420.0(88-179)	5000- 6000	4.59
1988	50000- 60000	492.0	313.8	10000-12000	5.00
1989	70000- 80000	547.0	430.0	18000-20000	3.95
1990	90000-100000	710.0	508.0	22000	4.31
1990	120000-150000	1150.0	600.0	24000	5.62
Promedio					4.19

El salario mínimo aumentó entre 85/90 ..19.23 veces. La gasolina aumentó en el mismo período 13.09 veces. El alimento balanceado aumentó 18.34 veces.

El precio del queso aumentó 15.17 veces. Nuestros gastos totales han aumentado solamente 9.1 veces, por ello nosotros cada día recibimos menos ingresos; eso nos obligó a comprar leche.

**ARBOLES DE USO MULTIPLE NATIVOS
UTILIZADOS POR PEQUEÑOS PRODUCTORES EN
GUATEMALA**

Por:

Ing. Agr. MSc. Rodrigo Arias Azurdia

**Trabajo realizado como consultoría para el Sector de
Agroforestería y Medio Ambiente
CARE-Guatemala**

**Actualmente, Director Técnico de la Unidad de Producción Animal
del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas
ICTA - Guatemala**

**Trabajo presentado en el II Seminario Centroamericano y del
Caribe sobre Agroforestería con Rumiantes Menores**

**Organizado por: CATIE - GTZ -MAG - MAE
ICTA - SRN - CENIP - INA - CACP**

San José, Costa Rica, 15 al 17 de Noviembre, 1993

ARBOLES DE USO MULTIPLE NATIVOS UTILIZADOS POR PEQUEÑOS PRODUCTORES EN GUATEMALA

I. INTRODUCCION

Cuando se trabaja con Sistemas Agroforestales, la selección de las especies forestales es un aspecto fundamental a considerar. Debe pensarse en muchas situaciones y alternativas; que esperamos obtener del árbol: madera, leña, forraje, abono verde, fruta, etc., en cuanto tiempo es deseable obtener dicho producto, bajo que sistema se piensa plantar el árbol, y que cultivos y/o pastos queremos combinar con los árboles.

Por aparte, hay que tomar en cuenta la "sostenibilidad" del árbol dentro del sistema, que funciones "desapercibidas" tiene dentro de la ecología del lugar, problemas de plagas y enfermedades, hospedero de patógenos para los cultivos u otros árboles, competencia con cultivos por nutrientes y luz.

Bajo este contexto sale a luz, el concepto de especies de árboles nativas o exóticas. Este tema ha sido motivo de polémica entre los técnicos más "expertos" y es difícil tener una verdad absoluta o solo una razón.

Si se consideran todos los aspectos mencionados al principio, parece ser que las especies nativas en general, presentan ventajas sobre las exóticas cuando se desea trabajar en Sistemas Agroforestales.

Entre las especies nativas hay muchas que tienen gran potencial para brindar productos y beneficios de uso múltiple en las diferentes Regiones del país. Especies como *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Calliandra calothyrsus* son un ejemplo de ellas. Sin embargo y a pesar de que son nativas de Guatemala, poco o casi nada han sido estudiadas y menos aún aprovechadas en este país, mientras que en otros continentes han sido los puros "caballitos de batalla" de la Agroforestería.

Cuando se habla de "sostenibilidad" del sistema Agroforestal, aquellas especies forestales que son parte de la flora nativa de un ecosistema, tendrán amplia ventaja sobre las foráneas, debido a que han sido sometidas a la selección natural por miles de años. Asimismo, muchas de ellas se utilizan en sistemas agroforestales nativos que el hombre ha manejado desde hace mucho tiempo y en donde él ha aprendido que árboles se pueden combinar mejor con los cultivos con mayor beneficio mutuo. En esto tal vez lo más importante es el aspecto ecológico, ya que por las mismas razones de que éstas especies son parte de los ecosistemas naturales, tienden

a estar más en equilibrio con los demás componentes del ecosistema y habrá menos riesgo que puedan ser debastadas por alguna enfermedad o plaga en comparación con las especies exóticas.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio, fué el de obtener información básica sobre las especies nativas de Arboles de Uso Múltiple, utilizados en las regiones donde el Proyecto Agroforestal de DIGEBOS-CARE-CUERPO DE PAZ, desarrolla sus actividades.

II. METODODOLOGIA

Con el propósito de recabar la información requerida sobre las especies nativas de árboles de uso múltiple, se diseñó una boleta (anexo 1) con preguntas claves sobre Nombres comunes, ubicación de los árboles, productos y beneficios obtenidos de los árboles y época de producción de semillas. Asimismo, se incluyó la toma de datos generales como la Región, departamento, Municipio y aldea con el propósito de tener una distribución geográfica de las especies.

No se utilizó un método de muestreo estadístico específico. Sin embargo, se pasaron 55 boletas en 43 sitios de un total de 62 en los que el proyecto Agroforestal desarrolla sus actividades; o sea se tuvo una intensidad de muestreo del 69 %, la cual se considera adecuada para este tipo de estudios.

Para facilitar la interpretación de la información obtenida, los departamentos cubiertos fueron agrupados en cuatro regiones a saber: Región I, Guatemala, Sacatepequez y Chimaltenango con 71 por ciento de los sitios muestreados; Región II, El Progreso, Zacapa, Jutiapa, Chiquimula, Jalapa y Santa Rosa con 95 por ciento de los sitios muestreados; Región III, Alta y Baja Verapaz con 27 por ciento de los sitios muestreados y Región IV, Quetzaltenango, San Marcos, Totonicapán y Huehuetenango con 67 por ciento de los sitios muestreados.

Las encuestas fueron completadas por los promotores (DIGEBOS) en coordinación con los técnicos de CARE.

La mecánica seguida para recolectar la información, consistió en aprovechar las visitas periódicas que los promotores hacen a las comunidades de cada sitio, para que con la participación de agricultores se completaran los datos requeridos de los árboles. Es importante mencionar que, en este trabajo se priorizaron las especies de uso múltiple y fueron descartadas las especies forestales de uso tradicional en programas de reforestación como las coníferas por ser especies que ya se conocen.

Con el fin de facilitar la identificación taxonómica de las especies se recolectaron (no para todos los casos) muestras botánicas y posteriormente se llevaron a la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, donde se contó con la colaboración del Lic. Ernesto Carrillo y el Ing. Agr. Mario Veliz.

Para el análisis de las variables contenidas en la encuesta se procedió primero a codificar la información en la hoja electrónica LOTUS 123. Posteriormente para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS. Para la aplicación de dicho paquete se contó con la ayuda del coordinador del centro de cómputo de CARE, Romeo de la Cruz.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

III.1. Especies Identificadas

De acuerdo a la información obtenida, a nivel de los sitios muestreados en el proyecto Agroforestal, se identificaron 85 especies forestales nativas de uso múltiple (Cuadro 1). Como se aprecia el número de especies de árboles de uso múltiple (AUM) utilizadas por los pequeños productores es grande. Sin embargo, en la actualidad solo un número pequeño de estos AUM son impulsados en el proyecto. Esto último sugiere que es conveniente aprovechar esta diversidad de árboles para que los agricultores cuenten con un mayor número de alternativas para utilizar en sus sistemas agroforestales.

De la información del Cuadro 1 se puede derivar que de las 85 especies de AUM informadas, el 27 por ciento son Árboles Fijadores de Nitrógeno (AFNs) en su totalidad con excepción del Aliso (*Alnus arguta*) pertenecientes a la familia de las Leguminosas. Lo anterior evidencia la gran riqueza que tiene Guatemala por ser Centro de Origen de muchas especies de AFNs.

A nivel general, se puede apreciar que hay una distribución muy pareja para la frecuencias de aparición de las especies identificadas, ya que ninguna representa un porcentaje mayor al seis por ciento. Las especies de AUM que mas aparecieron reportadas en la encuesta fueron: *Quercus sp* (roble, encino), 6.2 por ciento; *Diphysa sp.* (Guachipilín), 5.8 por ciento; *Erythrina sp* (pito), 5.4 por ciento; y *Gliricidia sepium* (Madre Cacao) y *Alnus Arguta* (Aliso) con 4.5 por ciento los dos. Resalta de nuevo que, de estas cinco especies, cuatro son AFNs.

El poder contar con una diversidad de AUM nativos es importante, ya que aunque existen sistemas agroforestales tradicionales, la mayoría de proyectos promueven o impulsan el plantado de unas pocas especies y sobre todo a través de métodos de reforestación tradicional. Es necesario pensar en que especies nativas pueden utilizarse en sistemas agroforestales y que a su vez puedan implementarse en las mismas fincas de los productores y a través de ello puedan mejorar su productividad agrícola, obtener beneficios adicionales de los árboles (leña, forraje, abono verde, etc.) y conservar en mejor forma sus recursos naturales.

III.2. Productos y Beneficios

En el cuadro 2 se presentan los productos y beneficios obtenidos de los árboles a nivel de todas las regiones. En orden de importancia destacan la leña, los postes, y madera para construcción, con 27.6, 20.6 y 16.8 por ciento de los casos registrados. En importancia le siguieron los cercos vivos y la obtención de forraje con 11.7 y 8.0 por ciento, respectivamente. Estos no son los únicos productos y beneficios obtenidos, sin embargo; fueron los contemplados en el diseño de la boleta. Por aparte se pudo recabar información que en

Cuadro 1. Especies de Arboles de Uso Multiple nativas identificadas en el Proyecto Agroforestal (DIGEBOS/CARE/CUERPO DE PAZ.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<i>Acacia indsii</i>	Ixcanal	2	0.8
<i>Acacia glomerosa</i>	Espino	1	0.4
<i>Acacia deammi</i>	Xicche	2	0.8
<i>Acacia angustissima</i>	Guaje, Chilicap	2	0.8
<i>Acacia farnesiana</i>	Subín	1	0.4
<i>Acacia sp.</i>	Guaje	1	0.4
<i>Albizia guachepele</i>	Iagarto	1	0.4
<i>Alnus arguta</i>	Ilamo, Aliso	11	4.5
<i>Alvaradoa amorphoides</i>	Plumajillo	4	1.7
<i>Arbustus xalapensis</i>	Madrón	9	3.7
<i>Astronium sp.</i>	Palo Obero	1	0.4
<i>Baccharis vacciniodes</i>	Arrayán	6	2.5
<i>Buddleia americana</i>	Salvia	5	2.1
<i>Buddleia skutchii</i>	Salvia	1	0.4
<i>Bursera simaruba</i>	Palo de Jiote	1	0.4
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Nance	1	0.4
<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	Guacamayo	1	0.4
<i>Calycophyllum candissium</i>	Salamo	1	0.4
<i>Casia grandis</i>	Carajo	1	0.4
<i>Casimiroa edulis</i>	Matasano	3	1.2
<i>Cassia sp.</i>	Retamaro, Chilip	4	1.7
<i>Cassia laevigata</i>	Moco de Gallo	1	0.4
<i>Ceiba aesculifolia</i>	Ceibillo	1	0.4
<i>Cesalpinia velutina</i>	Aripín	2	0.8
<i>Chirathodendron penta.</i>	Canac	5	2.1
<i>Clethra mexicana</i>	Zapotillo	2	0.8
<i>Clorophora tinctoria</i>	Mora	1	0.4
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	3	1.2
<i>Crescentia alata</i>	Morro	1	0.4
<i>Croton sp.</i>	Ediondillo	1	0.4
<i>Cupania guatemalensis</i>	Carboncillo	1	0.4
<i>Cupania belizensis</i>	Copal, Pom	1	0.4
<i>Dablia imperialis</i>	Santa Catarina	1	0.4
<i>Dalbergia funcra</i>	Ebano	1	0.4
<i>Diospyros bumelioides</i>	Jaboncillo	3	1.2
<i>Dyphisa sp.</i>	Guachipilín	14	5.8
<i>Engelhardtia sp.</i>	Palo colorado	1	0.4
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Conacaste	1	0.4
<i>Erythrina fusca</i>	Pito extranjero	1	0.4
<i>Erythrina sp.</i>	Palo de Pito	13	5.4
<i>Eupatorium sexangulare</i>	Palo negro	3	1.2
<i>Eysenhardtia adenostylis</i>	Taray	1	0.4
<i>Forchhamna trifolita</i>	Te María Luisa	1	0.4
<i>Fraxinus velera</i>	Pie de paloma	1	0.4
<i>Genipa americana</i>	Irayol	1	0.4
<i>Gliricidia sepium</i>	Madre Cacao	11	4.5
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	1	0.4

Cuadro 2. Productos y beneficios obtenidos de los AUM nativos para todas las regiones.

PRODUCTO/BENEFICIO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Leña	210	28.2
Postes	157	21.0
Madera	128	17.2
Cercos vivos	89	11.9
Forraje	61	8.2
Sombra potreros	39	5.2
Sombra para casa	32	4.3
Fruta	29	3.9

estudiados, lo que indica que muchos árboles se utilizan para la obtención de bastantes productos y beneficios.

En la Región I (Central), el producto más obtenido de los árboles nativos son los postes con un 32.1 por ciento (Cuadro 3). Esto se debe a que dicha región cuenta con áreas sembradas con hortalizas de exportación y otros terrenos en donde el uso de postes para cercos y como tutores es indispensable en la producción agrícola. A pesar de que esta región está influenciada por la presencia de grandes centros urbanos, destaca que la leña es el segundo producto obtenido de los árboles con un 22.6 por ciento de los casos. En orden de importancia siguieron la madera para construcción, la utilización de los árboles en cercos vivos, y la obtención de forraje, con 13.2, 11.3 y 9.4 por ciento, respectivamente.

Cuadro 3. Productos y beneficios obtenidos de los AUM nativos en la Región Central.

PRODUCTO/BENEFICIO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Postes	13	33.5
Leña	12	23.5
Madera	7	13.7
Cerco vivo	6	11.8
Forraje	5	9.8
Sombra para casa	2	3.9
Fruta	2	3.9

Cuadro 1. (continuación) Especies de Arboles de Uso Multiple nativas identificadas en el Proyecto Agroforestal (DIGEBOS/CARE/CUERPO DE PAZ.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	FRECUENCIA	PORCENTAJE
<i>Inga spuria</i>	Chalun	3	1.2
<i>Inga sp.</i>	Cuje	6	2.5
<i>Inga paterna</i>	Paterna	1	0.4
<i>Jacaranda acutifolia</i>	Jacaranda	2	0.8
<i>Karwinskia calderonii</i>	Huilihuiste	1	0.4
<i>Leucaena sp.</i>	Yaje	7	2.9
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	1	0.4
<i>Ligustrum vulgare</i>	Trueno enano	1	0.4
<i>Litsea glauca</i>	Laurel	3	1.2
<i>Lonchocarpus sp.</i>	Chaperno	1	0.4
<i>Lysiloma sp.</i>	Sare	9	3.5
<i>Muntigia calabura</i>	Capulín	1	0.4
<i>Ocotea sp.</i>	Tepeaguacate	1	0.4
<i>Perymenium grande</i>	Taxiscobo	4	1.7
<i>Piscidia piscípula</i>	Zope	2	0.8
<i>Prunus capulli</i>	Cereza, Cerezo	8	3.3
<i>Pseudolmedia oxyphyllaria</i>	Cerecillo	1	0.4
<i>Quercus sp.</i>	Encino, Roble	15	6.2
<i>Salix sp.</i>	Sauce	3	1.2
<i>Sambucus mexicana</i>	Sauco, Soico	9	3.7
<i>Senecio salignus</i>	Chilca	3	1.2
<i>Simarouba glauca</i>	Aceituno	3	1.2
<i>Styrax argenteus</i>	Estoraque	1	0.4
<i>Swietenia sp.</i>	Zapotón	2	0.8
<i>Tabebuia rosea</i>	Matilisguate	2	0.8
<i>Taxodium mucronatum</i>	Sabino	1	0.4
<i>Tecoma stans</i>	Chacté	8	3.3
	Chutal	1	0.4
	Tilupe	1	0.4
	Jocotillo	1	0.4
	Salvillo	1	0.4
	Campana	1	0.4
	Nisperillo	1	0.4
	Café Cimarrón	3	1.2
	Ragun	1	0.4
	Chulua	1	0.4
	Leuibe	1	0.4

algunos casos también se obtiene de los árboles; abono verde, alimento, medicina natural, hojas para empaque de alimentos, entre otros beneficios.

Se hace evidente que a pesar de que se registra un mayor número de casos para los productos leña y madera de construcción, ningún producto es obtenido en más del 30 por ciento de los árboles

Con respecto a la Región II (Oriente) (Cuadro 4), de los AUM se obtiene con mayor frecuencia; leña (27.8 %), madera para construcción (24.7 %), postes (14.1 %), cercos vivos (9.9 %) y sombra para casa (9.5 %).

En la región III (Las Verapaces), también fué la leña el producto que mas se aprovecha de los árboles estudiados (Cuadro 5). Sin embargo, el forraje en esta región parece ser un producto bastante importante ya que al igual que los postes ocupó el segundo lugar en orden de importancia con 16.7 por ciento, por arriba de la madera para construcción (12.1 %) y los cercos vivos (9.1%).

Al igual que en las regiones II y III, en la región IV (Altiplano Occidental) fue la leña el producto que mas se señaló aprovecharse de las especies arbóreas nativas (Cuadro 6). En orden de importancia le siguieron los postes, la madera para construcción y los cercos vivos, con 24.1, 12.6 y 13.4 por ciento, respectivamente. De acuerdo a los datos obtenidos, en esta región es donde menor porcentaje de AUM (6.8 %) son utilizados para la obtención de forraje.

Cuadro 4. Productos y beneficios obtenidos de los AUM nativos en la Región de Oriente.

PRODUCTO/BENEFICIO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Leña	73	27.8
Madera	65	24.7
Postes	37	14.1
Cerco vivo	26	9.9
Sombra potreros	25	9.5
Forraje	19	7.2
Sombra para casa	14	5.3
Fruta	3	1.1

III.3. Especies de Arboles de Uso Múltiple utilizadas como fuente de Forraje.

En el Cuadro 7 se muestran las especies de AUM que, de acuerdo a los pequeños productores son consumidas por rumiantes. Se aprecia que los géneros *Erythrina* y *Gliciridia* fueron los que con mayor frecuencia se informaron; sin embargo, ninguna de las especies alcanzó mas del 15 % del total de árboles con potencial forrajero. Asimismo, el 59 % de las especies de AUM que pueden utilizarse como forraje se reportaron una sola vez.

La regionalización de las especies de AUM informadas como forrajeras se presenta en el Cuadro 8. Se observa en el cuadro anterior que las regiones de Oriente y Occidente son las que

Cuadro 5. Productos y beneficios obtenidos de los AUM nativos en la Región de las Verapaces

PRODUCTO/BENEFICIO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Leña	17	25.8
Forraje	11	16.7
Postes	11	16.1
Madera	8	12.1
Cerco vivo	6	9.1
Sombra potreros	6	9.1
Sombra para casa	5	7.6
Fruta	2	3.0

Cuadro 6. Productos y beneficios obtenidos de los AUM nativos en la Región de Occidente.

PRODUCTO/BENEFICIO	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Leña	108	28.3
Postes	92	24.1
Cerco vivo	51	13.4
Madera	48	12.6
Forraje	26	6.8
Fruta	22	5.8
Sombra para casa	11	2.9
Sombra para potrero	8	2.1

mayor número de especies presentan. Por su parte los géneros *Erythrina* y *Gliricidia* son los que aparecen en más regiones.

III.4. Ubicación de las especies de AUM utilizados como fuente de forraje.

Un aspecto muy importante al estudiar las especies de AUM nativas es observar donde se encuentran éstas. Esto puede tener mucho significado ya que nos permite conocer la configuración o sistema agroforestal tradicional en el que se utilizan las especies y esto a su vez permite proyectar el potencial de cada una de ellas en sistemas "mejorados", así como entender su relación con el bosque u formas de tenencia de la tierra.

En el Cuadro 9 se muestran las distintas ubicaciones en las que se pueden encontrar los AUM. Se puede apreciar que tanto el Bosque,

Cuadro 7. Frecuencias de especies de Arboles de Uso Múltiple utilizados como forraje.

Nombre científico	Nombre común	FRECUENCIA	% VALIDO
<i>Erythrina</i> sp	Palo de pito	9	14.8
<i>Gliricidia sepium</i>	Madre Cacao	7	11.5
<i>Sambucus mexicana</i>	Sauco, Soico	5	8.2
<i>Diphysa</i> sp	Guachipilín	4	6.6
<i>Buddleia americana</i>	Salvia	4	6.6
<i>Leucaena</i> sp	Yaje	4	6.6
<i>Cassia</i> sp	Retamaro, Chilip	3	4.9
<i>Acacia angustissima</i>	Guaje, Chilicap	2	3.3
<i>Lysiloma</i> sp	Sare	2	3.3
<i>Acacia inasii</i>	Ixcanal	2	3.3
<i>Chirathodendron penta</i>	Canac	2	3.3
<i>Erythrina fusca</i>	Pito extranjero	1	1.6
<i>Acacia</i> sp	Guaje	1	1.6
<i>Buddleia skutchii</i>	Salvia	1	1.6
<i>Perymenium grande</i>	Taxiscobo	1	1.6
<i>Acacia deammi</i>	Xicche	1	1.6
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	1	1.6
<i>Cupania belizensis</i>	Copal, pom	1	1.6
<i>Acacia farnesiana</i>	Subín	1	1.6
<i>Cordia alliadora</i>	Laurel	1	1.6
<i>Muntigia calabura</i>	Capulín	1	1.6
<i>Crescentia alata</i>	Morro	1	1.6
<i>Baccharias vacciniodes</i>	Arrayán	1	1.6
	Tilupe	1	1.6
<i>Eupatorium sexangula</i>	Palo negro	1	1.6
<i>Clorophora tinctoria</i>	Mora	1	1.6
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Caulote	1	1.6
<i>Engelhardtia adenostylis</i>	Palo colorado	1	1.6

Cuadro 8. Especies de Arboles de Uso Múltiple utilizados como forraje identificadas en cada región.

ESPECIE	Central	Oriente	Verapaces	Occidente
<i>Erythrina</i> sp	X	X	X	X
<i>Gliricidia sepium</i>	X	X	X	
<i>Sambucus mexicana</i>				X
<i>Dyphisa</i> sp		X	X	X
<i>Buddleia americana</i>				X
<i>Leucaena</i> sp		X	X	X
<i>Casia</i> sp				X
<i>Acacia angustissima</i>	X			X
<i>Lysiloma</i> sp	X			X
<i>Acacia indsii</i>		X	X	
<i>Chirathodendron pent</i>				X
<i>Eythrina fusca</i>		X		
<i>Acacia</i> sp		X		
<i>Buddleia skutchii</i>		X		
<i>Perymenium grande</i>	X	X		
<i>Acacia deammi</i>			X	
<i>Leucaena leucocephala</i>		X	X	
<i>Cupania belizensis</i>			X	
<i>Acacia farnesiana</i>		X	X	
<i>Cordia alliadora</i>		X		
<i>Muntigia calabura</i>		X		
<i>Crescentia alata</i>		X		
<i>Baccharias vacci.</i>				X
"Tilupe"				X
<i>Eupatorium sexangula</i>				X
<i>Clorophora tinctoria</i>				X
<i>Guazuma ulmifolia</i>		X		
<i>Engelhardtia adeno.</i>	X			

Cuadro 9. Ubicación de especies de Arboles de Uso Múltiple utilizados como forraje.

ESPECIE	Bosque	Cultivos	Cercos	Potreros
<i>Erythrina</i> sp	X	X	X	X
<i>Gliricidia sepium</i>	X	X	X	X
<i>Sambucus mexicana</i>		X	X	X
<i>Dyphisa</i> sp	X	X	X	X
<i>Buddleia americana</i>	X	X	X	
<i>Leucaena</i> sp		X	X	X
<i>Casia</i> sp		X	X	
<i>Acacia angustissima</i>	X		X	
<i>Lysiloma</i> sp	X	X	X	X
<i>Acacia indsii</i>	X	X		X
<i>Chirathodendron pent</i>	X	X		
<i>Erythrina fusca</i>		X	X	
<i>Acacia</i> sp				X
<i>Buddleia skutchii</i>				X
<i>Perymenium grande</i>	X	X	X	X
<i>Acacia deammi</i>		X		X
<i>Leucaena leucocephala</i>		X	X	
<i>Cupania belizensis</i>	X	X		X
<i>Acacia farnesiana</i>		X		X
<i>Cordia alliadora</i>	X	X	X	X
<i>Crescentia alata</i>				X
<i>Baccharias vaccinioid</i>	X	X	X	X
" Tilupe "	X			
<i>Eupatorium sexangula</i>	X	X	X	
<i>Clorophora tinctoria</i>	X	X		
<i>Guazuma ulmifolia</i>			X	X
<i>Engelhardtia</i> sp	X			

Cuadro 10. Otros productos de las especies de Arboles de Uso Múltiple utilizados como forraje.

ESPECIE	Leña	Postes	Madera*	Sombra
Erythrina sp	X	X	X	X
Gliricidia sepium	X	X	X	X
Sambucus mexicana	X	X	X	X
Dyphisa sp	X	X	X	
Buddleia americana	X	X	X	
Leucaena sp	X	X	X	X
Cassia sp	X	X	X	
Acacia angustissima	X	X	X	X
Lysiloma sp	X	X	X	X
Acacia indsii	X			
Chirathodendron pent	X	X	X	X
Erythrina fusca		X		X
Acacia sp	X	X	X	X
Buddleia skutchii	X	X	X	
Perymenium grande	X	X	X	X
Acacia deammi	X	X	X	X
Leucaena leucephala	X	X	X	X ¹
Cupania belizensis	X	X		
Acacia farnesiana	X			
Cordia alliadora	X	X	X	X
Crescentia alata				X
Baccharias vaccinioid	X	X		
"Tilupe"	X	X	X	
Eupatorium sexangula	X	X	X	X
Clorophora tinctoria	X	X	X	
Guazuma ulmifolia	X			
Engelhardtia sp	X	X	X	
Muntigia calabura	X		X	

* Se refiere a madera para construcciones rurales

Cuadro 11. Métodos de propagación de especies de Arboles de Uso Múltiple utilizadas como forraje.

ESPECIE	SEMILLA*	ESTACA	VASTAGO
Erythrina sp	X	X	X
Gliricidia sepium	X	X	
Sambucus mexicana	X	X	X
Dyphisa sp	X	X	X
Buddleia americana	X	X	
Leucaena sp	X		
Casia sp	X		
Acacia angustissima	X		
Lysiloma sp	X		
Acacia indsii	X		
Chirathodendron pen	X		
Erythrina fusca	X	X	
Acacia sp	X		
Buddleia skutchii	X		
Perymenium grande	X		
Acacia deammi	X		
Leucaena leucocephala	X		
Cupania belizensis	X	X	
Acacia farnesiana	X		
Cordia alliadora	X		
Crescentia alata	X		
Baccharias vaccinioid.	X	X	
Muntigia calabura	X		
"Tilupe"	X		
Eupatorium sexangula	X		
Clorophora tinctoria	X		
Guazuma ulmifolia	X		
Engelhardtia sp	X		

* Con frecuencia a través de Rgeneración natural

CONCLUSIONES

- La información obtenida en el presente estudio, permitió identificar que los pequeños productores conocen y utilizan un gran número de Árboles de Uso Múltiple nativos (AUM). Sin embargo, en la actualidad solo un número pequeño de éstos AUM son impulsados por los proyectos Agroforestal y Microcuencas.
- Dentro del grupo de AUM identificados, destaca que alrededor de la cuarta parte son Árboles Fijadores de Nitrógeno, lo cual evidencia la gran riqueza que tiene Guatemala por ser Centro de Origen de estos árboles.
- A nivel de todos los sitios estudiados, se determinó que hay una distribución bastante pareja para las frecuencias informadas de los AUM, pero las especies que más se informaron son *Quercus sp.* (Roble, Encino), *Diphyssa sp.* (Guachipilín), *Erythrina sp.* (Pito), *Gliricidia sepium* (Madre Cacao) y *Alnus arguta* (Aliso).
- Con respecto a la forma de propagación de los AUM, se encontró que la más frecuente es por medio de semilla, en segundo lugar la regeneración natural, mientras que son menos importantes la utilización de métodos vegetativos como estacas y vástagos.
- El presente estudio pone de manifiesto que los pequeños agricultores dependen de las especies forestales para la obtención de un buen número de productos y beneficios. Estos son en orden de importancia; leña, postes, madera (principalmente rolliza), cercos vivos y forraje. Esta tendencia cambia para algunas regiones en donde por ejemplo, los postes para la región Central son el producto más utilizado, mientras que el forraje adquiere mayor importancia en la Región de las Verapaces que en las demás regiones.
- Los géneros *Erythrina* y *Gliricidia* fueron los que más se informaron utilizarse como fuente de forraje en la mayoría de regiones estudiadas.
- En cuanto a la ubicación de los AUM se refiere, éstos se encuentran distribuidos en diferentes áreas y lugares. Considerando todos los sitios estudiados, en orden de importancia los AUM se ubican con mayor frecuencia en el bosque, en cultivos, en cercos y en potreros. Esta tendencia de la ubicación de los AUM cambia para cada región, ya que el Bosque, los potreros, y las áreas de cultivo son los lugares donde los AUM aparecen con mayor frecuencia en las regiones Central y Occidental, Oriente, y Verapaces, respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

La presente investigación pudo llevarse a cabo, gracias al apoyo brindado inicialmente por la Asociación de Arboles Fijadores de Nitrógeno (NFTA), y después por el sector de Agroforestería y Medio Ambiente de CARE- Guatemala.

Asimismo, el autor desea dejar constancia de su agradecimiento a los promotores de DIGEBOS y técnicos de CARE que colaboraron con el levantamiento de la información de campo y la recolección de muestras botánicas y al Lic. Ernesto Carrillo y al Ing. Agr. Mario Veliz, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por su trabajo de identificación taxonómica de las especies estudiadas.

Por último, también se agradece la colaboración del Sr. Romeo de la Cruz del Centro de Cómputo de CARE, por la colaboración brindada en el análisis estadístico de la información.

Utilización del Poró (*Erythrina sp.*) en sistemas agroforestales con rumiantes menores.

Jorge E. Benavides¹

1. Introducción.

El uso del follaje de numerosas especies del género *Erythrina* en la alimentación de rumiantes no es desconocido por los productores en América Central. En encuestas realizadas a productores su uso se reporta en condiciones de clima templado a 2500 msnm en el Altiplano Occidental de Guatemala (Arias, 1987); en el trópico seco en la costa del Pacífico en Honduras y Guatemala y en el trópico húmedo de la región Atlántica de Costa Rica (Ammour y Benavides, 1897). Desde hace doce años, en el CATIE, algunas de las especies de este género, "Poró gigante" o "extranjero" (*E. poeppigiana*), "Poró enano" (*E. berteroana*), "Poró peludo" o "criollo" (*E. Costarricensis*) y *E. cocleata*, han sido sujeto de investigación en forma organizada.

La investigación ha estado dirigida a integrar los árboles como componentes en sistemas y silvopastoriles. La investigación, realizada en gran parte con rumiantes menores bajo condiciones de trópico húmedo, ha cubierto tanto aspectos nutricionales como agronómicos. A nivel nutricional el follaje de estas especies se caracteriza por su elevado contenido de proteína cruda (N x 6,25), su mediano contenido energético y la buena respuesta en consumo observada en rumiantes menores. El consumo de poró puede alcanzar hasta el 3.5% del peso corporal cuando se ofrece como dieta única a cabras. Como suplemento al pasto, el suministro de este follaje ejerce un fuerte efecto aditivo sobre el consumo de materia seca total. Las ganancias de peso y la producción de leche mejoran cuando el poró se suministra junto con una fuente energética, siendo mayor la respuesta cuando se usan fuentes de almidón en lugar de azúcares simples. La producción de leche se incrementa significativamente cuando se ofrecen hojas de "Poró gigante" (*Erythrina poeppigiana*) como suplemento a dietas de cabras alimentadas con pasto King grass y fruto verde de banano.

En cuanto a los aspectos agronómicos, estas especies han mostrado alta capacidad de germinación por estaca, buena tolerancia a la poda frecuente, elevados niveles de producción de biomasa comestible y versatilidad para combinarse con pastos de

¹/ M. Sc. Unidad de Árboles Forrajeros y Rumiantes Menores, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

corte y de piso. En asociación con King grass la producción de biomasa total y comestible, la producción de proteína y la sostenibilidad se mejoran notablemente. La utilización del follaje de poró como "mulch" incrementa la producción de pasto.

2. Resultados.

2.1. Contenido de proteína y digestibilidad.

A nivel de laboratorio, el follaje de poró se caracteriza por su elevado contenido de proteína cruda y mediano de energía digestible (Cuadro 1). Su contenido proteico duplica o triplica a los valores comúnmente reportados para los pastos y es similar o también superior al de los concentrados comerciales más frecuentemente utilizados. Sin embargo su nivel de digestibilidad y su contenido energético es medio y similar al de los pastos tropicales.

Cuadro 1. Materia seca (MS), proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* (DIVMS) y energía digestible (ED) de hojas de algunas especies de *Erythrina* y otros alimentos.

% MS	% PC	% DIVMS	ED ^a	Autor
21,7	22,7	49,0	2,16	Samur C., 1984 ^b
23,4	25,4	55,4	2,44	Benavides J., 1986 ^b
20,3	24,5	48,8	2,15	Pineda O., 1986 ^b
19,4	22,7	51,8	2,28	Rodríguez Z. <i>et al.</i> , 1988 ^b
27,8	24,3	55,0	2,42	Benavides J., 1986 ^c
22,1	21,6	51,2	2,26	Vargas A. ^d
19,5	10,7	54,0	2,38	Guinea ^e Benavides J. 1986
18,0	10,9	54,8	2,41	King grass ^f , <i>idem.</i>
90,7	18,9	80,0	3,53	Concentrado, <i>idem.</i>

a: Mcal/kg MS b: *E. poeppigiana* c: *E. berteroana* d: *E. cocleata*
 e: *Panicum maximum* f: *Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*

Como se observó en el Cuadro 1, existe alguna variabilidad en los valores de PC y DIVMS, lo cual está asociado a la proporción de hojas en el follaje, a los diferentes valores y la posición de las fracciones en la rama (Cuadro 2). Los mayores contenidos de PC corresponden a las hojas (con pecíolo) y dentro de estas a las que ocupan una posición apical. Este nivel baja fuertemente en el tallo y el efecto es más marcado a medida que éste se lignifica. El contenido de ED de las hojas es el que

muestra las variaciones más fuertes. El elevado contenido de energía observado en la fracción apical, disminuye rápidamente en las posiciones inferiores de la rama. La disminución en la DIVMS posiblemente esté asociada al incremento en el nivel de celulosa que ocurre en las plantas a medida que sus órganos envejecen. Dentro de la información destaca el alto contenido de ED de la corteza, asociado seguramente al contenido de floema de la misma.

Cuadro 2. Materia seca (MS), proteína cruda (PC), digestibilidad *in vitro* (DIVMS) y energía digestible (ED) de diferentes fracciones del follaje de *E. poeppigiana*.

Fracción	% MS	% PC	% DIVMS	ED ^a
Hoja Apical	17,5	38,4	74,1	3,27
Hoja intermedia	25,5	30,5	33,5	1,48
Hoja basal	26,2	27,1	37,4	1,65
Tallo apical	17,0	12,2	54,4	2,40
Tallo intermedio	20,1	10,6	47,4	2,09
Tallo basal	21,5	9,2	34,1	1,50
Corteza	17,0	14,1	78,3	3,45

a: Mcal/kg MS.

Benavides, J., 1986.

2.2. Respuesta animal.

2.2.1. Consumo y ganancia de peso

Los datos reportados de consumo son elevados, tanto cuando se suministra como dieta única, como cuando se ofrece como suplemento al pasto o se complementa con algún otro alimento (Cuadro 3). Como es de esperar los mayores consumos ocurren cuando el follaje se suministra como dieta única, alcanzando niveles superiores al 3,0 % del peso corporal en cabras y corderos. El efecto aditivo sobre el consumo de materia seca total es importante de acuerdo por lo reportado por otros autores trabajando con cabras (Esnaola y Ríos. 1986). Dado su alto contenido de proteína cruda, el follaje generalmente se suministra como un suplemento a dietas de pasto de baja calidad. En el CATIE, bajo condiciones de trópico húmedo, el follaje de poró se ha suministrado permanentemente a cabras durante catorce años sin que se haya observado ningún efecto de tipo tóxico o algún factor que limite su consumo.

Cuadro 3. Consumo de follaje de "Poró gigante" en rumiantes menores, cuando es suministrado como dieta única o como suplemento a dietas de pasto y fruto de musáceas.

Tipo de dieta	Consumo % P.V.	Autores
Dieta única	3,5	Benavides y Pezo 1986 ^a
Dieta única	3,3	Esnaola y Benavides, 1986 ^b
Con banano verde	3,3	Benavides y Pezo 1986 ^c
Con plátano	2,8	Rodríguez <i>et al.</i> , 1987 ^d
Con banano verde y pasto	1.5	Esnaola y Ríos, 1986 ^d

a: Corderos en crecimiento.
lactantes.

b: Cabras secas.

c: Corderos en crecimiento.

d: cabras

Con cabritos de 11 kg de peso corporales se compararon algunos follajes de árboles fijadores de nitrógeno complementados con fruto de banano verde. Las ganancias de peso y el consumo que se reporta para *E. berteriana* y *G. sepium* supera las observadas con *E. poeppigiana*, lo cual está relacionado a la mayor DIVMS de los dos primeros. En todos los casos los niveles de consumo fueron satisfactorios cuando se suministró, junto con banano maduro a cabritos (Cuadro 4). No obstante la menor respuesta observada en *E. poeppigiana*, se ha enfatizado en la utilización de este follaje por su amplia disponibilidad en Costa Rica.

Cuadro 4. Ganancia de peso y consumo de materia seca (MS) de cabritos alimentados con follaje de varias especies de árboles y suplementados con fruto verde de banano.

Parámetros	Poró gigante	Poró enano	Madero negro	Hoja de plátano ¹
Ganancia peso, gr/an/día ²	35 ^c	54 ^{ab}	60 ^a	39 ^{bc}
Consumo MS, kg/an/día				
Follaje	0,5	0,6	0,7	0,6
Banano	0,2	0,2	0,2	0,2
Total	0,7	0,8	0,9	0,8
Consumo, % P.V.	3,3	3,7	4,0	3,7

1: *Musa sp. cv. Pelipita.* 2: Valores con igual letra no difieren estadísticamente $p < 0.05$
Argüello, Benavides y Esnaola 1986.

Debido al bajo contenido energético del follaje de *E. poeppigiana*, se ha evaluado el efecto de la complementación con diferentes fuentes energéticas sobre las ganancias de peso en corderos (Cuadro 5).

De acuerdo a los resultados obtenidos cualquiera que sea el complemento utilizado significa una mayor ganancia de peso que la obtenida cuando el follaje se suministra sin energía. Asimismo las mayores ganancias de peso corresponden a aquellas dietas con alimentos ricos en almidón, como el banano verde y el ñame, en comparación con las que tienen mayor concentración de azúcares más simples como la melaza. La inclusión del suplemento energético afectó poco el consumo de follaje (X) y se observó un importante efecto aditivo sobre el consumo de materia seca total (Y) ($Y=3,49+0,74X$; $r^2=0,92$; $p<0,01$). Esta información explica la necesidad de utilizar complementos ricos en energía en las dietas con poró para mejorar la eficiencia de utilización de este follaje.

Cuadro 5. Ganancia de peso y consumo de corderos alimentados con follaje de poró gigante y suplementados con diferentes fuentes energéticas.

Parámetros	Nada	B.verde+ Banano		Ñame	
		Melaza	Melaza verde		
Peso promedio, kg	22,2	23,0	23,1	20,8	22,8
Ganancia, gr/an/día ¹	74 ^c	92 ^{bc}	91 ^c	112 ^{ab}	128 ^a
Consumo de MS, % P.V.					
Poró	3,5	3,2	3,3	3,3	3,0
Suplemento	0,0	0,8	0,9	1,1	1,3
Total	3,5	4,0	4,2	4,4	4,3

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

Benavides y Pezo 1986.

2.2.2. Producción de leche.

La respuesta de las cabras al uso del follaje de poró es más evidente en la producción de leche que en las ganancias de peso. Trabajando con 24 cabras bajo un arreglo de sobrecambio dispuesto como cuadrado latino con período extra se detectó un efecto lineal positivo sobre la producción de leche (Y) cuando se incrementan los niveles de follaje (X) en dietas de pasto King grass y banano verde ($Y=368+857X$; $r^2=0,95$; $p<0,01$). En trabajo este se reporta un fuerte efecto aditivo del consumo de follaje

(X) sobre el consumo de materia seca total (Y) ($Y=1,16+0,85X$; $r^2=0,99$; $p<0,01$) (Cuadro 6). El consumo de materia seca de pasto se reduce sólo en 0,1% del peso corporal, mientras que el consumo total se incrementa en 1,4%.

Cuadro 6. Producción de leche de cabras alimentadas con "King-grass" y banano y suplementadas con varios niveles de poró.

PARAMETROS	NIVELES DE FOLLAJE, % P.V. ¹			
	0	0,5	1,0	1,5
Leche, kg/an/día ²	0,39	0,72	0,85	0,97
Grasa en la leche, %	4,4	3,6	3,7	3,6
Consumo, kg MS/an/día				
"King-grass"	0,7	0,7	0,7	0,6
Poró	0,0	0,2	0,4	0,6
Banano	0,5	0,5	0,5	0,5
Total	1,2	1,4	1,6	1,7
Consumo total, % P.V.	3,0	3,6	4,0	4,4

1: % del peso corporal

2: Efecto lineal significativo, $p<0.001$.

Adaptado de Esnaola y

Ríos, 1988.

El uso del follaje de poró con banano como suplemento al pasto en cabras lactantes puede ser una forma de suplementación más económica que el uso de concentrado. En un ensayo con dietas isoproteicas y utilizando 8 animales por tratamiento se reporta que el beneficio económico parcial fue 20% mayor al utilizar follaje de poró y banano que con la suplementación con concentrado (Cuadro 7). A pesar de que la producción de leche fue superior utilizando el concentrado, con el banano y el poró se observaron mayores ganancias de peso. Esto pudo deberse a un mayor consumo de energía que favorece la síntesis de grasa. En este ensayo el poró gigante, el pasto y el banano aportaron el 25, 43 y 32% del total de materia seca consumida. El poró, no obstante aporta el 50% del total de proteína consumida por los animales.

El efecto de diferentes fuentes energéticas sobre la producción de leche ha sido evaluado con cabras lactantes. Con 24 cabras de mediana producción y utilizando un diseño de cuadrado latino se encontró que suplementando el pasto con una fuente de almidón como el banano verde se obtiene más producción de leche y

un mayor contenido en grasa de la leche que con fuentes de azúcares más simples como la del banano maduro. El nivel de consumo de los ingredientes de la ración fue el mismo para los dos tratamientos. El grupo de mayor producción alcanzó un consumo de materia seca total de 4.5% del peso corporal, mientras que en el de menor producción este consumo fue de 3,3% (Cuadro 8). En el caso del banano además se facilita la manipulación y hay más tiempo de almacenaje al utilizar el fruto verde.

Cuadro 7. Producción de leche, consumo de materia seca y beneficio económico obtenidos con dos dietas suministradas a cabras lactantes estabuladas.

	Pasto + poró + banano	Pasto + concentrado
Leche, kg/an/día	1,1	1,3 ¹
Consumo, kg MS/an/día		
"King-grass"	0,5	0,5
Banano maduro	0,6	
Poró	0,4	
Concentrado		0,7
Total	1,5	1,2
Benef. parcial, US\$/an/día	0,60	0,50

1: $p < 0,05$. Gutiérrez y Benavides, 1986.

Cuadro 8. Producción de leche, contenido de grasa de la leche y consumo de cabras alimentadas con "King-grass", poró y banano en diferente estado de maduración.

	Banano verde	Banano maduro
Leche, kg/an/día	1,3	1,2 ¹
Grasa en la leche, %	4,0	3,8
Consumo MS, kg/an/día		
"King-grass"	0,62	0,61
Poró	0,47	0,48
Banano	0,65	0,65
Total	1,74	1,74

1: $p < 0,01$. Samur C., 1984.

La eficiencia de utilización del follaje de poró y la producción de leche, son también afectadas por la relación energía/proteína cruda de la dieta. En un ensayo utilizando dos niveles de energía (plátano verde) y dos de proteína (hojas de poró), como suplementos al pasto en cabras lactantes, se encontró que los mayores niveles de producción por animal correspondieron a similares relaciones entre la proteína cruda y la energía digestible (Cuadro 9). Esto recalca la necesidad de calibrar dietas para mejorar la eficiencia de producción al utilizar este follaje.

Cuadro 9. Producción de leche y relación proteína/energía de la dieta en cabras alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de poró y plátano verde.

Nivel de plátano	Alto	Bajo	Alto	Bajo
Nivel de poró	Alto	Alto	Bajo	Bajo
Leche, kg/animal/día	1,27	1,09	1,09	1,13 ¹
PC/ED, (gr/Mcal) ²	40	45	35	40

1: Interacción entre factores significativa, ($p < 0.05$).

2: Proteína cruda/Energía digestible (gramos/megacalorías). Castro A. 1989.

2.3. Evaluaciones agronómicas.

Con las evaluaciones agronómicas que se han realizado se pretende desarrollar técnicas de manejo que permitan mayor producción de nutrimentos por unidad de área y mayor sostenibilidad de dicha producción. En el caso de los trabajos realizados con "Poró gigante" se han realizado estudios en asociaciones de esta especie con pasto King grass.

En una asociación de poró con pasto King grass se midió el efecto de dos densidades de siembra (1667 Y 3333 árboles/ha) y dos frecuencias de poda (3 y 4 podas/año) del poró sobre la producción y calidad de la biomasa del pasto y total y sobre la producción de proteína cruda. En este trabajo todo el material producido de pasto y poró salió del área experimental y no se adicionó ningún tipo de fertilizante al suelo. Los resultados indican que la producción de pasto en monocultivo es la misma que la obtenida en la asociación; mientras que se incrementa, en todos los tratamientos con árboles la producción total de biomasa (pasto + poró). Las mayores producciones de biomasa total y de poró se obtuvieron bajo la mayor densidad de siembra y con el mayor número de podas/año (Cuadro 10). La producción de proteína cruda del pasto bajo los árboles fue mayor que la del monocultivo

producto de que el contenido de proteína cruda del pasto en el primer caso fue mayor (6,0 vs. 4,8%). La producción de proteína cruda total (pasto + árboles) en la asociación fue tres veces superior a la obtenida sólo con pasto. Hacia el final de los dos años del ensayo la producción de pasto decreció fuertemente, mientras que la de poró se mantuvo constante.

La respuesta del pasto King grass es positiva al utilizar el follaje de poró como mulch en suelos de baja fertilidad. En una asociación de poró (1667 árboles/ha; 3 podas/año) y King grass se reporta un incremento significativo del pasto (Y) al adicionar niveles crecientes de follaje de *E. poeppigiana* ($Y=19,77+1,11X$; $r^2=0,93$; $p<0,05$) (Cuadro 11). En este mismo ensayo la sola presencia del poró (sin adicionar follaje al suelo) junto con el pasto significó un incremento, en producción de pasto, del 70% con respecto al pasto sembrado en monocultivo. Si a esta producción se le añade la producción de poró, el incremento asciende al 140%.

Cuadro 10. Producción de biomasa y de proteína de "Poró /gigante" y pasto King grass sembrados en asociación.

	Arboles/ha		Podas/año		Pasto solo
	1667	3333	3	4	
MS, tm/ha/año					
Pasto	22,1	22,1	22,7	21,5	22,9
Poró	6,4	11,2	9,3	8,0	
Pasto + Poró	28,5 ^a	33,3 ^a	31,0 ^a	29,5 ^a	22,9 ^b
PC, tm/ha/año					
Pasto	1,2 ^a	1,3 ^a	1,2 ^a	1,3 ^a	1,0 ^b
Poró	1,1	2,0	1,7	1,4	
Pasto + Poró	2,3 ^a	3,3 ^a	2,9 ^a	2,7 ^a	1,0 ^b

Letras con igual letra horizontal no difieren significativamente, $p<0,01$

Benavides J., Rodríguez R. A. y Borel R. 1989.

Sin embargo cabe hacer notar que la producción de poró y de pasto decreció, en todos los tratamientos a lo largo del experimento. Esto posiblemente esté asociado a la pérdida de fertilidad ocurrida en este suelo durante un experimento anterior (Benavides, Rodríguez y Borel, 1989) en el cual se extrajo todo el material durante dos años y no se restituyó nada al suelo.

Cuadro 11. Efecto de la deposición de follaje de Poró (*E. poeppigiana*) en el suelo sobre la producción de pasto y Poró.

Producción de MS tm/ha/año	% del follaje depositado				Pasto sin árboles
	0%	33%	66%	100%	
Pasto exportado ^a	21,0	20,6	26,6	30,3	12,4 ^b
Poró exportado	9,0	6,3	2,2	0	0
Poró depositado	0	2,3	6,0	9,2	0
Poró producido	9,0	8,6	8,2	9,2	0
Pasto+Poró producido ^a	30,0	29,2	34,8	39,5	12,4 ^b
Pasto+Poró exportado	30,0	26,9	28,8	30,3	12,4 ^b

Adaptado de Libreros H.F., 1990.
tratamientos con árboles

a: Efecto lineal significativo ($p < 0,001$) entre los

b: Diferencia significativa ($p < 0,05$) con el tratamiento de 0% de follaje.

No obstante lo anterior se pudo observar que en los tratamientos en los que se depositó más follaje al suelo la producción de pasto y de pasto + poró decreció menos, entre cortes, que los que recibieron menos aporte de follaje (Cuadro 12).

Cuadro 12. Disminución relativa (%) entre cortes de la producción de biomasa del pasto y de pasto + poró, según niveles de deposición de follaje de poró en el suelo.

	Corte ¹	Niveles de deposición			
		0 %	33 %	66 %	100 %
Pasto	2	32	45	18	28
	3	34	56	13	28
Pasto + poró	2	38	46	28	33
	3	50	64	35	41

1: Los valores son relativos a la producción del primer corte. Libreros, 1990.

3. Conclusiones.

En términos generales, el trabajo realizado con *Erythrina*, ha permitido identificar y desarrollar opciones de sistemas de producción con rumiantes menores y árboles forrajeros, que se

evidencian como una adecuada alternativa agroforestal. Este tipo de trabajo tiene sus mayores posibilidades de implementación bajo las condiciones de pequeñas y medianas fincas y en áreas de ladera con problemas de deterioro de los suelos. En tal sentido, la integración de especies del género *Erythrina* en sistemas de producción con rumiantes es una alternativa promisoriosa para promover un mejor uso de la tierra, incrementar la productividad animal y aumentar la producción de forraje y nutrimentos por unidad de área. La utilización de árboles en los esquemas de alimentación animal puede constituirse en una alternativa útil en áreas con problemas de erosión y pérdida de capacidad productiva de los suelos y en la frontera agrícola, donde es necesario presentar a tiempo, tecnologías adecuadas de producción sostenida.

Aunque se necesita aún más investigación, lo realizado hasta ahora justifica la inclusión de este enfoque agroforestal en políticas de investigación. Numerosas especies botánicas reúnen características de calidad nutritiva, de disponibilidad, de producción de biomasa y de versatilidad agronómica que representan un excelente potencial para: i) mejorar la calidad alimenticia de las dietas de los animales; ii) producir forraje durante la época de sequía y con ello disminuir la penuria nutricional al decaer la producción de los pastos; iii) adaptarse a diferentes formas de manejo y limitaciones de área y iv) propiciar una mayor sostenibilidad de la producción de forrajes de poca competencia con otras actividades agrícolas.

En términos generales, la investigación realizada hasta la fecha con *Erythrina* y rumiantes menores muestra que:

- i) El contenido en proteína cruda del follaje de estas leñosas, generalmente duplica o más, al de los pastos. Esto permite que este material pueda utilizarse, para mejorar la calidad nutritiva de las dietas basadas en pasto.
- ii) El follaje de varias especies de este género es bien consumido por los animales y su inclusión en las dietas puede incrementar significativamente las ganancias de peso y la producción de leche.
- iii) Las especies trabajadas, son tolerantes a la poda, pueden producir abundantes niveles de biomasa comestible y son fácilmente manejables desde el punto de vista agronómico.
- iv) En plantaciones de *Erythrina* con pasto se puede casi triplicar la producción de proteína cruda por unidad de área, comparada con la obtenida con el pasto sembrado en monocultivo.
- v) La producción de forraje de los árboles, puede ser mucho más sostenida que la del pasto, en condiciones en las que no se utiliza fertilizante químico.

- vi) En asociación con pasturas, algunas especies de *Erythrina* no afectan o en algunos casos pueden incrementar la producción de las gramíneas.

El factor reditual de las acciones de investigación, puede estimarse con base en los impactos de tipo cualitativo producidos o del incremento en la productividad de las nuevas tecnologías, con respecto a las tradicionales. En tal sentido, el impacto producido por la investigación con árboles forrajeros y rumiantes menores, se refleja en las siguientes acciones:

- i) Introducción de una alternativa no tradicional de investigación agroforestal de gran potencial para la producción agrícola, como es la utilización de la biomasa de árboles y arbustos para la alimentación de rumiantes. Esto ha significado poner a disposición de los países, un recurso ampliamente disponible en la región y que tradicionalmente había sido subutilizado.
- ii) Tecnologías de producción agroforestal transferibles, que implican un considerable incremento de la sostenibilidad y la productividad por unidad de área, con respecto a las tecnologías tradicionales de producción de forrajes. Varias de las tecnologías desarrolladas están siendo puestas en práctica por los productores en América Central.
- iii) Inclusión de árboles forrajeros en varios proyectos de desarrollo en los países y en proyectos de investigación y de asistencia.

4. Recomendaciones

Aunque los resultados han sido lo suficientemente llamativos para justificar su inclusión en los planes de investigación y enseñanza del CATIE, lo que se ha hecho no es más que una pequeña parte de lo que queda por realizar. Solamente tres especies de leguminosas han sido evaluadas con algún detalle en todos los aspectos: poró gigante (*E. poeppigiana*), poró enano (*E. berteriana*) y madero negro (*G. sepium*).

En los trabajos con animales debe enfatizarse el papel de estos follajes como suplemento en dietas de baja y mediana calidad y el desarrollo de alternativas de alimentación para la época de sequía. En los aspectos agronómicos, el esfuerzo debe estar dirigido al estudio de arreglos temporales y espaciales de plantaciones de árboles y arbustos que permitan optimizar la producción bajo un enfoque de sostenibilidad; a la evaluación de asociaciones con otros forrajes o con cultivos y al estudio de las interacciones de los animales con las plantaciones, principalmente vía recirculación de follaje y del estiércol de rumiantes.

Los trabajos de evaluación del efecto de las plantaciones sobre las características físicas y químicas del suelo y sobre la sostenibilidad de la producción, apenas se han iniciado, y aunque los resultados preliminares son satisfactorios, también son indicativos de que existen factores limitantes que deben investigarse para mejorar los índices de sostenibilidad.

Hasta la fecha ha sido insuficiente la evaluación económica en la mayoría de los trabajos realizados. Este elemento es esencial y debe ser incluido en futuros trabajos, para garantizar que las tecnologías que se generen tengan un asidero consistente para su futura adopción por parte de los productores.

5. Reconocimiento

La gran mayoría de los trabajos presentados fueron realizados con el apoyo financiero de la Oficina Regional de la Agencia Internacional para el Desarrollo, de los EE.UU. (ROCAP) y el Proyecto Agroforestal entre CATIE y la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ).

6. Bibliografía

- AMMOUR, T.; BENAVIDES, J. E. 1987. Situación de la producción caprina en Centroamérica y República Dominicana. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 114. 120 p.
- ARGUELLO, R. A.; BENAVIDES, J. E.; ESNAOLA, M. A., 1986. Evaluación de las ganancias de peso y consumo de alimentos de cabritos recibiendo distintos follajes de árboles, suplementados con banano verde de desecho. In Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 67. p. 28-32.
- ARIAS, R. 1987. Identificación y caracterización de los sistemas de producción caprina, predominantes en la región del Altiplano Occidental de Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 155 p.
- BENAVIDES, J. E. 1983. Investigación en árboles forrajeros. In Curso Corto Intensivo Agroforestal. (1983, Turrialba, C.R.). Contribuciones de los participantes. Comp. por Liana Babbar. Turrialba, C.R, CATIE. 11 p.

- BENAVIDES, J. E. 1986. Utilización del follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) para alimentar cabras en condiciones de trópico húmedo. In Congreso de la Asociación Mexicana de Zootecnistas y Técnicos en Caprinocultura (2., 1986, Mazatlán, Méx.). Memorias. Turrialba, C.R., CATIE. 23 p.
- BENAVIDES, J. E. 1989. La producción caprina como un componente en sistemas agroforestales. Programa Agroforestal. Primera Versión. Turrialba, C.R., CATIE. 90 p. (mimeo.).
- BENAVIDES, J. E.; PEZO, D. 1986. Evaluación del crecimiento y del consumo de materia seca en corderos alimentados con follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) *ad lib.*, suplementados con diferentes fuentes de energía. In Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 67. p. 43-47.
- BENAVIDES, J. E.; RODRIGUEZ, R. A.; BOREL, R. 1989. Producción y calidad nutritiva del forraje de pasto king-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) y poró (*Erythrina poeppigiana*) sembrados en asociación. In 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.
- CASTRO, A. 1989. Producción de leche de cabras alimentadas con King-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*), suplementadas con diferentes niveles de follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) y de fruto de plátano verde (*Musa* sp. cv. "Pelipita"). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 58 p.
- ESNAOLA, M. A.; BENAVIDES, J. E. 1986. Evaluación preliminar del consumo de poró (*Erythrina poeppigiana*) y *Dolichos lablab* en cabras adultas secas. In Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 67. p. 22-23.
- ESNAOLA, M. A.; RIOS, C. 1986. Hojas de poró (*Erythrina poeppigiana*) como suplemento protéico para cabras lactantes. In Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 67. p. 60-69.

- GUTIERREZ, R.; BENAVIDES, J. 1986. Utilización del follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) en combinación con banano (*Musa* sp. cv. "Cavendish") como suplemento al pasto King-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) en cabras lecheras estabuladas. s.n.t. 18 p. Sin publicar.
- LIBREROS, H. F. 1990. Efecto de diferentes niveles de follaje de poró (*Erythrina 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.
- PINEDA, O. 1986. Utilización del follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) en la alimentación de terneros de lechería. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 65 p.
- PINEDA, R. 1975. Identificación de plantas silvestres consumidas por caprinos en pastoreo libre en el Departamento de Managua. Tesis Lic. Zoot. Managua, Nic., Univ. Centroamericana, Fac. de Ciencia Agrop., Esc. de Zootecnia. 70 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 Workshop held at CATIE. Nitrogen Fixing Tree Association Special Publication 87-01. p. 212-216.
- SAMUR, C. 1984. Producción de leche de cabras alimentadas con king-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) y poró (*Erythrina poeppigiana*), suplementadas con fruto de banano (*Musa* sp. cv. "Cavendish"). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 108 p.
- VARGAS A. Evaluación del forraje de poró (*Erythrina coccleata*) como suplemento proteico para toretes en pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 88 p.

A G R O F O R E S T E R I A

Alemán-Santillán, T.¹
Nahed-Toral, J.¹
Parra-Vázquez, M.R.¹
Soto-Pinto, L.¹
De-Jong, B.¹
Villafuerte-Zea, L.¹

INTRODUCCION

Los Altos de Chiapas constituye una de las ocho regiones agrícolas reconocidas para este estado del sureste de México. Se localiza entre los 16° 30', y los 17° de latitud norte y entre los 92° y 93° de longitud oeste; las alturas oscilan entre los 1600 a 2400 msnm. Al interior se ubican algunas áreas de material volcánico, en las cuales se localizan las mayores altitudes regionales: los volcanes Zontehuitz (2876 msnm) y Huitepec (2760 msnm). La temperatura media anual es de 12° a 18°C, con posibilidad de heladas durante los meses invernales e incluso desde el otoño. La estación lluviosa se establece en verano y parte del otoño. En el sistema FAO-UNESCO de clasificación de suelos, los de la región se identifican como rendzinas, litosoles, cambisoles y andosoles.

La vegetación natural está constituida fundamentalmente por bosques de pino-encino, los cuales se distribuyen en estrecha relación con la altitud, la orientación respecto a los vientos alisios y el microrrelieve. Sin embargo, el largo e intenso historial de uso del suelo, que se inició en tiempos prehispánicos, ha propiciado que en la actualidad el paisaje incluya amplias superficies de bosques secundarios jóvenes, pastizales permanentes y áreas de cultivos, con sólo pequeñas áreas de bosques maduros en las partes más escarpadas.

Los datos censales señalan que de 1950 a 1970 la superficie con bosques en la región descendió a menos de la mitad (de 44.5% a 21.7%). Correlativamente, el área con pastos se incrementó de 18.6% a 29.5% y la superficie improductiva aumentó de 7.4% a 16.7% (es decir, en más del doble que en el primer año de referencia). En tanto, en este mismo período la superficie laborable permaneció casi constante en alrededor del 29%.

La población rural de la región está constituida por grupos indígenas de ascendencia maya (tzotziles y tzeltales), y ha venido incrementándose de manera constante, triplicándose en un período de 30 años (1940-1990). La alta densidad de población y sus relaciones de intercambio económico desfavorables con el exterior, han propiciado una mayor presión sobre los recursos naturales, deteriorándolos y desembocando en condiciones de vida de extrema pobreza. Las estrategias productivas de estas unidades familiares se basan en el

^{1/} Investigadores del Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. Apdo. Postal 63, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México, 29290.

uso integral y diversificado de sus recursos, entre los cuales se cuenta un importante número de especies vegetales leñosas que satisfacen necesidades tanto de los propios productores como de sus animales domésticos.

El presente artículo describe la metodología seguida durante 12 años de investigación científica que el Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste (CIES) ha venido desarrollando en la región, así como una síntesis de los resultados obtenidos.

MATERIALES Y METODOS.

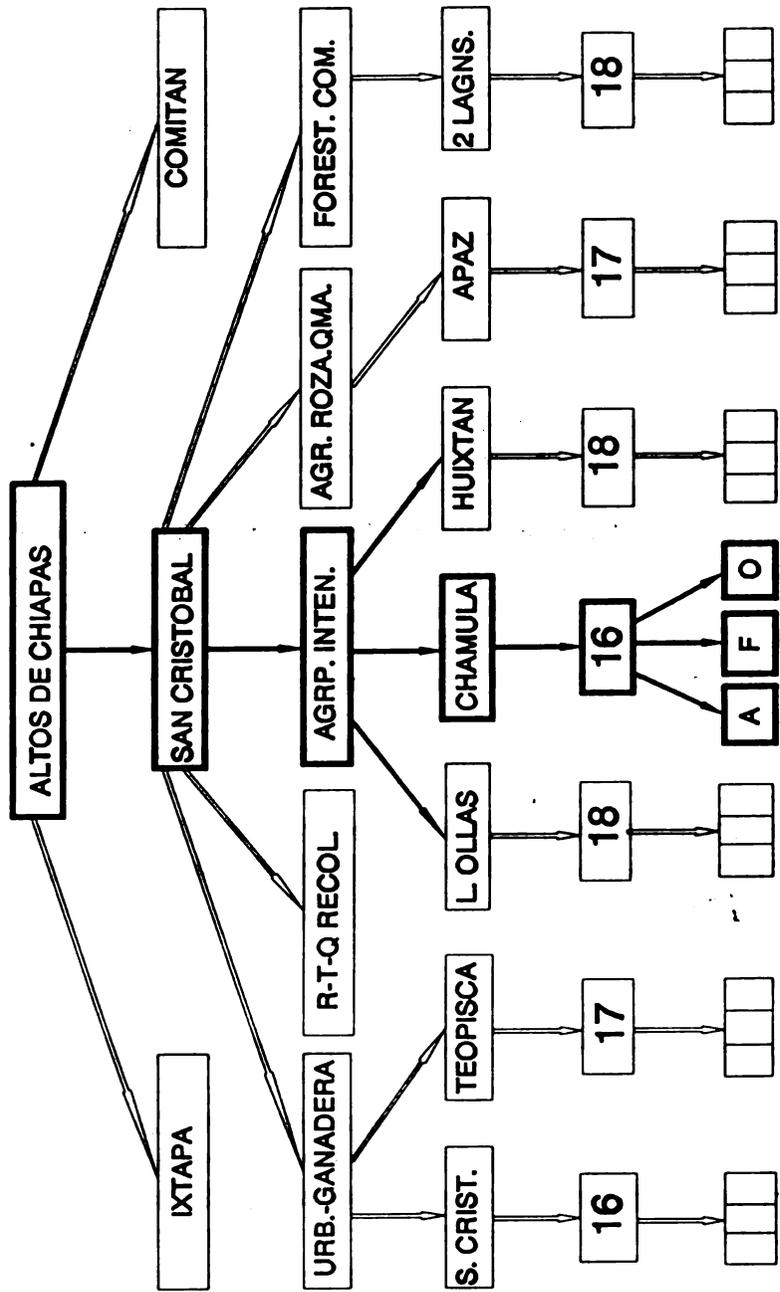
Por más de doce años el CIES ha venido construyendo una propuesta teórica y metodológica para el estudio regional del desarrollo de la agricultura, mismas que han tenido un fuerte impacto tanto en la enseñanza como en la investigación agrícola que se realiza en México, en particular aquella de regiones montañosas (Mauricio, et al., 1979; Hernández X., et al. 1981; Parra, 1987).

El esquema básico consiste en el reconocimiento de cuatro niveles de análisis: los recursos naturales, los sistemas de producción, las unidades de producción y la región, ubicadas en un contexto macroeconómico. En este sentido, los elementos considerados en la definición de los sistemas agroforestales, producción animal y vegetal simultánea con el esquema de uso múltiple de los recursos, se corresponden con los componentes y las estrategias que organizan la producción agrícola dentro de las unidades de producción familiares. Ya que se considera a la agricultura como un problema integral, se privilegia el estudio de las interacciones entre los elementos mencionados, así como su expresión espacial en los paisajes agrarios, y su evolución a través del tiempo.

Los proyectos de investigación que se han venido desarrollando en los Altos de Chiapas tienen su primer antecedente en los trabajos sobre regionalización realizados a principios de los ochenta. Los criterios utilizados para la diferenciación de las ocho regiones identificadas fueron tanto de carácter ecológico (fisiografía, clima, vegetación natural) como de carácter socioeconómico (uso del suelo, técnicas de producción, especialización productiva, destino de la producción) (Mauricio, et al., 1979). A partir de esa fecha, y como producto de seminarios de análisis y discusión internos, se decidió conformar un equipo multidisciplinario que desarrollara sus actividades alrededor de una conceptualización amplia e integrada de la agricultura: como una actividad no sólo de carácter técnico, sino también con fuertes implicaciones ecológicas y socioeconómicas.

La estrategia metodológica de la investigación se desarrolló simultáneamente a lo largo de dos ejes; por una parte, avanzar de lo simple a lo complejo, y por la otra ir de lo general a lo particular: pasar de la descripción cualitativa del estado de los recursos naturales de la región, hacia el entendimiento de la racionalidad económica de las unidades familiares, y la comprensión del funcionamiento técnico-ecológico de los sistemas productivos, identificando y jerarquizando sus principales limitantes. Para el análisis de la información se utilizaron los siguientes conceptos geográfico-económicos: región, área agrícola, unidad de producción, sistema agrícola y proceso de trabajo (Figura 1). Con base en la teoría de sistemas, se abordó al análisis de la actividad agrícola regional.

FIGURA 1.
UNIDADES DE ESTUDIO DE LA PRODUCCION AGRICOLA DE
LOS ALTOS DE CHIAPAS



A = Sist. Agrícolas. F = Sist. Forestales. O = Sist. Ovino

REGION

SUBREGION

AREAS AGRICOLAS

COMUNIDADES

U. FAMILIARES

SIST. AGRICOLAS

Respecto a los Altos, la necesidad de conocer y describir la región, y ante la imposibilidad de abarcar los casi 6000 km² que la conforman, se satisfizo recurriendo a la búsqueda e identificación de unidades componentes (subregiones) con características naturales, técnicas y sociales que las diferenciara y caracterizara.

Dentro de las subregiones, y con la metodología del levantamiento fisiográfico (Ortiz-Solorio y Cuanalo, 1978), se identificaron y describieron grandes unidades de paisaje (sistemas terrestres) que sirvieron de marco de referencia para un intenso trabajo exploratorio por los municipios en ellas comprendidos, con el objetivo de reconocer diferencias en el uso del suelo. Fue posible reconocer otras unidades espaciales, las Áreas Agrícolas que se caracterizan por el patrón de uso predominante, las cuales sirvieron como marco de muestreo para la toma de información a detalle sobre los tipos y funcionamiento de los sistemas agrícolas presentes.

Con el auxilio de guías de observación a nivel de comunidad, unidad familiar y parcela, así como con formatos de entrevistas a informantes calificados y productores (contemplando estructura familiar, ingresos y actividades económicas, así como sistemas, técnicas y calendarios agrícolas manejados), se levantó información en siete comunidades distribuidas en las cinco áreas agrícolas identificadas. Se elaboró un diagnóstico cualitativo. El total de unidades familiares incluidas ascendió a 120.

Eventualmente, la necesidad de evaluar en campo algunas de las alternativas identificadas en la fase de diagnóstico requirió la inclusión del método experimental dentro del estudio de los sistemas agrícolas. El proyecto de investigación del sistema ovino ha avanzado más a lo largo de la secuencia metodológica planteada inicialmente: diagnóstico cualitativo, diagnóstico cuantitativo, experimentación y difusión; hoy día participa activamente en la organización de productores que utilicen propuestas técnicas específicas, algunas de carácter agroforestal.

RESULTADOS Y DISCUSION.

Contexto regional.- Con base en la identificación de las 8 regiones agrícolas del estado (Mauricio, *et al.*; 1982) se inició una etapa de trabajo que tuvo como objetivo el estudio a detalle de cada una de ellas. Aunque se realizaron estudios prospectivos en casi todas, se prestó mayor atención a las regiones denominadas Valles Centrales y Altos de Chiapas (Díaz, *et al.*, 1989; Parra, *et al.*, 1989).

De las tres subregiones identificadas en los Altos (Comitán, Ixtapa y San Cristóbal), la investigación posterior se centró en la porción más alta, la subregión San Cristóbal. Se avanzó hacia fases de mayor precisión y fue posible identificar un gradiente de intensificación de uso del suelo así como cinco áreas cuya producción agrícola poseía características peculiares y distintivas, con base en el patrón de uso predominante, que representa antes que nada la forma y el grado de transformación que el hombre ha realizado, dando como resultado determinados paisajes agrarios.

La abundante información captada posibilitó la descripción detallada de las áreas agrícolas identificadas y de los sistemas agrícolas existentes: forestales, agrícolas y pecuarios. La información sobre estructura familiar y actividades económicas se utilizó para diseñar una tipología de productores, que si bien ha sido fuertemente criticada por esquemática e inmóvil, ha sido de gran utilidad para fundamentar la existencia de fuertes diferencias intracomunitarias de las unidades familiares.

A continuación se seleccionaron tres comunidades indígenas representativas de las dos áreas agrícolas más importantes, y a través de la selección de una muestra estadísticamente representativa de los tipos de productores identificados, se procedió a levantar la información cuantitativa que contribuyera a la selección de las prioridades de investigación. Lo que sigue es una síntesis apretada de los resultados obtenidos, enfatizando en el sistema de producción ovino y sus relaciones con el resto de los sistemas, en particular el bosque.

Subregión San Cristóbal.- Población eminentemente indígena cuya actividad económica predominante es la agricultura, la cual realizan en unidades familiares de tipo campesino con graves limitantes naturales, técnicas y sociales para la producción: minifundismo extremo y disperso (que se agrava cada vez más por el sistema de herencia predominante), tierras de mala calidad y sobreexplotadas, acidez de los suelos, fuerte dependencia de las condiciones climáticas, herramientas manuales, baja productividad del trabajo y de la tierra, pobres rendimientos, ausencia de asistencia técnica adecuada, férreos controles políticos, caciquismo y marcada discriminación social.

El sostenimiento de este tipo de producción agrícola ha significado, entre muchos otros problemas, la pérdida de la fertilidad del suelo, y ha implicado para los productores la necesidad de introducir en sus sistemas el uso de insumos industrializados, principalmente fertilizantes (y, en los sistemas hortícolas, diversos pesticidas) que les resultan caros, y que frecuentemente se utilizan con baja eficiencia.

Ante tantas limitantes, la estrategia de vida en estas unidades familiares se centra en el uso diversificado de sus recursos productivos, incluyendo su propia mano de obra, a través de sistemas de producción fuertemente relacionados entre sí y cuyo objetivo principal es la producción para el autoconsumo. Sin embargo, lo exiguo de la producción y sus limitados recursos no les alcanza para cubrir sus necesidades básicas, por lo que se ven obligados a recurrir al trabajo asalariado tanto dentro como fuera de la propia comunidad.

Area Agropecuaria Intensiva.- Es la zona con mayor impacto humano, y donde eventualmente se centró la atención de las investigaciones; se ubica en la periferia de la ciudad mestiza de San Cristóbal de las Casas. Sus atributos esenciales son: a) es una de las más densamente pobladas, b) acusa fuertes limitantes naturales para la producción agrícola, c) cuenta con mayor cantidad de infraestructura y posibilidades de mercadeo, d) parte de ella presenta condiciones ambientales favorables para la intensificación agrícola, y e) posee la mayor densidad poblacional de ovinos en el estado de Chiapas.

Comunidad.- Si bien las actividades de la etapa más reciente se han concentrado en una sola comunidad (Bautista Chico, municipio de San Juan Chamula) el equipo de trabajo ha

incursionado en otras varias comunidades aledañas con la finalidad de tener una visión mas amplia de los problemas atendidos, así como para identificar posibles alternativas a la producción. En el plano socioeconómico, se han estudiado las causas de la migración campesina hacia los centros urbanos, el impacto de las instituciones públicas sobre las comunidades indígenas, la estructura caciquil y la organización social de las comunidades indígenas (García y López, 1990a, 1990b).

Unidades Familiares.- Se cuenta con un esquema básico del funcionamiento de las estrategias de reproducción de las unidades productivas familiares, incluyendo organización y distribución de la mano de obra disponible y manejo de los recursos: estructura familiar, calendarios agrícolas, topologías de cultivos, asociaciones, estacionalidad de la actividad agrícola, venta de fuerza de trabajo, etc. En estas unidades productivas la satisfacción de las necesidades básicas de alimentación, salud, vivienda y vestido depende grandemente de los productos obtenidos de los distintos sistemas agrícolas que se manejan bajo un esquema de uso múltiple de los recursos, así como con estrategias claramente agroforestales. Aunque en los párrafos siguientes se separan los sistemas productivos en agrícolas, forestales y pecuarios, la realidad es que existen fuertes interrelaciones entre ellos; a la fecha se cuenta con un diagnóstico de sistemas agroforestales que identifica con mayor precisión las entidades que se generan con tales nexos (De Jong, B. et al., 1993).

Sistemas agrícolas.- La vinculación con la comunidad ha producido muy importantes resultados. En el plano de los aspectos técnicos de la producción agrícola, se ha avanzado en el estudio de la fertilidad de los suelos y la importancia de los microorganismos fijadores de nitrógeno, se han identificado los efectos que los diferentes arreglos topológicos tienen sobre la producción agrícola y se han elaborado catálogos de plantas útiles (García, et al. 1989; Soto, et al., 1988; Soto, 1990).

Sistemas forestales.- Se cuenta con una descripción de las principales actividades productivas desarrolladas en los bosques, así como de los productos obtenidos. También se ha completado una descripción de las etapas serales de la sucesión secundaria de los bosques de pino-encino característicos de la región, y se está trabajando en el estudio de posibles alternativas para aminorar la fuerte presión extractiva que experimentan los bosques (González, et al., 1991; González, et al., 1992).

Sistema ovino.- El sistema de producción ovino mantiene relaciones de interdependencia con la producción de granos básicos y hortalizas, así como con otros sistemas agrícolas, a través del uso rotacional del suelo, uso de residuos agrícolas, el abonado con estiércol de ovinos, etc. Sin embargo, en el nivel técnico-ecológico, la ovinocultura muestra diversos puntos de ruptura: creciente relación cultivo/pastizal, insuficiente reciclaje de nutrimentos, excesiva carga animal, inadecuada estructura de los rebaños, elevada presencia de enfermedades e insuficiente alimentación invernal. De estos problemas, el desequilibrio entre la producción y la demanda de forrajes constituye el problema principal, el que se agrava durante la época de sequía (Nahed y Parra, 1984; Parra, et al., 1993).

La jerarquización de los problemas que enfrenta la producción de ovinos en los Altos de Chiapas permitió orientar la investigación hacia la búsqueda de alternativas viables. Si bien técnicamente existen varias posibilidades de solución al problema alimentario de los ovinos,

algunas de las cuales se han probado en el proyecto (p.e. la elaboración de bloques alimenticios a base de rastrojo de maíz, melaza y adicionado con vitaminas y desparasitantes, o el establecimiento de forraje de corte), fue necesario concertar actividades con los propios productores con la finalidad de poder identificar las posibles limitantes socioeconómicas que enfrentarían las posibles propuestas técnicas.

La búsqueda de soluciones al problema alimentario de los ovinos se realizó teniendo como base las siguientes premisas: a) el sistema de producción ovino no está aislado del resto de los sistemas productivos, incluyendo la utilización de las áreas arboladas, b) por ahora es prácticamente imposible propiciar cambios de fondo en la organización de la apropiación y el aprovechamiento de los recursos naturales (p. e., manejo colectivo de rebaños y áreas de pastoreo), c) la poca capacidad económica de los campesinos indígenas les impide proporcionar a sus animales complementos alimenticios industriales y, d) un aspecto de suma importancia, los campesinos indígenas de los Altos de Chiapas no permanecen estáticos ante la multitud de problemas que aquejan su actividad agrícola, sino que siempre han desarrollado, y seguramente lo seguirán haciendo, diversas soluciones. Tales soluciones tienen un fuerte componente empírico, y si bien no siempre han sido las más adecuadas, si han permitido la continuidad de los ciclos productivos: Ello les ha permitido crear un fondo considerable de conocimientos y habilidades sobre el uso de sus recursos naturales.

A las restricciones que el clima impone a la existencia de forraje en cantidades suficientes para una adecuada alimentación de los ovinos, los campesinos de la región han respondido desarrollando diversas alternativas: uso de rastrojos y desechos de los cultivos agrícolas, pastoreo en parcelas en descanso, suplementación a los corderos con masa de maíz, utilización de arvenses de las parcelas y uso del follaje de diversas especies de arbustos y de árboles.

Las potencialidades forrajeras de las especies vegetales leñosas se fortalece al considerar que también tienen otros usos, entre los cuales cabe señalar: combustible, materiales de construcción, demarcación de parcelas, materia prima para la elaboración de los componentes del telar de cintura usado en la confección de la ropa de lana típica de cada etnia, etc. Así, los árboles y arbustos forman parte importante de los sistemas productivos de la región, y es posible observar prácticas agroforestales como las siguientes: cercas vivas, árboles dispersos en potreros y cultivos, frutales dentro de la milpa, manejo de rebrotes de especies de uso múltiple, manejo de la sucesión secundaria por medio de la protección de especies clave, etc.

El reconocimiento de la existencia de este saber campesino guió la búsqueda de alternativas al problema de la alimentación de los ovinos. Una intensa exploración etnobotánica permitió identificar la existencia de 109 especies forrajeras, entre hierbas, arbustos y árboles; en el Cuadro 1 se presenta una lista de las 35 especies leñosas más frecuentemente mencionadas por los productores como buenos forrajes. Ante tales perspectivas, se realizó un estudio de más detalle que, partiendo de la información captada en encuestas específicas con campesinos sobre preferencias de los ovinos, identificó una docena de especies que se sometieron a análisis bromatológico y toxicológicos (especies marcadas con asterisco en el Cuadro 1).

CUADRO 1.

Especies leñosas forrajeras utilizadas en la alimentación de los ovinos
(Según información de productores y observación directa)

NOMBRE COMUN (tzotzil)	NOMBRE CIENTIFICO (FAMILIA)	OBSERVACIONES		
		CF	Ab	CH
1. b'atsi' ajate'es	<i>Vaccinium confertum</i> (Ericaceae)	B	3	XIII
2. bic'tal ch'a te'	<i>Eupatorium ligustrinum*</i> (Comp.)	M	3	XIII
3. bixil ch'a te'	<i>Eupatorium</i> sp. (Compositae)	B	1	XIII
4. bixil tselopat	<i>Buddleia parviflora*</i> (Loganiaceae)	M-B	3	XIII
5. ca'il	<i>Montanoa leucantha</i> (Compositae)	M	1	XIII
6. c'am itaj te'	<i>Verbesina perymenioides*</i> (Comp.)	M	3	-
7. c'an oil; c'an ol	<i>Cornus disciflora</i> (Cornaceae)	M	2	XIII
8. c'an te'	<i>Diphysa</i> sp. (Leguminosae)	M-B	2-3	XII; III
9. c'anal chi'il te'	<i>Miconia oligotricha</i> (Melastomat.)	B	-	-
10. c'at'ix	<i>Crataegus pubescens</i> (Rosaceae)	M-B	1	III
11. ch'a te'	<i>Eupatorium semialatum</i> (Compositae)	B	-	-
12. ch'ail chixte'	<i>Prunus serotina capuli</i> (Rosaceae)	B	3	III
13. chi'il te'	<i>Miconia</i> sp. (Melastomataceae)	M-B	1-3	XIII
14. chikin im'	<i>Quercus crispipilis</i> , <i>Q. laurina</i> (Fagaceae)	B	3	III
15. chixte'	<i>Acacia pennatula</i> (Leguminosae)	B-R	1-4	XI-II
16. chixte' mut	<i>Prunus</i> sp. (Rosaceae)	B	1	III
17. con con	<i>Cavendishia guatemalensis*</i> (Erica.)	B	1-4	XIII
18. c'os	<i>Fuchsia paniculata*</i> (Onagraceae)	B	1-2	XIII
19. c'oxox te'	<i>Cleyera theaeoides*</i> (Theaceae)	B	2	XIII
20. cul chix	<i>Smilax bona-nox</i> (Smilacaceae)	M	2	XIII
21. icalunik	<i>Garrya laurifolia*</i> (Garryaceae)	B	2	-
22. isb'on	<i>Cornus excelsa</i> (Cornaceae)	B	1-3	I-II
23. lob'ol ocots	<i>Fuchsia encliandra</i> (Onagraceae)	B	2	XIII
24. meste	<i>Baccharis vaccinioides*</i> (Comp.)	B	4	XIII
25. muc'tic anal tulan	<i>Quercus crassifolia*</i> (Fagaceae)	B	3	XIII
26. mukil tselopat	<i>Buddleia skutchii*</i> (Loganiaceae)	B	1	XIII
27. nichim ajate'es	<i>Gaultheria hartwegii</i> (Ericaceae)	B	1	XIII
28. pits'ots	<i>Monnina xalapensis*</i> (Polygalaceae)	M-B	1-3	XIII
29. pochij anal tulan	<i>Quercus rugosa*</i> (Fagaceae)	B	3	XIII
30. pomos	<i>Holodiscus argenteus*</i> (Rosaceae)	M-B	3	XIII
31. tilil	<i>Rapanea juergensenii*</i> (Myrsinaceae)	B	2	XIII
32. tsij uch	<i>Litsea glaucescens</i> (Lauraceae)	B	1-3	XIII
33. tso' chij ajate'es	<i>Vaccinium breedlovei</i> (Ericaceae)	B	2	XIII
34. tsop	<i>Viburnum jucundum</i> (Caprifoliaceae)	B	2	III
35. ts'utuj te'	<i>Ostrya virginiana*</i> (Betulaceae)	B	-	XIII

CLAVE:

CF = Calidad Forrajera: R = Regular; B = Buena; M = Muy Buena

Ab = Abundancia: 1 = Baja; 2 = Media; 3 = Alta; 4 = Muy Alta

CH = Caducidad de Hojas: I = Enero; II = Febrero; III = Marzo;
IV = Abril; V = Mayo; VI = Junio; VII = Julio; VIII = Agosto;
IX = Septiembre; X = Octubre; XI = Noviembre; XII = Diciembre;
XIII = Siempreverde

En la actualidad, ante la existencia de considerables resultados de investigación, se requiere diseñar estrategias de transferencia tecnológica que optimicen la difusión de las alternativas generadas por los proyectos. Partiendo de la experiencia ya obtenida por el proyecto ovino, se ha conformado un grupo de profesionistas de la agronomía y las ciencias sociales que se ha abocado a la realización de esa tarea: el llamado Plan Piloto. Con la conformación de dicho grupo se pretende afrontar la necesidad de sintetizar la experiencia de doce años que en los estudios de sistemas agrícolas ha acumulado el CIES, con el objetivo adicional de poder proponer estrategias de investigación científica que consideren la participación de los productores en el desarrollo de los proyectos, desde su planeación, avances y hasta sus posibles aplicaciones a la solución de problemas concretos.

La fase iniciada en 1993 tiene como propósito generar alternativas a los problemas identificados en las fases de diagnóstico y validarlas mediante la implementación de un Plan Piloto en las Comunidades, el cual sería desarrollado mediante un proceso de investigación participante. Nuestro punto de partida es el reconocer el valor que tienen los recursos naturales, el conocimiento tradicional y las formas de organización de los grupos sociales con quienes se trabaja

Es en esta fase del proyecto que se requiere reforzar los vínculos entre investigadores y productores. Es necesario indagar sobre nuevas formas de retroalimentación entre ambas partes a fin de que las alternativas identificadas incidan efectivamente en la solución de los problemas.

CONCLUSIONES.

En la actual coyuntura de la economía mexicana en la que las políticas macroeconómicas y sectoriales son adversas a la producción campesina, se anticipa un repliegue al interior de las comunidades rurales, un proceso de intensificación del uso del suelo que pone en riesgo a los recursos naturales y un recrudecimiento de los conflictos sociales.

El impacto que ha ocasionado el minifundismo extremo, el crecimiento poblacional, las limitantes económicas, los cambios en los patrones de mercado y de consumo, y la penetración cultural "ladinizada" a esta sociedad "tradicional", son obstáculos formidables para que el conocimiento empírico milenario se adecúe a las actuales necesidades de los sistemas productivos regionales, por lo que se ven sometidos a un constante deterioro. Sin embargo, el acervo de germoplasma y las prácticas desarrolladas por los campesinos indígenas aún son susceptibles de rescate, convertibles en oportunidades para su propio desarrollo.

La existencia en la región Altos de Chiapas de una estrategia de uso de los recursos integral y diversificada constituye una excelente base de la cual partir para buscar la generación conjunta, investigadores y campesinos, de sistemas de producción más eficientes, que contribuyan a la conservación de los recursos naturales y al desarrollo tecnológico, económico y social de los productores de escasos recursos. En este contexto, los sistemas agroforestales ofrecen altas posibilidades de éxito, pues los postulados en los que se basan son conocidos y utilizados por los campesinos indígenas de la región. El uso

de especies vegetales leñosas en el sistema de producción ovino es un buen ejemplo de ello.

Asimismo, el dilucidar las estrategias económicas y socioculturales de las unidades domésticas regionales puede aportar el conocimiento de procesos que son la base para el diseño y la formulación de alternativas y opciones que hagan menos drástica su integración a contextos más amplios.

BIBLIOGRAFIA.

- De Jong, B., L. Soto P. y M. de J. Ruíz D. 1993. Diagnóstico Agroforestal de los Altos de Chiapas. Ponencia en el II Congreso Forestal Mexicano. Metepec, Edo. de México. En prensa.
- Díaz Hernández, B. (Coord.), G. Pedrero N., C.E. Ordoñez M., H. Plascencia V., C. Luna M. 1989. La agricultura en la zona de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Díaz H., B. (Coord.). CIES. S. C. L. C. , Chis.
- García Aguilar, M. C. y A. López Meza. 1990a. Estrategias de sobrevivencia de la familia indígena de los Altos de Chiapas. Mimeografiado. CIES. San Cristóbal de las Casas, Chis.
- García Aguilar, M. C. y A. López Meza. 1990b. La acción institucional y sus impactos en los Altos de Chiapas. En AAVV. Anuario. Instituto Chiapaneco de Cultura. San Cristóbal de las Casas, Chis.
- García Barrios, L., L. Soto Pinto, L. Pool Novelo y S. Meza Díaz. 1989. Efectos agroecológicos de la rotación pastizal-cultivo y la roturación del suelo en los sistemas de producción de maíz del carst chamula, Altos de Chiapas, México. *Agroecología Neotropical*, 2(1): 14-21.
- González Espinosa, M., P. F. Quintana Ascencio, N. Ramírez Marcial y P. Gaytán G. 1991. Secondary succession in disturbed Pinus-Quercus forest in the highland of Chiapas, México. *Journal of Vegetation Science*, 2:351-360.
- González espinosa, M. P.F. Quintana Ascencio y N. Ramírez Marcial. 1992. La demanda de recursos naturales y la alteración de la estructura y diversidad de los bosques tropicales. *Ciencia*, 43:14-21.
- Hernández Xolocotzi, E., F. Inzunza M., C.B. Solano S. y M.R. Parra V. 1981. Nuevos enfoques de la investigación en áreas agrícolas de ladera. In: Novoa y Posner (Eds.) Seminario Internacional sobre Producción Agropecuaria y forestal en zonas de ladera en América Tropical. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Informe Técnico No. 11. pp 205-210.
- Mauricio Leguizamón, J.M., G. Chapela M., J. Pohlenz C., R. Valladares A., C. Turrent F. y P. Muench N. 1979. Proposiciones metodológicas para el estudio del proceso de producción agrícola. CIES. San Cristóbal de las Casas, Chis. Serie Documentos, No. 5.
- Mauricio Leguizamón, J.M., H. García Juárez y R. Valladares Arjona. 1982. La producción agrícola en Chiapas. CIES. San Cristóbal de las Casas, Chis. Serie Documentos, No. 8.
- Nahed Toral J. y M.R. Parra Vázquez. 1984. Ovinocultura en los Altos de Chiapas: un sistema tradicional. *Rev. Mex. Prod. Animal*, 6:25-41.
- Ortiz Solorio, Carlos y Heriberto Cuanalo de la Cerda. 1978. Metodología del levantamiento fisiográfico. Un sistema de clasificación de tierras. Colegio de Postgraduados, Chapingo. México.
- Parra Vázquez, M.R. 1987. Investigaciones sobre la producción agropecuaria campesina: aportes y limitaciones del enfoque integral. In: La investigación socioeconómica de la ganadería en México. Memorias. SARH. Palo Alto, Edo. de Méx. pp. 110-134.
- Parra Vázquez, M.R., T. Alemán Santillán, J. Nahed Toral, L.M. Mera Ovando, M.L. López Mejía y A. López Meza. 1989. El subdesarrollo agrícola en los Altos de Chiapas. CIES-UACH. Chapingo, México.
- Parra Vázquez, M.R., J. Nahed Toral, Ma. L. Soto Pinto, M.C. García Aguilar y L. García Barrios. 1993. El sistema ovino tzotzil en Chiapas. I. Dinámica del manejo integral. *Agrociencia. Serie Recursos Naturales Renovables*. En prensa.
- Soto Pinto, Ma. Lorena. 1990. Plantas útiles de cuatro comunidades de Chiapas: perspectivas en el uso sostenible de la tierra. *Rev. Fitotec. Mex.* 13(2): 149-168.
- Soto Pinto, Ma. L., A. López Meza y M.C. García Aguilar. 1988. Etnobotánica y religión entre los chamulas en los Altos de Chiapas, México. En: R. Uribe (Comp.). Medio ambiente y comunidades indígenas del sureste. Prácticas tradicionales de producción, rituales y manejo de recursos. Com. Nal. de los Edos. Unidos Mexicanos para la Unesco: 105-117.

LEÑOSAS FORRAJERAS :

I D E N T I F I C A C I O N

Y

C A R A C T E R I Z A C I O N

Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica

Juan Araya¹, Jorge Benavides², Rodrigo Arias³ y Arnoldo Ruiz⁴

Introducción

La utilización del forraje de especies leñosas en la alimentación de rumiantes no es una práctica desconocida por los productores de escasos recursos de América Central (Ammour y Benavides, 1987). Normalmente muchas de estas especies son utilizadas para diversos propósitos por los productores, quienes poseen sólidos conocimientos empíricos sobre sus propiedades y técnicas de manejo agronómico. Sin embargo, la utilización de este recurso como forraje, se realiza en forma circunstancial, faltando elementos técnicos que posibiliten su uso de manera sistemática.

Las características nutricionales y de producción de biomasa de muchas especies leñosas pueden permitir su integración ventajosa en los sistemas de producción animal. En la ganadería, estas especies, pueden contribuir a mejorar la calidad de la dieta de los animales y a satisfacer la demanda de alimento en la época de sequía. Por otro lado, gracias a un sistema radicular más desarrollado que el de la forrajeras de piso, estas plantas podrían constituir un medio para promover el movimiento de nutrientes desde las capas inferiores del suelo a las capas superiores y a disminuir la pérdida de suelo por erosión en terrenos con pendientes pronunciadas.

La Región de Puriscal se caracteriza por una topografía quebrada, con poca cobertura vegetal y con serios problemas de erosión, producto de la ampliación de la frontera agrícola y del uso de tecnologías inadecuadas. Así mismo, en la región, la alimentación de los rumiantes es deficitaria como consecuencia de la baja calidad de los forrajes (gramíneas) tradicionalmente utilizados, y por la presencia de un fuerte período de sequía que

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

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

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

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

se extiende entre 5 y 7 meses al año. Además de lo anterior, la utilización de prácticas ganaderas inadecuadas afecta la productividad de las pasturas e incrementa los problemas de erosión en la región. El impacto ecológico y económico que esto ha provocado hace necesaria la implementación de tecnologías permitan detener la pérdida de la capacidad productiva de los suelos y mejorar la productividad de la producción animal. En tal sentido, una alternativa es la integración en los sistemas de finca de técnicas agroforestales de producción.

La implementación de técnicas agroforestales, basadas en el uso de árboles forrajeros, puede brindar a los productores de Puriscal la oportunidad de mantener sus actividades pecuarias e introducir un elemento reforestador, al estimular la siembra de árboles y arbustos forrajeros en zonas degradadas.

Con base en lo anterior se planteó el presente trabajo, cuyo objetivo fue el determinar el potencial forrajero de especies leñosas nativas de la región, en términos de su contenido de nutrientes, y seleccionar aquellas con mayor potencial para futuras actividades de investigación agroforestal con rumiantes menores.

Materiales y métodos

Descripción de la zona

El trabajo se realizó en el cantón de Puriscal, provincia de San José, que presenta un clima con una distribución bimodal de la precipitación, con una estación seca bien definida entre diciembre y mayo. Es una región de topografía quebrada, con alturas que varían entre los 800 y los 1200 msnm. La topografía presenta pendientes que varían entre 30% y 80%, con pocas áreas planas donde se ubican las poblaciones. La precipitación también es variable con rangos entre 1600 y 3500 mm anuales y una humedad relativa del 82%. La temperatura oscila entre los 19,6°C y 23°C (von Platen *et al.*, 1978).

Dadas las condiciones anteriores no es sorprendente la existencia de una gran cantidad de microclimas, con la presencia de las siguientes zonas de vida: Bosque Húmedo Tropical, Bosque Pluvial Tropical de Premontano, Bosque Húmedo de Premontano y Bosque muy Húmedo Tropical de Premontano (Holdridge, 1978).

Los suelos, predominantemente ultisoles y oxisoles, son ácidos (pH entre 5 y 6), pobres en minerales de arcilla y bajos en nitrógeno y fósforo (von Platen *et al.* 1978).

Recolección de información

Con el fin de identificar especies leñosas que de acuerdo a la experiencia en la región, son consumidas por rumiantes, se realizó mediante un sondeo a productores. Con base en los resultados de dicha encuesta, se procedió a identificar en el campo individuos representativos de cada especie, de los cuales se tomaron muestras para analizarlas en el laboratorio.

Se tomaron muestras de diferentes partes de la planta consideradas potencialmente comestibles por el animal (hoja apical, hoja basal y tallo tierno). Estas muestras fueron colocadas en hielo para su traslado al laboratorio de Nutrición Animal del CATIE. Los análisis realizados fueron materia seca en horno con ventilación forzada a 65°C hasta alcanzar peso constante (Van Soest y Robertson, 1985), proteína cruda (PC) por el método de micro-Kjeldahl (Bateman, 1970), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) por el método de dos fases (Tilley y Terry, 1963), constituyentes de la pared celular (Goering y van Soest, 1970); taninos por el método de vainillina (Broadhurst y Jones, 1978) y materia orgánica (MO) por gravimetría.

Se calcularon regresiones lineales simples entre los contenidos de proteína cruda, pared celular, lignina y taninos; los que se consideraron como variables independientes y el porcentaje de DIVMS como variable dependiente.

Resultados y discusión

Los productores señalaron un total de 51 especies que según su conocimiento, son consumidas por los animales de la región. Un listado de ellas con sus nombres comunes y científicos se presenta en el Cuadro 1.

Se aprecia en el cuadro anterior, que existe un gran número de especies leñosas que de acuerdo a los productores pueden ser utilizadas como fuente de forraje en la región de Puriscal. Sin embargo esta información no garantiza que estas especies

realmente tengan características forrajeras adecuadas, ya que las observaciones hechas por los productores pueden ser de tipo casuístico o circunstancial. Es necesario evaluar estas plantas, tanto a nivel de laboratorio como a nivel de la respuesta animal, para determinar su potencial forrajero. Especial énfasis debe darse a la evaluación de factores antinutricionales, que puedan limitar su digestibilidad o su consumo.

Cuadro 1. Especies de leñosas con potencial forrajero, según la opinión de productores, en la región de Puriscal, Costa Rica.

Nombre común	Nombre científico
Aguacatillo (Quizarrá)	<i>Nectandra globosa</i> Aubl. Mez.
Amapola	<i>Malvaviscus arboreus</i>
Burio	<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz
Candelillo	<i>Cassia laevigata</i>
Canilla de Mula	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.
Caña India	<i>Dracaena fragans</i>
Capulín	<i>Threma micramantha</i> L.
Cassia siamea	<i>Cassia siamea</i>
Clavelón (Amapolón)	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>
Copalchí	<i>Croton nivens</i>
Cuajiniquil	<i>Inga</i> sp.
Cuernavaca	<i>Solanum</i> sp.
Chicasquil (ancho)	<i>Cnidocolus chayamansa</i>
Chicasquil (fino)	<i>Cnidocolus aconitifolius</i> Mill.
Chumico del desierto	<i>Curatella americana</i> L.
Churristate	<i>Ipomoea</i> sp.
Guaba criolla	<i>Inga</i> sp.
Guácimo común (hoja ang.)	<i>Guazuma ulmifolia</i>
Guácimo macho	<i>Luehea speciosa</i> Willd.
Guachipelín	<i>Dyphysa robinoides</i> Benth.
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertoloni
Güitite	<i>Acnistis arborescens</i> (L.)
Higuerón blanco	<i>Ficus costarricana</i>
Higuerón colorado	<i>Ficus costarricana</i>
Higuerón rosado	<i>Ficus colubrinae</i> Standley
Itabo	<i>Yucca elephatipes</i> Regel
Jícaro	<i>Crescentia alata</i>
Jinocuabe (Indio desnudo)	<i>Bursera simarouba</i> (L) Sar
Jocote no tronador	<i>Spondias purpurea</i> L.

Cuadro 1. Continuación

Nombre común	Nombre científico
Laurel de la India	<i>Ficus benjamina</i>
Llama de bosque	<i>Spathodea camoanulata</i> Beanv.
Mango	<i>Mangifera indica</i>
Manzana rosa	<i>Eugenia jambos</i>
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>
Morera	<i>Morus</i> sp
Mozote blanco	<i>Triumfetta semitriloba</i> Jacq.
Palo de agua (babasimoco)	<i>Urera caracasana</i> , Jacq. Griseb
Paira	<i>Polymia maculata</i> Cav.
Poró criollo	<i>Brythrina costarricensis</i> Micheli
Rabo de gato morado	<i>Stachytarpheta franzii</i> Polak
Rabo de gato rosado	<i>Stachytarpheta franzii</i> Polak
Ratón blanco	<i>Rapanea pellucidopunctata</i> Oerst.
Ratón rosado	<i>Papanea pellucidopunctata</i> Oerst.
Roble	<i>Tabebuia rosea</i>
Sauco amarillo	<i>Sambucus canadensis</i>
Targuá	<i>Croton gosypifoliosus</i> Vahl.
Tora amarilla	<i>Tithonia diversifolia</i>
Tora blanca	<i>Verbesina turbacensis</i> H.B.K.
Tora morada	<i>Verbesina myriocephala</i>
Tubus	<i>Montanoa dumicola</i> Klatt.
Zorrillo	<i>Cestrum baenitzii</i> Lingels

En el Anexo 1 se presentan las familias botánicas a las cuales pertenecen las especies identificadas. Asimismo en el anexo 2, se aprecia que el total de las 51 especies pertenece a 25 familias, de las que destacan la Asteracea, Eufhorbiaceae y Moracea con 10% de las especies para cada una de las dos primeras y 8% para la última. En un trabajo similar al presente conducido en el Altiplano Occidental de Guatemala, se identificaron 82 especies pertenecientes a 31 familias y en donde también la familia Asteracea fue la que aportó el mayor número de especies (27%) (Mendizábal, Arias, Benavides, Marroquín y Ríos, 1993).

A través de la revisión de literatura se pudo establecer que todas las especies identificadas tienen otros usos aparte del forrajero, sobresaliendo el uso como la leña en 30 de las especies (Figura 1). Otros usos que se destacan son el ornamental, cercas vivas, consumo humano, medicinal y sombra.

Es interesante destacar que, el Chicasquil y el Zorrillo son utilizados también en la alimentación humana, y que solamente el Guachipelín tiene uso comercial maderable (madera para tornería o postería para cercas), por lo que es una especie poco disponible en la zona.

De las especies identificadas, casi la totalidad fué evaluada bromatológicamente; al menos en algún componente de su forraje. El contenido de nutrientes encontrados en hojas apicales, hojas basales y tallos tiernos, se muestran en los anexos del 4 al 9. A manera de resumen, en el Cuadro 2. se presentan los promedios y rangos de las variables de composición química y digestibilidad *in vitro* de la materia seca. Los promedios no corresponden al mismo número de observaciones, pues no siempre fue suficiente el material muestreado para realizar todos los análisis.

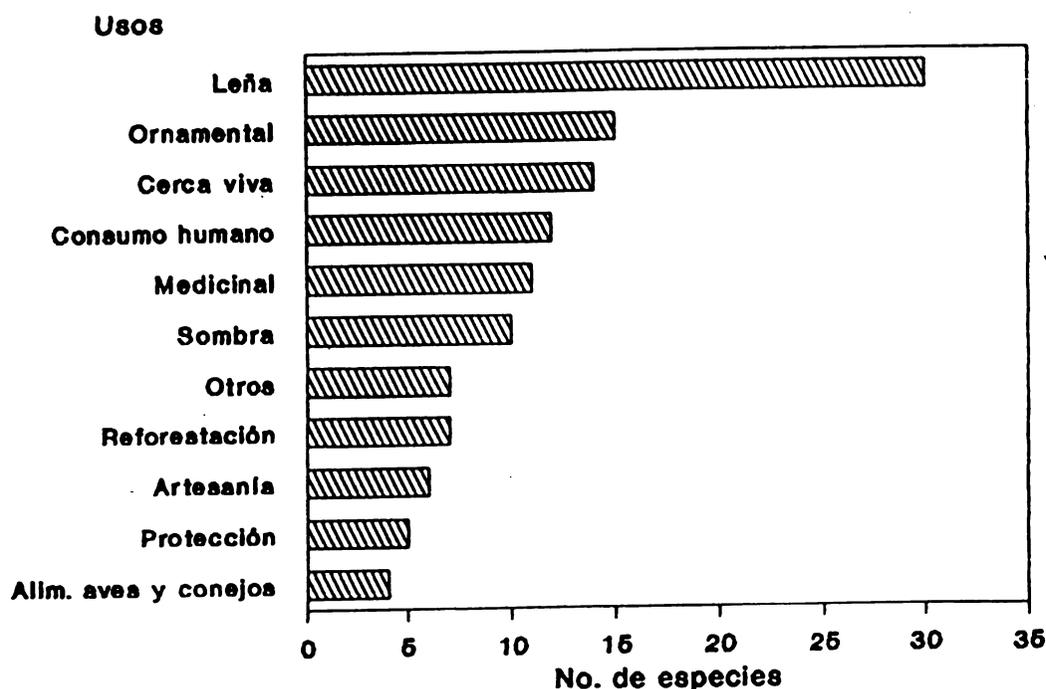


Figura 1. Usos tradicionales leñosas forrajeras en la región de Puriscal, Costa Rica.

Como se puede notar en los datos del Cuadro anterior, existe gran variación en los valores encontrados, debido a las diferencias entre especies. Así, en un extremo destaca el

chicasquil fino (*Cnidocolus aconitifolius*) con los valores más altos de PC y DIVMS, mientras que al otro extremo se encuentra el chumico del desierto (*Curatella americana* L), con los valores más bajos (Anexo 4).

También se observa en el Cuadro 2, que la diferencia existente entre el contenido promedio de proteína cruda y paredes celulares entre hojas apicales y basales es poco significativa, no así entre hojas y tallos tiernos, en donde las hojas apicales en promedio presentan un 7% más de proteína y alrededor de 9% menos de paredes celulares. La misma tendencia se observa para las diferentes fracciones de la pared celular, en cambio la DIVMS parece ser un parámetro más estable entre los componentes del forraje. Esto sugiere que para optimizar el nivel de proteína en el forraje de estas plantas arbóreas, es necesario ofrecer o permitir seleccionar a los animales preferentemente las hojas.

Por otra parte, y a pesar de las diferencias encontradas entre los componentes del forraje, para una evaluación rápida y con el propósito de diferenciar las especies de mayor potencial, se puede recurrir al análisis posterior del material potencialmente comestible (una muestra de hojas y tallos tiernos, tal cual se obtiene de la planta).

Al analizar el promedio del contenido de proteína, se pone de manifiesto que los valores son altos, mientras que lo contrario sucede para la DIVMS (Cuadro 2). Esto se puede apreciar en mejor forma, al observar la Figura 2, en la cual se aprecia que de un total de 41 especies (con 82 muestras), la mayor parte presenta niveles de proteína cruda en las hojas entre el 10 y 25%. Por otra parte 26 muestras correspondientes a 16 especies (39%) muestran valores iguales o mayores al 20% y que sólo diez muestras correspondientes a cinco especies (12%) registran contenidos inferiores al 10%. Asimismo, llama la atención que alrededor del 48% de las especies presentan contenidos de proteína en los tallos por arriba del 10%.

Del total de muestras de hojas analizadas para determinar la DIVMS, la mitad registra valores entre el 30 y 50% los cuales se consideran limitantes en la alimentación de rumiantes (Figura 3). Sin embargo, se aprecia en la misma figura que el 24% de las muestras, correspondientes a 12 especies presentan porcentajes de DIVMS superiores a 60%, lo cual evidencia que hay un grupo de especies que presenta buen potencial para proveer energía a los animales. Con relación a los niveles de DIVMS en los tallos

tiernos, es importante señalar que el 52% de la especies se ubica entre 40 y 60%, lo cual evidencia que este componente en las leñosas forrajeras estudiadas, es similar y en ocasiones superior en su contenido de DIVMS al de las hojas, lo que no sucede con la proteína.

Cuadro 2. Composición química y digestibilidad *in vitro* promedio de las leñosas forrajeras identificadas en Puriscal.

Parámetro, %	N	Promedio	Rango	
Hojas apicales				
Materia seca,	42	26,2	9,3	- 42,1
Mat. orgánica	28	92,2	86,5	- 96,2
Proteína cruda	41	18,7	5,9	- 38,0
Pared celular	43	56,6	29,3	- 87,9
Celulosa	29	20,6	10,0	- 33,5
Hemicelulosa	29	16,3	5,9	- 41,1
Lignina	28	20,4	6,7	- 40,1
Taninos	34	1,1	0,01	- 5,2
Digestibilidad	43	47,8	12,4	- 86,6
Hojas basales				
Materia seca	42	28,4	7,1	- 46,8
Mat. orgánica	29	90,5	83,5	- 96,1
Proteína cruda	41	16,8	5,1	- 31,0
Pared celular	43	55,6	29,2	- 82,8
Celulosa	29	20,4	11,6	- 34,5
Hemicelulosa	29	14,3	2,6	- 35,5
Lignina	28	19,8	7,8	- 39,7
Taninos	36	0,9	0,01	- 4,7
Digestibilidad	29	42,6	10,7	- 82,1
Tallos tiernos				
Materia seca	44	20,8	9,5	- 36,7
Ma. orgánica	31	92,9	88,5	- 96,2
Proteína cruda	43	11,6	5,4	- 31,7
Pared celular	42	65,5	38,1	- 86,8
Celulosa	30	32,0	17,5	- 44,7
Hemicelulosa	30	15,2	4,5	- 23,9
Lignina	30	20,8	10,1	- 30,5
Taninos	41	0,9	0,01	- 6,45
Digestibilidad	44	46,1	14,1	- 88,7

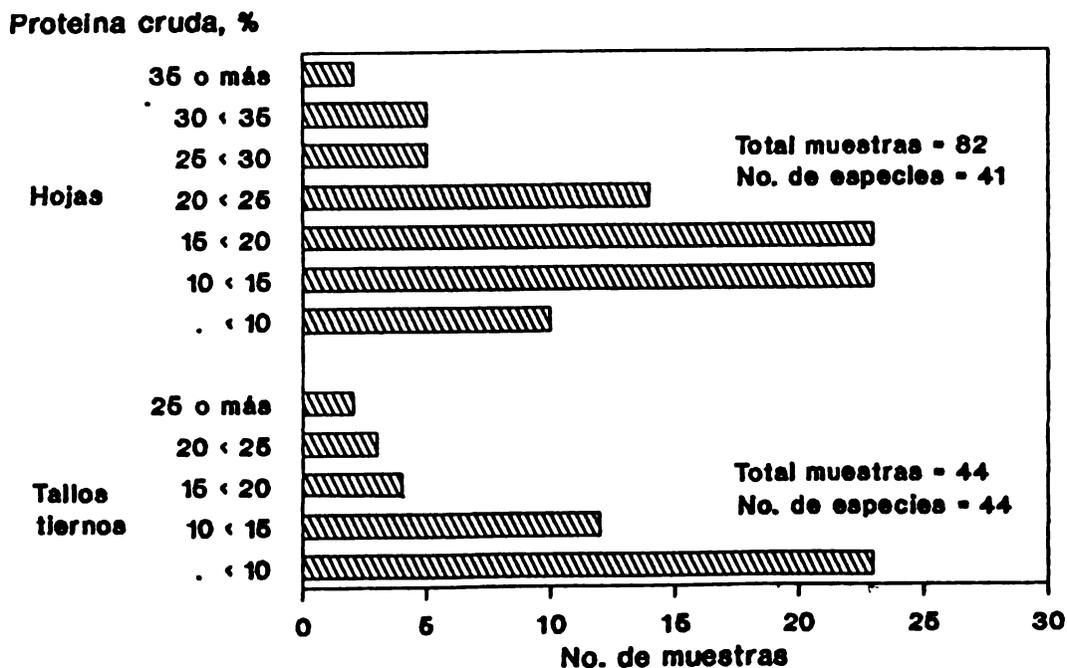


Figura 2. Distribución del contenido de proteína cruda en hoja y tallo tierno de leñosas forrajeras en Puriscal, Costa Rica.

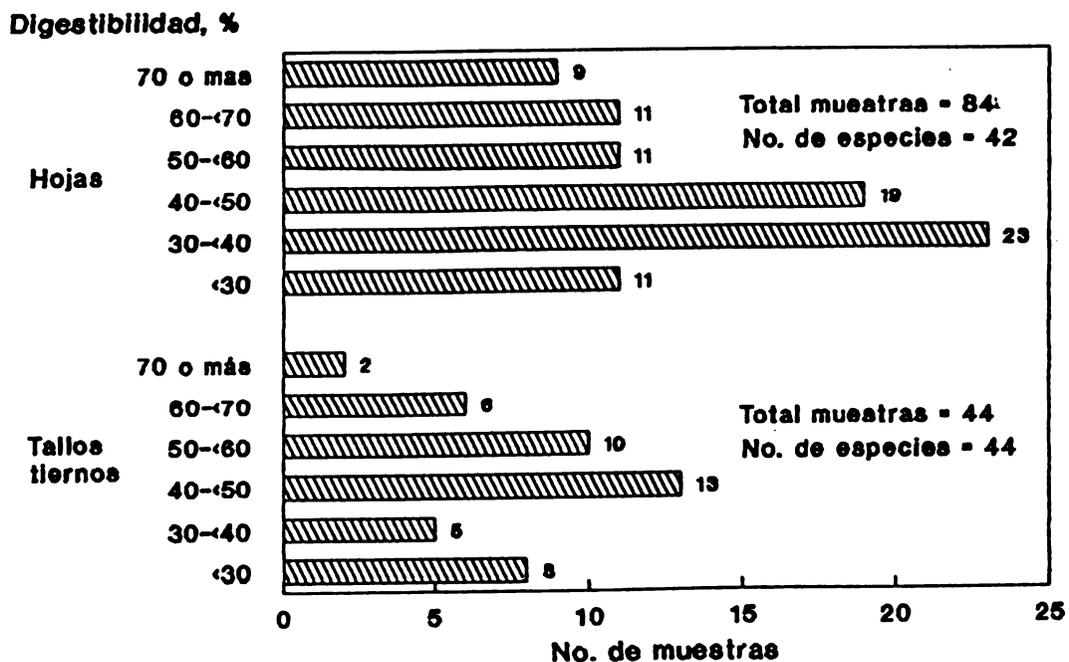


Figura 3. Distribución de la digestibilidad de materia seca en hoja y tallo tierno de leñosas forrajeras en Puriscal, Costa Rica.

Al hacer una comparación, entre los valores promedio del fraccionamiento celular encontrados en las hojas de árboles en el presente trabajo, con datos promedio de nueve pastos tropicales (Van soest, 1983); destaca el hecho de que los contenidos de la pared celular (56,6 vs. 66,3%), la hemicelulosa (16,3 vs. 32,7%) y la celulosa (20,6 vs. 27,4%) son más bajos en las hojas de los árboles que en la de los pastos. Lo contrario sucede para el caso de la lignina (20,4 vs 5,8%). A pesar de este alto contenido de lignina en el forraje arbóreo, según McCammon-Feldman y colaboradores (1981), su efecto se minimiza debido al bajo contenido de pared celular y su reducida asociación con la celulosa.

Con el fin de poder entender algunas relaciones entre la composición química y la DIVMS de hojas y tallos tiernos de las especies forrajeras, se efectuaron regresiones lineales simples. Las variables independientes fueron los contenidos de proteína cruda, pared celular, celulosa, lignina y taninos y la variable de respuesta fue la DIVMS (Figuras 4, 5, 6, 7 y 8). Debido a que no se contó con la información completa para todas las variables, las diferentes regresiones se calcularon con el número de muestras que tenía valores pareados tanto para la variable independiente como para la de respuesta, por lo que cada regresión se estimó con un número diferente de observaciones.

En general, todas las fracciones de composición química utilizadas para el análisis de regresión, explican en buena forma la variabilidad encontrada en la DIVMS. Asimismo, con excepción de la lignina, el contenido de los componentes químicos en las hojas explica, en mejor forma que en los tallos, los cambios en DIVMS. De acuerdo a los coeficientes de determinación encontrados, la pared celular es la fracción que más afecta a los valores de DIVMS. Como era de suponerse, al igual a lo sucedido para la celulosa, lignina y taninos, el contenido de pared celular se relaciona en forma negativa con la DIVMS.

Lo opuesto sucedió con la proteína, en donde de manera muy similar a lo registrado en Guatemala (Mendizábal *et al.*, 1993), la DIVMS del forraje de las leñosas se incrementa a medida que lo hace la proteína cruda. Esto puede tener explicación en que tanto proteína como la DIVMS, aumentan al disminuir la pared celular, por lo que en una forma indirecta se produce una relación positiva entre las dos primeras variables.

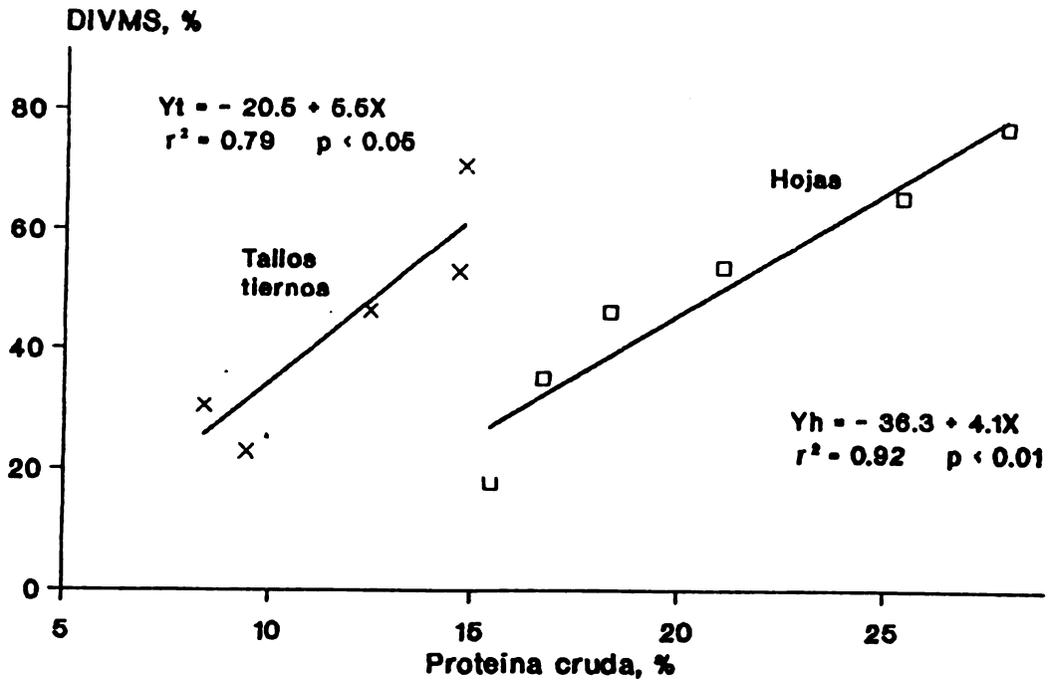


Figura 4. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca en función del contenido de proteína cruda en la biomasa de leñosas forrajeras.

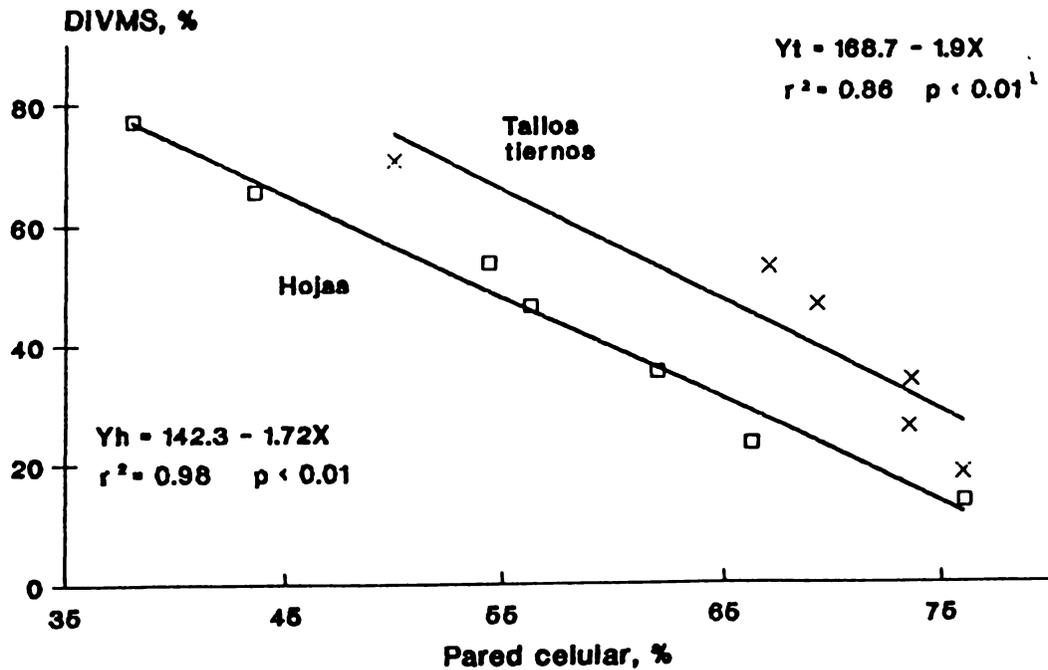


Figura 5. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca en función del contenido de pared celular en el follaje de leñosas forrajeras.

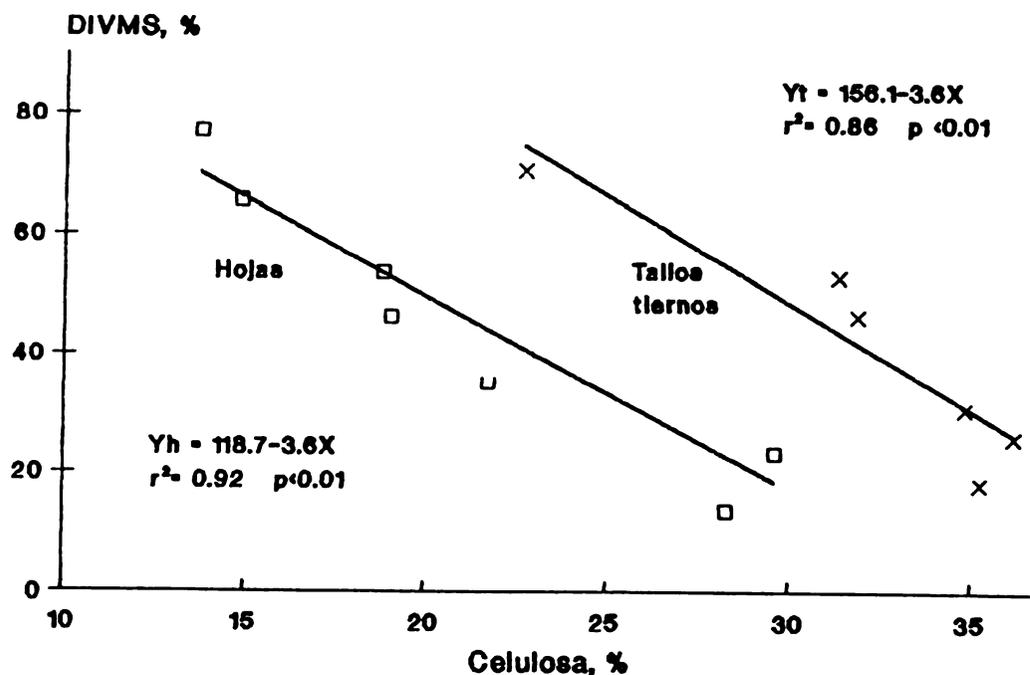


Figura 6. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca en función del contenido de celulosa en la biomasa de leñosas forrajeras.

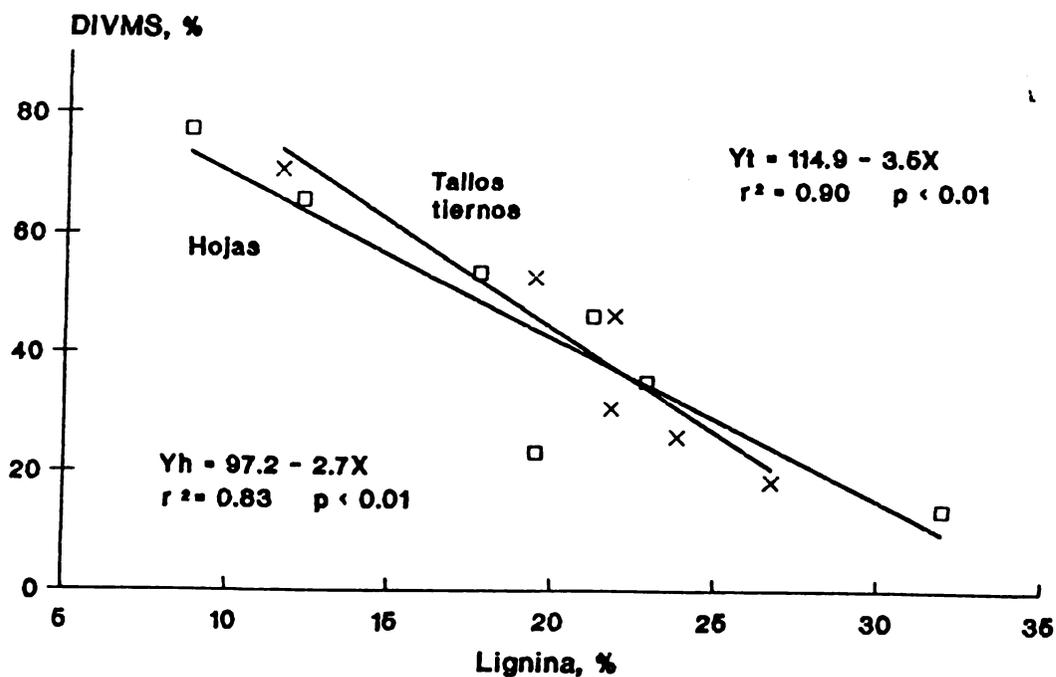


Figura 7. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca en función del contenido de lignina en el follaje de leñosas.

el de las gramíneas de piso, puede ayudar a mejorar la cobertura y la retención del suelo, además de posibilitar un mejor reciclaje nutrientes.

Cuadro 3. Composición química y digestibilidad *in vitro* promedio en el forraje de leñosas forrajeras identificadas en Puriscal.

Especie	MS, %	PC, %	DIVMS, %	P.Cel, %
Hojas apicales				
Chicasquil fino	16,5	42,4	86,6	29,3
Morera	28,7	23,0	79,9	35,4
Chicasquil ancho	9,3	30,8	74,8	33,0
Tora morada	23,0	71,5	46,2	
Tora blanca	20,6	20,8	70,8	39,9
Clavelón ¹	24,8	21,0	70,0	35,0
Guachipelín	41,7	28,6	68,3	49,0
<i>Cassia siamea</i>	26,9	14,4	67,4	48,0
Zorrillo	26,6	42,5	66,9	41,8
Amapola	16,5	22,4	64,5	
Sauco	18,0	28,5	64,4	45,6
Copalchí	31,0	14,3	62,4	62,2
Tallos tiernos				
Chicasquil fino	11,2	27,1	88,7	42,7
Tora morada	15,3	13,5	67,8	46,7
Tora blanca	19,0	10,2	64,9	
Targuá	18,3	11,7	64,4	63,0
Zorrillo	17,5	22,0	55,7	61,8
<i>Cassia siamea</i>	19,7	6,8	51,7	67,8
Copalchí	27,1	9,4	50,6	63,5
Guachipelín	26,3	16,6	49,3	70,4
Sauco	24,0	13,2	48,7	66,7

En este sentido, y con el fin de enfatizar en las especies con mayor potencial forrajero, en el Cuadro 3 se presenta un listado definido con base a un contenido mínimo en las hojas de 14 y 60% de proteína y DIVMS, respectivamente. Las especies que sobresalen por su alto valor de proteína y de DIVMS, y por su bajo contenido de paredes celulares son en orden de importancia; Chicasquil fino (*Cnidocolus aconitifolius*), Chicasquil ancho (*Cnidocolus chayamansa*), Morera (*Morus* spp), Clavelón (*Hibiscus*

Bastante se ha argumentado con respecto a los niveles altos de proteína que presentan los forrajes de árboles y arbustos (Benavides, 1992; Torres, 1985; McCammon-Feldman, 1980) pero poco se ha dicho en relación a la limitante que presentan gran parte de ellos en su contenido de energía. Sin embargo, y de acuerdo a los resultados encontrados en la presente investigación y en otra similar conducida en Guatemala (Mendizábal *et al.*, 1993); en condiciones tropicales es posible seleccionar árboles que prácticamente presentan un alimento balanceado con calidad similar a concentrados comerciales de alta calidad.

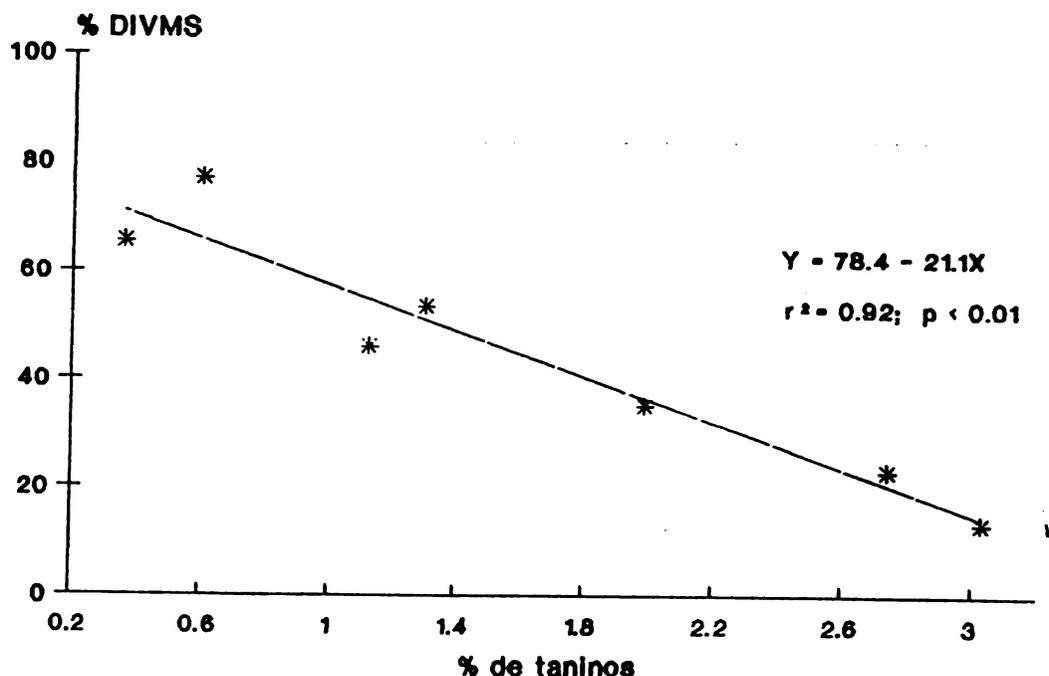


Figura 8. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca en función del contenido de taninos en el follaje de leñosas forrajeras.

Todas las especies indicadas en el Cuadro 3 se encuentran disponibles en la zona de Puriscal, y la mayoría de ellas es de fácil propagación por medio de estacas. Las especies más difíciles de reproducir son el Zorrillo, el Guachipelín y el Guácimo. Agronómicamente, muchas de estas especies se adaptan a suelos ácidos y son poco exigentes en cuanto a calidad de suelo, lo cual puede permitir su propagación en la generalidad de suelos de la región. Por otro lado, su sistema radical más profundo que

rosa-sinensis) y Tora blanca (*Verbesina turbacensis*). Con excepción de la Morera, las especies referidas no se reportan en la literatura mundial como forrajeras. Esto evidencia que la investigación local es muy importante, ya que dentro del germoplasma nativo es posible seleccionar árboles y arbustos de alto valor nutritivo que no se reporta en otras latitudes.

Conclusiones y Recomendaciones

El presente estudio permitió identificar que en la región de Puriscal existe un especies leñosas que, de acuerdo a los productores entrevistados, presentan un buen potencial forrajero. Asimismo, todas las especies identificadas tienen otros usos aparte del forrajero, entre los que se destacan la leña, la ornamentación, cercas vivas, consumo humano, medicinal y sombra.

De acuerdo a los análisis bromatológicos efectuados, existe una gran variación en el contenido de nutrientes entre las especies indentificadas. En general, los niveles de proteína cruda encontrados en hojas e inclusive tallos tiernos son altos, si se comparan con los forrajes tradicionales, mientras que los valores de DIVMS son similares. Los contenidos promedio del fraccionamiento celular con excepción de la lignina, encontrados en el forraje de las leñosas estudiadas, son más bajos que en los pastos, lo que evidencia su mejor calidad.

Se determinó que las diferencias existentes entre el contenido promedio de proteína cruda, pared celular y su fraccionamiento, entre hojas apicales y basales, es poco significativa, no así la de hojas y tallos tiernos. La DIVMS mostró ser un parámetro más estable entre los constituyentes del forraje.

Los resultados de las regresiones evidencian que todas las fracciones de composición química explican en buena forma, la variabilidad encontrada en la DIVMS a través de las especies. Asimismo, se encontró que los contenidos de celulosa, lignina y taninos se relacionan en forma negativa con la DIVMS, mientras que lo opuesto sucedió con la proteína.

De todas las especies caracterizadas sobresalen por su alto porcentaje, tanto de proteína como de DIVMS y por su bajo contenido de paredes celulares en orden de importancia, Chicasquil fino (*Cnidocolus aconitifolius*), Morera (*Morus* sp.),

Chicasquil ancho (*Cnidoscolus chayamansa*), Morera (*Morus spp*), Clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*) y Tora blanca (*Verbesina turbacensis*). De acuerdo a la información disponible y con la excepción de la morera, éstas especies no se han reportado en la literatura mundial como forrajeras, lo cual destaca la importancia de la investigación local.

Para establecer en mejor forma el valor nutritivo de las especies referidas, es necesario completar la información sobre su valor nutritivo a través de pruebas de consumo y producción animal. Después de esta fase es recomendable, con las mejores especies, evaluar técnicas de manejo silvicultural que permitan una producción sostenida y elevada de biomasa. Asimismo, al momento de seleccionar las especies con mejor potencial forrajero, deberá darse peso a los otros usos que los productores pueden dar a estas plantas.

Bibliografía

- AMMOUR, T.; BENAVIDES, J. 1987. Situación de la producción caprina en Centroamérica y República Dominicana. Turrialba, C.R., CATIE. 120 p. (Serie técnica. Informe técnico No. 114)
- BATEMAN, J. V. 1970. Nutrición Animal; Manual de métodos analíticos. México, D.F. Herrero, 488 p.
- BROADHURST, R. B.; JONES, W. T. 1978. Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. J. Sci. Food Agric. 298, 783-794.
- DEVENDRA, C. 1989. The use of shrubs and tree fodders by ruminants. In Devendra C., ed., Shrub and tree fodders for farm animals. Proceedings of a workshop in Denpasar, Indonesia, 2429 july, 1989. International Development Research Center, Ottawa, Ont., Canada. IDRC276e, 4260.
- GOERING, H. K.; van SOEST, P. J. 1970. Forage fiber analysis. Agriculture Research Handbook No 379. ARS-USDA. Washington, D.C.
- TORRES, F. 1985. El papel de las leñosas perennes en los sistemas silvopastoriles. INFORAT. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1985. 121 p.

- HOLDRIDGE, L. R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola. Serie Libros y Materiales Educativos, No. 54, 216 p.
- McCAMMON-FELDMAN, B. 1980. A critical analysis of tropical savana forage consumption and utilization by goats. Ph.D. thesis. Cornell University. Ithaca. New York.
- McCAMMON-FELDMAN, B.; VAN SOEST, P. J., HORVATH, P., McDOWELL, R. E. 1981. Feeding strategy of the goat. Department of Animal Science. Cornell University, New York. Mimeograph 88. 35 p.
- MENDIZABAL, G. 1990. Estudio preliminar del consumo de sauco negro (*Sambucus mexicana*) por cabras estabuladas. Segunda reunión anual del Programa de Cabras. CATIE. Puriscal, Costa Rica.
- MENDIZABAL, G.; ARIAS, R.; BENAVIDES, J. E.; RIOS, E.; MARROQUIN, F. 1993. Utilización del follaje de plantas silvestres en la alimentación de rumiantes, en el Altiplano Occidental de Guatemala. 33 p. (En imprenta).
- MONTAGNE, W., VAN SOEST, P. J. 1983. Body size, Digestive capacity, and feeding strategies of herbivores. Winrock International. U.S.A. 66 p.
- TILLEY, J.; TERRY, K. 1963. A two stages techniques for the in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18(2):131-163.
- VAN SOEST, P. S. 1982. Nutritional ecology of the ruminants. O and B Book inc. Carvallis. OR. 374 p.
- VAN SOEST, P. J; ROBERTSON, J. B. 1985. Analysis of forages and fibrous foods. A laboratory manual for Animal Science 613. Ithaca, New York, EE.UU., Cornell University. 165 p.
- VON PLATEN, H. 1982. Sistemas de finca en Acosta-Puriscal, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica,

Anexo 1. Especies de árboles y arbustos con potencial forrajero según encuestas en la región de Puriscal, Costa Rica.

Familia	Nombre vulgar	Nombre científico	Tipo	Uso
AGAVACEAE	Caña india	<i>Dracaena fragans</i>	Arbusto	Ornamental, cerca viva
ANACARDIACEAE	Jocote no tronador	<i>Spondias purpurea</i> L.	Arbol	Consumo humano, cerca viva, leña
ANACARDIACEAE	Mango	<i>Mangifera indica</i>	Arbol	Consumo humano, leña, melifera
ANACARDIACEAE	Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.	Arbol	Consumo humano, cerca viva
ASTERACEAE	Paiza	<i>Polynnia maculata</i> Cav.	Arbusto	Melifera
ASTERACEAE	Tora amarilla	<i>Tithonia diversifolia</i>	Arbusto	Artesanía, melifera
ASTERACEAE	Tora blanca	<i>Verbesina turbacensis</i> H.B.K.	Arbusto	Construcción jaulas de pájaros
ASTERACEAE	Tora morada	<i>Verbesina myriocephala</i>	Arbusto	Construcción jaulas de pájaros
ASTERACEAE	Tubus	<i>Montanoa dumicola</i> Klatt.	Arbol	Leña, cerca, postes
BIGNONIACEAE	Jicaro	<i>Crescentia alata</i>	Arbol	Leña, artesanía
BIGNONIACEAE	Llama del bosque	<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	Arbol	Ornamental, leña
BIGNONIACEAE	Roble	<i>Tabebuia rosea</i>	Arbol	Forestal, leña, ornam, medicinal
BURSERACEAE	Jinocube	<i>Bursera simarouba</i> (L) Sar	Arbol	Cerca viva, leña, medicinal
CAESALPINIACEAE	Candelillo	<i>Cassia laevigata</i>	Arbol	Forestal, leña
CAESALPINIACEAE	Cassia siamea	<i>Cassia siamea</i>	Arbol	Leña, cerca viva
CAPRIFOLIACEAE	Sauco	<i>Sambucus mexicana</i>	Arbusto	Ornamental, medicinal, forraje
CECROPIACEAE	Guarumo	<i>Cecropia obtusifolia</i> Bertoloni	Arbol	Artesanía, medicinal
CONVOLVULACEAE	Churristate	<i>Ipomoea</i> sp.	Hierba	Alimentación conejos
DILLENIACEAE	Chumico del desierto	<i>Curatella americana</i> L.	Arbusto	Adaptación a sitios degradados
EUPHORBIACEAE	Copalchi	<i>Croton niveus</i>	Arbol	Leña, cerca viva, tapavientos
EUPHORBIACEAE	Chicasquil ancho	<i>Cnidoscolus chayamansa</i>	Arbusto	Consumo humano, medicinal
EUPHORBIACEAE	Chicasquil fino	<i>Cnidoscolus aconitifolius</i> Mill.	Arbusto	Consumo humano, medicinal
EUPHORBIACEAE	Targuá	<i>Croton gossypifolius</i> Vahl.	Arbol	Leña, cerca, protección aguas.
quebradas, medicinal				
EUPHORBIACEAE	Canilla de mula	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.	Arbusto	
Lauraceae	Quizarrá	<i>Nectandra globosa</i> Aubl.Mez.	Arbol	Leña, cerca viva, alimento para aves
Liliaceae	Itabo	<i>Yucca elephantipes</i> Regel	Arbusto	Ornamental, cerca, alimento, protección
suelo				

Continuación Anexo 1

Familia	Nombre vulgar	Nombre científico	Tipo	Uso
MALVACEAE	Amapola	<i>Malvaviscus arboreus</i>	Arbusto	Ornamental, forraje, artesanía
MALVACEAE	Clavelón	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	Arbusto	Ornamental, forraje
MIMOSACEAE	Cujiniquill	<i>Inga sp.</i>	Arbol	Leña, alimento
MIMOSACEAE	Guaba criolla	<i>Inga spp.</i>	Arbol	Leña, sombra, cerca, frutal
MIMOSACEAE	Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Arbol	Leña, sombra, maderable
MORACEAE	Higuerón blanco	<i>Ficus costarricana</i>	Arbol	Sombra, ornamental, leña
MORACEAE	Higuerón colorado	<i>Ficus costarricana</i>	Arbol	Sombra, ornamental, leña
MORACEAE	Higuerón rosado	<i>Ficus colubrinae Standley</i>	Arbol de sombra,	ornamental, leña
MORACEAE	Laurel de la india	<i>Ficus benjamina</i>	Arbol	Ornamental, cerca viva, leña
MYRSINACEAE	Ratón blanco	<i>Rapanea pellucidopunctata Oerst.</i>	Arbol	Leña
MYRSINACEAE	Ratón rosado	<i>Rapanea pellucidopunctata Oerst.</i>	Arbol	Leña
MYRTACEAE	Manzana Rosa	<i>Syzygium jambos</i>	Arbol	Consumo humano, leña, protección de
aguas				
PAPILIONACEAE	Guachipelín	<i>Dyphysa robinoides Benth</i>	Arbol	madera, cerca, artesanía, ornamental y
leña				
PAPILIONACEAE	Poró criollo	<i>Erythrina costarricensis Micheli</i>	Arbol	Sombra, leña, forraje, cerca, alimento
SOLANACEAE	Cuernavaca	<i>Solanum sp.</i>	Arbol	Sombra del café, ornamental
SOLANACEAE	Gúitite	<i>Acnistus arborescens L.</i>	Arbusto	Leña, alimento aves
SOLANACEAE	Zorrillo	<i>Cestrum baenitzii Lingels</i>	Arbol	Consumo humano, leña
STERCULIACEAE	Guácimo común	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Arbol	Leña, sombra, industria azúcar, forraje
TILIACEAE	Guácimo macho	<i>Luehea speciosa Willd.</i>	Arbol	Leña, sombra, industria azúcar, forraje
TILIACEAE	Burio	<i>Helicarpus appendiculatus Turcz</i>	Arbol	Artesanía
TILIACEAE	Mozote blanco	<i>Triumfetta semitrifida Jacq.</i>	Arbusto	Consumo humano, medicinal
ULMACEAE	Capulín	<i>Threma micrantha L.</i>	Arbol	Maderable, leña, alimento aves
URTICACEAE	Palo de Agua	<i>Urtica caracasana, Jacq. Griseb</i>	Arbol	Protección de quebradas
VERBENACEAE	Rabo de gato morado	<i>Stachytarpheta franzii Polak</i>	Arbusto	Ornamental en cercas, medicinal
VERBENACEAE	Rabo de gato rosado	<i>Stachytarpheta franzii Polak</i>	Arbusto	Ornamental en cercas, medicinal

Anexo 2. Número de especies por familia de árboles y arbustos identificados en la región de Puriscal, Costa Rica.

Familia	No. de especies
EUPHORBIACEAE	5
ASTERACEAE	5
MORACEAE	4
TILIACEAE	3
SOLANACEAE	3
MIMOSACEAE	3
BIGNONIACEAE	3
ANACARDIACEAE	3
VERBENACEAE	2
PAPILIONACEAE	2
MYRSINACEAE	2
MALVACEAE	2
CAESALPINIACEAE	2
URTICACEAE	1
ULMACEAE	1
STERCULIACEAE	1
MYRTACEAE	1
LILIACEAE	1
LAURACEAE	1
DILLENACEAE	1
CONVOLVUACEAE	1
CECROPIACEAE	1
CAPRIFOLIACEAE	1
BURSERACEAE	1
AGAVACEAE	1
Total	51

Anexo 3. Número de leñosas con potencial forrajero según su forma de crecimiento.

Tipo	No especies
Arboles	33
Arbustos	17
Hierbas	1
Total	51

Anexo 4. Composición química y digestibilidad *in vitro* de hojas apicales de leñosas forrajeras identificadas en Puriscal.

Especie	MS, %	PC, %	DIVMS, %	P.Cel, %
Aguacatillo	42,3	12,6	32,0	69,5
Amapola ¹	16,5	22,4	54,5	
Burio	27,0	23,4	35,7	67,6
Candelillo	31,4	40,3	50,4	54,8
Canilla de Mula	29,5	17,7	35,9	56,2
Caña India	12,7	13,1	47,5	67,6
Capulín	34,4	14,2	37,3	45,3
Cassia sjamea	26,9	14,4	67,4	48,0
Clavelón ¹	24,8	21,0	70,0	35,0
Copalchí	31,0	14,3	62,4	62,2
Cuajiniquil	26,1	23,0	14,7	87,9
Cuernavaca		23,5	42,3	62,1
Chicasquil ancho	9,3	30,8	74,8	33,0
Chicasquil fino	16,5	42,4	86,6	29,3
Chumico desierto	21,7	9,5	12,4	74,1
Churristate ¹			63,0	45,3
Guaba criolla	33,6	22,8	15,6	78,3
Guácimo común	37,6	23,1	56,6	58,9
Guácimo macho	43,1	15,2	30,9	56,7
Guachipelín	41,7	28,6	68,3	49,0
Guarumo	19,7	19,1	40,7	52,2
Higuerón blanco	34,0	11,4	37,8	74,5
Higuerón colorado	34,9	9,4	28,4	52,8
Higuerón rosado	31,0	12,9	33,3	65,1
Itabo	18,3	5,9	63,2	47,8
Jícara	28,7	16,3	34,4	70,3
Jinocuabe	23,8	32,0	38,0	62,0
Jocote ¹	23,7	16,5	56,6	48,9
Laurel de la India	33,1	8,3	46,9	64,8
Llama del bosque	23,5	13,6	38,2	56,5
Mango	20,6	16,3	48,5	50,5
Manzana rosa	33,5	9,6	33,4	43,8
Morera	28,7		79,9	35,4
Mozote blanco	20,4	19,9	37,0	60,1
Palo de agua	24,1	12,5	45,4	57,6
Paira	15,9	31,3	52,9	50,4
Poró Criollo ¹	22,2	25,6	42,8	61,0
Rabo de gato morado	19,7	20,7	48,2	56,7
Rabo de gato rosado	24,0	19,1	48,2	57,7
Ratón blanco	25,7	10,3	31,3	48,5
Roble	42,2	17,9	33,0	64,8
Sauco	18,0	28,5	64,4	45,6
Targuá	26,1	26,8	57,5	54,6
Tora amarilla	13,2	20,1	50,7	61,0
Tora blanca	20,6	20,8	70,8	39,9
Tora morada		23,0	71,5	46,2
Tubus	20,7	18,1	40,9	54,9
Zorrillo	26,6	42,5	66,9	41,8

1/ El dato proviene del promedio de hojas basales y apicales

Anexo 5. Composición química y digestibilidad *in vitro* promedio en las hojas basales de las leñosas forrajeras identificadas en Puriscal.

Especie	MS, %P.C., %DIVMS, %P.Celular, %			
Aguacatillo	46,6	12,2	34,5	66,5
Burio	27,6	21,9	30,7	64,0
Candelillo	34,7	37,2	47,6	54,8
Canilla de Mula	31,7	17,3	33,0	63,6
Caña India	15,3	18,5	45,8	70,3
Capulín	40,1	14,2	40,5	47,7
Cassia siamea	22,4	13,3	53,9	59,5
Copalchí	35,8	12,3	58,1	56,6
Cuajiniquil	44,7	21,2	10,7	82,8
Cuernavaca	19,8	22,7	39,9	67,5
Chicasquil ancho	7,1	22,8	70,2	37,8
Chicasquil fino	19,6	40,9	82,1	29,2
Chumico desierto	19,9	6,8	13,7	57,0
Guaba criolla	43,7	20,9	16,1	75,6
Guácimo común	37,0	19,5	54,1	52,8
Guácimo macho	46,8	14,9	25,7	60,5
Guachipelín	28,7	25,1	71,3	46,5
Guaramo	23,1	14,6	38,7	54,0
Higuerón blanco	28,3	13,2	49,0	64,9
Higuerón colorado	27,7	11,8	29,5	53,3
Higuerón rosado	33,5	12,6	39,6	70,0
Itabo	23,3	5,1	61,6	49,8
Jícaro	32,5	17,2	32,0	70,7
Jinocuabe	34,2	25,9	43,6	42,6
Laurel de la India	40,2	7,5	48,8	61,8
Llama del bosque	27,2	13,0	48,5	54,2
Mango	51,3	8,8	29,4	53,4
Manzana rosa	35,8	9,3	35,5	54,4
Morera	29,2		77,4	34,9
Mozote blanco	22,0	19,7	36,9	55,3
Palo de agua	21,7	12,5	48,5	52,5
Paira	16,9	25,1	48,9	45,9
Rabo de gato morado	18,0	16,6	50,8	52,6
Rabo de gato rosado	22,6	16,2	51,3	51,7
Ratón blanco	25,0	9,1	33,9	48,5
Roble	43,0	17,7	31,2	65,5
Sauco	17,3	25,1	66,1	39,5
Targuá	29,5	12,7	53,2	55,0
Tora amarilla	13,4	15,6		52,9
Tora blanca	23,3	18,6	62,7	47,5
Tora morada	27,6	17,6	68,1	41,3
Tubus	19,5	16,0	45,9	44,0
Zorrillo	30,4	40,6	61,2	40,5

Anexo 6. Composición química y digestibilidad *in vitro* promedio en los tallos tiernos de las leñosas forrajeras identificadas en Puriscal.

Especie	MS, %	PC, %	DIVMS, %	P.Cel, %
Aguacatillo	32,9	6,3	25,0	76,5
Burio	17,5	9,3	47,4	70,2
Candelillo	20,0	24,4	48,9	72,4
Cañilla de Mula	33,3	8,3	29,3	77,8
Caña India	6,3	24,6	64,3	48,3
Capulín	26,2	7,8	22,1	65,8
Cassia siamea	19,7	6,8	51,7	67,8
Copalchí	27,1	9,4	50,6	63,5
Cuajiniquil	13,4	17,4	19,5	86,6
Cuernavaca	15,2	7,9	41,6	74,3
Chicasquil ancho	9,5			
Chicasquil fino	11,2	27,1	88,7	42,7
Chumico desierto	20,3	5,4	14,1	74,6
Guaba criolla	29,7	18,7	26,8	74,6
Guácimo común	29,9	8,1	30,5	71,9
Guácimo macho	30,5	7,2	25,6	64,7
Guachipelín	26,3	16,6	49,3	70,4
Guaramo	12,8	10,1	48,6	70,0
Higuerón blanco	26,0	5,7	29,2	85,7
Higuerón colorado	30,2	6,2	37,1	56,2
Higuerón rosado	15,7	10,3	52,3	67,8
Itabo	10,4	3,0	73,9	38,1
Jícaro		12,1		55,0
Jinocuabe	18,0	26,1	45,9	68,7
Laurel de la India	29,4	6,9	51,2	64,0
Llama del bosque	18,6	6,4	43,4	70,0
Mango	16,9	6,7	60,9	47,5
Manzana rosa	32,9	9,8	19,3	66,5
Mozote blanco	20,9	5,5	44,1	61,1
Palo de agua	12,2	9,8	48,7	43,8
Rabo de gato morado	19,8	11,2	42,7	78,3
Rabo de gato rosado	21,2	10,6	47,8	63,5
Ratón blanco	14,0	6,9	21,5	57,3
Roble	21,5	7,8	54,5	63,1
Sauco	24,0	13,2	48,7	66,7
Targuá	18,3	11,7	64,4	63,0
Tora amarilla	7,5	10,3	60,8	61,1
Tora blanca	19,0	10,2	64,9	
Tora morada		13,5	67,8	46,7
Tubus	14,0	18,0	52,0	
Zorrillo	17,5	22,0	55,7	61,8

Anexo 7. Contenido promedio (%) de las fracciones de la pared celular y taninos en las hojas apicales de leñosas forrajeras identificadas en Puriscal, Costa Rica.

Especie	M.O.	Componente, %			TAN
		Hemic	CEL	LIG	
Aguacatillo	94,5	25,4	29,1	16,8	5,20
Burio	93,3	23,2	15,3	29,1	0,50
Candelillo	94,1	23,1	16,2	12,4	
Canilla de Mula	84,3	13,1	20,3	17,2	1,75
Caña India					0,01
Capulín	89,8	5,9	19,4	16,6	4,61
Copalchí					0,02
Cuajiniquil	94,2	12,5	33,5	40,1	
Cuernavaca					0,02
Chicasquil ancho					0,05
Chicasquil fino	90,3	5,9	10,0	6,7	1,20
Chumico desierto	93,8	11,7	26,3	31,1	3,44
Guaba criolla	95,7	16,0	31,4	31,2	1,62
Guácimo común	92,3	29,9	21,2	14,1	
Guácimo macho	96,2	17,3	22,1	17,5	3,42
Guachipelín	93,4	26,8	13,7	7,7	0,08
Guaramo	90,6	12,0	17,1	22,0	4,65
Higuerón blanco	91,9	13,2	28,1	33,2	2,64
Higuerón rosado	92,6	9,6	26,1	29,2	6,05
Itabo					0,02
Jícaro	90,5	18,7	23,9	28,3	0,25
Jinocuabe	93,9	15,9	18,0	22,6	6,33
Laurel de la India					0,01
Llama del bosque	94,0	11,1	26,4	21,5	0,64
Mango	95,3	21,4	17,4	11,6	0,26
Manzana rosa	96,2	6,1	22,0	15,4	3,11
Morera					0,01
Mozote blanco	92,3	17,8	17,9	25,1	2,25
Paira	80,2				0,19
Rabo de gato morado	93,3	5,9	16,6	33,1	0,37
Rabo de gato rosado	91,9	10,8	14,2	30,4	0,18
Ratón blanco					0,07
Roble	94,3	11,0	25,3	28,4	0,30
Sauco	89,8	13,9	16,7	14,8	
Targuá	92,5	20,3	21,0	13,0	2,29
Tora amarilla	90,2				0,01
Tora blanca	86,5	13,0	15,8	9,6	0,20
Tora morada	87,1	18,6	16,3	11,0	0,42
Tubus		5,7	15,6	35,3	0,33
Zorillo	89,1	17,7	10,7	8,2	1,05

Anexo 8. Contenido promedio (%) de las fracciones de la pared celular y taninos en las hojas basales de leñosas forrajeras identificadas en Puriscal, Costa Rica.

Especie	M.O. %	Componente, %			TAN
		Hemic	CEL	LIG	
Aguacatillo	93,2	24,7	26,9	14,7	4,68
Burio	92,4	15,3	15,7	32,9	0,33
Candelillo	92,6	24,4	19,1	11,3	
Canilla de Mula	83,5	12,2	24,1	20,9	0,10
Caña India					0,01
Capulín	87,2	2,6	19,1	20,3	5,88
Cassia siamea					0,02
Copalchí					0,02
Cuajiniquil	92,2	8,8	31,6	39,7	
Cuernavaca					0,02
Chicasquil ancho					0,03
Chicasquil fino	89,1	7,3	11,6	7,8	0,84
Chumico desierto	84,2	5,2	18,5	17,7	4,03
Guaba criolla	95,6	10,1	34,5	28,4	2,98
Guácimo común	90,6	21,4	18,6	12,1	2,35
Guácimo macho	95,3	13,7	26,7	19,5	3,25
Guachipelín	94,2	22,2	14,9	8,6	0,13
Guaramo	89,4	15,5	16,5	20,0	0,64
Higuerón blanco	89,8	17,4	21,4	24,8	1,60
Higuerón colorado					0,11
Higuerón rosado	91,5	17,3	26,0	26,4	4,63
Jícaro	90,8	35,2	15,5	14,2	0,40
Jinocuabe	91,0	6,5	15,8	11,8	
Laurel de la India					0,01
Llama del bosque	92,6	8,9	24,5	20,7	0,38
Mango	91,4	10,4	23,4	15,8	2,00
Manzana rosa	96,1	15,9	22,4	14,9	1,01
Morera					0,01
Mozote blanco	92,3	16,3	15,6	23,5	2,22
Paira	73,5	2,9	15,7	18,2	0,25
Rabo de gato morado	91,0	3,9	16,6	31,8	0,22
Rabo de gato rosado	85,8	6,4	14,4	26,2	
Ratón blanco					0,07
Roble	93,9	9,9	24,8	31,0	0,02
Sauco	86,9	11,3	15,6	14,1	0,02
Targuá	89,5	16,4	23,2	14,4	1,33
Tora amarilla	92,9				0,02
Tora blanca	83,6	13,6	16,1	15,0	0,30
Tora morada	85,1	12,1	16,0	12,2	0,33
Tubus	90,6	8,5	14,6	35,0	0,26
Zorillo	85,9	11,7	14,9	13,4	0,78

Anexo 9. Contenido promedio (%) de las fracciones de la pared celular y taninos en tallos tiernos de leñosas forrajeras identificadas en Puriscal, Costa Rica.

Especie	M.O. %	Hemic	CEL	LIG	TAN
Aguacatillo	93,8	13,3	39,9	23,2	2,83
Burio	91,6	18,5	32,8	18,9	0,17
Candelillo	95,0	19,5	36,8	17,1	0,13
Canilla de Mula	94,0	14,6	42,0	21,3	5,10
Caña India					0,02
Capulín	93,2	11,6	28,0	24,9	6,45
Cassia siamea					0,01
Copalchí					0,02
Cuajiniquil	94,1	17,8	41,2	27,5	0,21
Cuernavaca					0,01
Chicasquil fino	88,5	10,6	17,5	10,7	0,72
Chumico desierto	94,9	11,7	32,0	29,3	4,08
Guaba criolla	94,8	16,7	33,4	23,4	0,09
Guácimo común	91,1	20,6	22,9	28,1	2,68
Guácimo macho	30,5	23,9	34,8	17,1	5,45
Guachipelín	95,8	19,0	30,4	20,1	0,05
Guaramo	89,1	18,8	27,5	22,4	3,90
Higuerón blanco	92,7	10,3	44,7	30,5	0,09
Higuerón colorado					0,16
Higuerón rosado	90,1	15,4	30,5	22,4	0,33
Itabo					0,05
Jinocuabe	93,0	16,3	28,5	19,8	0,68
Llama del bosque	94,1	9,9	40,9	19,5	0,41
Mango	94,6	15,7	22,8	10,1	0,14
Manzana rosa	96,2	10,3	32,5	23,3	0,95
Morera					0,02
Mozote blanco	91,5	4,5	37,6	20,4	0,10
Palo de agua					0,01
Poró Criollo	91,4	16,8	34,8	18,1	0,26
Rabo de gato morado	90,5	13,0	35,1	30,0	0,13
Rabo de gato rosado	92,9	13,7	25,2	25,0	0,27
Ratón blanco					0,06
Roble	93,2	11,1	30,0	23,4	0,12
Sauco	93,2	15,7	33,1	17,9	0,15
Targuá	92,6	17,8	29,9	15,3	0,38
Tora amarilla					0,01
Tora morada	93,1	16,2	20,5	10,2	0,26
Zorrillo	90,8	18,6	27,5	14,9	0,25

Identificación y caracterización de plantas silvestres utilizadas en la alimentación de rumiantes en el Altiplano Occidental de Guatemala

Gabriel Mendizabal¹, Fernando Marroquín², Edgar Ríos², Rodrigo Arias³, Jorge Benavides⁴

Introducción

En el Altiplano Occidental de Guatemala, como en casi toda la región Centroamericana, las condiciones alimenticias son determinantes en el éxito de la explotación de animales domésticos. Además de lo anterior, y debido al pequeño tamaño de las fincas, la disponibilidad de área define los elementos principales de los dos sistemas de alimentación animal más comunes. Ambos sistemas se basan en la utilización de los sotobosques que generalmente son de propiedad comunal o estatal. En el primero de ellos, se manejan bovinos en confinamiento y se practica el corte, acarreo y suministro de plantas silvestres. En el segundo se explotan rumiantes menores (cabras y ovejas) que diariamente salen a ramonear la vegetación que crece bajo los árboles.

Para mejorar la situación de la actividad ganadera en la región, el Programa de Especies Menores del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) tiene los siguientes objetivos relacionados con los sistemas de alimentación con rumiantes menores: i) el mejoramiento del nivel alimenticio y productivo de los animales; ii) la utilización de recursos disponibles en la pequeña finca y accesibles por el productor y iii) garantizar la seguridad alimentaria y mejoramiento del nivel de vida de la familia rural.

La explotación de rumiantes menores, es una actividad muy generalizada en los pequeños agricultores del Altiplano Occidental de Guatemala donde existen 771 863 cabezas de cabras y ovejas. Sin embargo el manejo es tradicional y la productividad de los animales es baja (Arias, 1987). Dos de las causas de la poca productividad son el sobrepastoreo y el desconocimiento por

1/ Ing. Agr. Zoot., Programa de Especies Menores, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Guatemala.

2/ Lic. Zoot., Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Guatemala.

3/ M. Sc., Dirección Técnica Producción Animal, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Guatemala

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

los productores de técnicas más apropiadas de producción, que permitan hacer un uso más intensivo y racional de los recursos existentes en sus sitios de trabajo.

No obstante lo anterior, el uso permanente de los sotobosques para alimentar los animales ha permitido, a los productores del Altiplano Occidental desarrollar conocimientos y técnicas empíricas sólidas sobre el uso del forrajero de numerosas plantas silvestres. A partir de tales antecedentes, con el presente trabajo se ha pretendido conocer las características botánicas, bromatológicas y de localización de las plantas silvestres, aprovechando la experiencia de los productores, en tres sitios del Altiplano Occidental. También se ha buscado determinar la forma tradicional de utilización de las mismas de manera que la información pueda servir para el desarrollo de futuras actividades de investigación, divulgación y asistencia técnica.

Materiales y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en 1986 y 1987 en los departamentos de San Marcos (entre 2500 y 2950 msnm); Huehuetenango (entre 1800 y 3100 msnm) y Totonicapán (entre 2494 y 2800 msnm). En el Altiplano Occidental de Guatemala la precipitación anual es bimodal y varía entre 1000 y 1800 mm, reportándose un promedio de 120 días lluviosos (ICTA, 1984). Las zonas de vida características son: bosque húmedo montano-bajo subtropical; bosque muy húmedo montano-bajo subtropical y bosque húmedo subtropical (Holdridge, 1978). En general estas zonas de vida se localizan en todos los departamentos debido a las fuertes variaciones de altitud dentro de cada uno.

La metodología utilizada para la investigación con leñosas forrajeras, es un proceso que se inicia con la identificación de las especies botánicas y la caracterización del manejo agronómico que el productor utiliza (Benavides, 1991). Para ello se parte de la información recabada mediante encuestas directas a los productores y de la recolección de muestras de plantas, tanto para su análisis en el laboratorio, como para su clasificación taxonómica. En el presente trabajo la encuesta se dirigió a productores que explotan rumiantes (Bovinos, caprinos y ovinos) en diferentes comunidades que fueron tomados al azar aprovechando las rutas de trabajo de los técnicos del ICTA. A partir de la información obtenida, se recolectaron muestras de biomasa de las plantas para su posterior análisis bromatológico en el laboratorio.

En el sondeo se buscó información sobre las especies que se utilizan para alimentar animales y sobre la forma de uso y parte de la planta utilizada. También, durante la recolección de las muestras se anotaron la localidad, la altitud y el nombre común de las plantas. A partir de esta información se recolectaron muestras de cada especie para su clasificación botánica en la Facultad de Agronomía la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) y muestras de hojas para determinar los contenidos de materia seca (MS) y de proteína cruda (PC) en el Instituto de Nutrición para Centro América y Panamá (INCAP). Con los datos del sondeo se realizaron estudios de frecuencia para conocer el comportamiento de las variables de sitio, forma de uso de la planta y su contenido de proteína cruda.

Además de las muestras iniciales, se tomaron muestras de hojas y tallos tiernos de algunas de las especies leñosas para ser analizadas en el laboratorio de bromatología del Area Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica. Los análisis realizados fueron digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) por el método de dos etapas (Tilley y Terry, 1963); proteína cruda (PC) por el método de micro-Kjeldall (Bateman, 1970); celulosa (CEL), hemicelulosa (HEMI), lignina (LIG) y pared celular (PCEL) por el método de detergentes (Goering y van Soest, 1970); taninos (TAN) por el método de vainillina (Broadhurst y Jones, 1978) y materia orgánica (MO) por gravimetría.

Con los datos obtenidos de los análisis de laboratorio se evaluó la relación existente entre la DIVMS con los otros componentes químicos de la biomasa por medio de regresiones lineales.

Resultados y discusión

Identificación, localización y clasificación botánica

En total se identificaron 95 plantas con potencial forrajero correspondientes a 82 especies y 31 familias en los tres sitios de estudio (Figura 1). El 37,3% de las especies pertenecen a 4 familias: Asteraceae, Cesalpiniaceae, Graminae y Solanaceae. Destaca la primera de estas familias con el 24.1% del total de las especies. En San Marcos se encontró el mayor número de plantas que representaron aproximadamente la mitad del total de reportadas en los tres sitios (Cuadro 1). Por el contrario en Totonicapán sólo se reportó el 7% de las plantas. En los anexos 1a, 2a, 4a, 5a, 7a y 8a se muestran las especies, la familia a la que pertenecen, el nombre común y científico, la localidad y la altitud en que se identificaron.

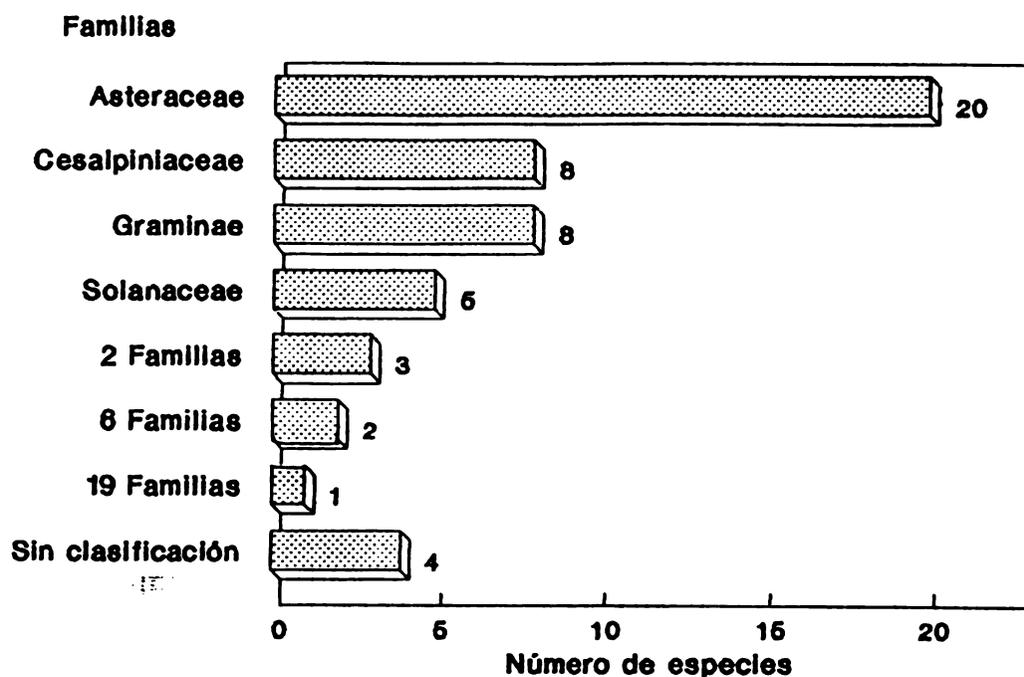


Figura 1. Número de especies por familia con potencial forrajero identificadas en el Altiplano Occidental de Guatemala.

La mayor parte de las plantas reportadas se localiza entre los 2000 y 3000 msnm, encontrándose el 38,9% de ellas entre los 2500 y los 2750 msnm (Figura 2). Sin embargo existen importantes variaciones entre sitios, destacándose el departamento de Huehuetenango, en donde la mayor parte de las plantas se encuentra por debajo de los 2000 msnm y en donde existen las especies con mayores rangos de distribución altitudinal (Cuadro 2).

Cuadro 1. Forma de uso y parte usada de la biomasa de plantas silvestres forrajeras en tres sitios del Altiplano Occidental de Guatemala

Sitio	No. de plantas	Forma de uso, %		Parte utilizada, %		
		Corte	P R ¹	Hoja	H+Tt ²	Total
San Marcos	43	79	21	0	53	47
Huehuetenango	32	42	58	11	38	52
Totonicapán	7	78	22	11	89	0
Total	82	65	35	5	51	44

1/ Pastoreo y ramoneo. 2/ Hoja y tallo tierno

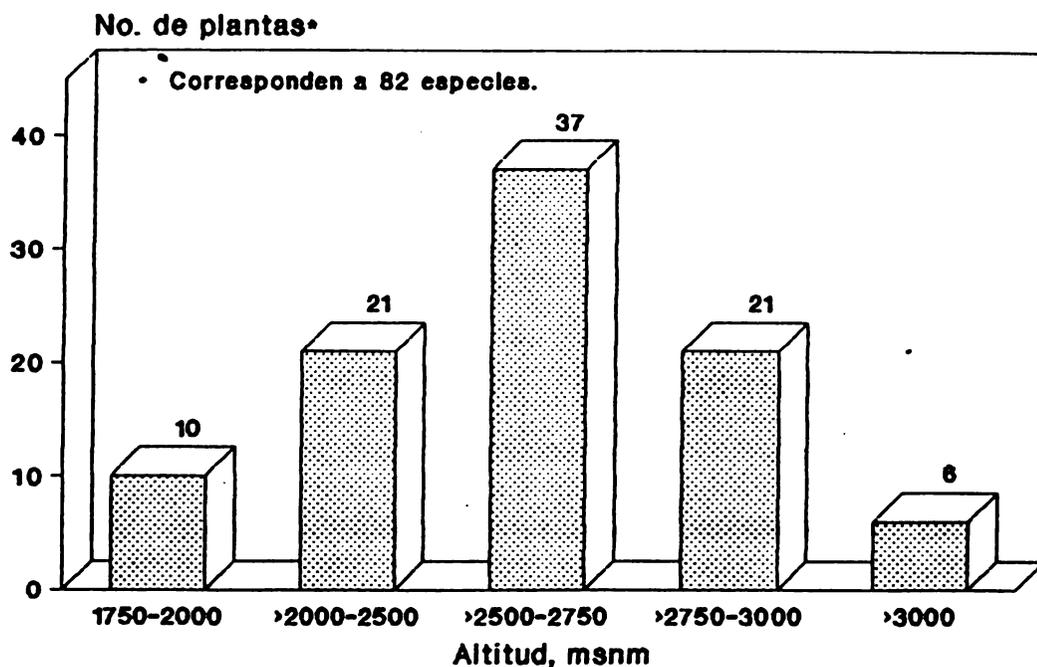


Figura 2. Distribución de las especies con potencial forrajero según altitud en el Altiplano Occidental de Guatemala.

Forma de uso

El corte y acarreo, es la forma de uso más común de las plantas forrajeras fue reportada para la mayoría de las especies. Le siguen el pastoreo y el ramoneo en el 35% de los casos. Sin embargo estas proporciones varían dentro de sitios. Mientras que en San Marcos y Totonicapán prevalece el corte, en Huehuetenango es más común el pastoreo y el ramoneo. Esto posiblemente está determinado por la menor disponibilidad de tierra por habitante y la mayor cantidad de minifundios que existes en los dos primeros sitios y que obliga al uso más intensivo de la tierra al disminuir las posibilidades de pastoreo.

En la mayor parte de las plantas se utiliza el total de su biomasa o las hojas con el tallo tierno. Solamente en el 5,3% de las especies se utiliza sólo la hoja. Existen variaciones entre sitios pudiendo observarse que no se reportan especies en Huehuetenango que sean utilizadas en forma total; mientras que en San Marcos y Huehuetenango se utiliza toda la biomasa de las plantas en más del 50% de los casos. En los cuadros 3a, 6a y 9a del anexo se muestra la forma de uso y la parte usada de cada una de las especies identificadas en los tres sitios de estudio.

Cuadro 2. Altitudes en las que se localizan plantas silvestres forrajeras en tres sitios del Altiplano Occidental de Guatemala.

Sitio	Altitudes promedio, msnm			Diferencia
	Mínima	Máxima	Promedio	
San Marcos	2642	2852	2747	210
Huehuetenango	1973	2745	2359	772
Totonicapán	2698	2800	2749	102

Características bromatológicas

Contenido de proteína

Con la información del primer muestreo se analizó la distribución de las plantas en términos de su contenido de PC (Figura 3). Tomando en cuenta que la mayoría de las plantas identificadas son leñosas, los datos coinciden con lo planteado en otros trabajos realizados con leñosas forrajeras (Benavides, 1991) en el sentido de que la mayoría de ellas contiene altos niveles de PC, superando ampliamente al de los pastos tropicales. El 37.8% de las plantas reportadas tiene porcentajes de PC superiores al 20%, de las cuales la tercera parte supera el 25%. Se destaca la familia Caprifoliaceae cuyas especies en promedio contienen más de 25% de PC y las familias Euphorbiaceae, Cruciferae, Leguminoseae, Solanaceae y Polygonaceae con valores promedio superiores al 20%. En el Cuadro 3 se muestran las especies con porcentajes de PC superiores al 20%. Destacan las especies Alfalfa de vara (*Melilotus indica*), Higuerrillo (*Ricinus comunis*), Miche o pito (*Erythrina* sp.), Saclá (?), Monte negro (*Artemisia* sp.) y Sicabe (*Lepidium virginicum*) con valores superiores al 30%.

Los datos del segundo muestreo se muestran en el Cuadro 4. Pueden observarse otras especies que superan el 20% de PC, destacándose el Sauco Amarillo (*Sambucus canadensis*), la Chilca (*Bacharis salicifolia*), el Sauco negro (*Sambucus mexicana*), el Engorda ganado (?), el Copal (*Stemmadenia donell-smithii* (Rose) y el Bilil (*Polimnia* sp.).

Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

En el Cuadro 4 puede observarse que a pesar de que el contenido de PC es elevado en la mayoría de las especies, no ocurre lo mismo con los valores de DIVMS, que solamente es mayor que la del

pasto en menor proporción de casos. Esto coincide con lo reportado por otros autores para especies de leñosas en condiciones ecológicas de menor altitud en Costa Rica (Araya, 1991).

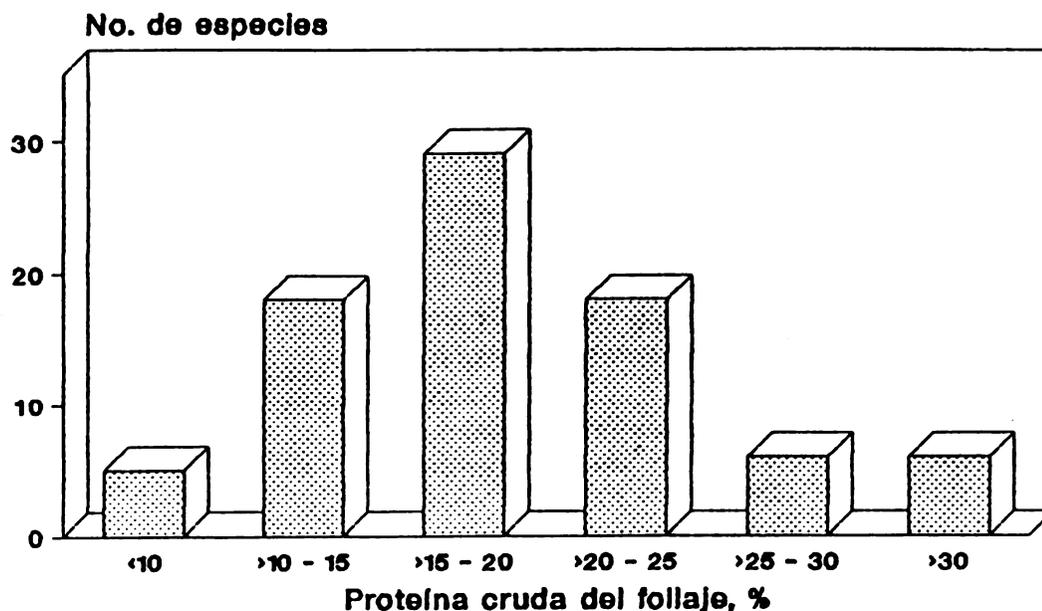


Figura 3. Distribución de las especies botánicas según su contenido de proteína cruda en el Altiplano Occidental de Guatemala.

Aunque el contenido de proteína es un factor importante para definir a una especie como forrajera, lo es aún más el valor de DIVMS. Esto es debido a que en los sistemas de alimentación a base de pastos, la energía es el factor más limitante en la alimentación y a lo señalado anteriormente en el sentido de que, en estas especies, el nivel de proteína no es un factor limitante.

Como era de esperar la pared celular, la celulosa y los contenidos de conocidos factores anticualitativos como la lignina y taninos se relacionan negativamente y de manera significativa con la DIVMS. En las Figuras 4, 5, 6 y 7 se muestra el efecto de estos componentes sobre la DIVMS de las hojas y tallos comestibles. Estos resultados coinciden con lo reportado para 44 especies de leñosas forrajeras en Costa Rica (Araya, *et al.*, 1991) y con las tendencias señaladas para 187 forrajes de

diversas especies (Van Soest, 1982) y pueden servir para ubicar nutricionalmente, y de manera muy general, el potencial forrajero de las leñosas en base a uno o dos de estos parámetros.

Cuadro 3. Plantas silvestres con contenidos de proteína cruda (PC) superiores al 20% y utilizadas para alimentar ganado en el Altiplano Occidental de Guatemala.

Nombre común	Nombre científico	MS, %	PC, %
Alfalfa de Vara	<i>Melilotus indica</i>	20,9	34,3
Higuerillo	<i>Ricinus comunis</i>	24,0	34,2
Miche o pito	<i>Erythrina sp.</i>	13,3	33,5
Sacla		14,8	33,0
Monte negro	<i>Artemisia sp.</i>	20,0	32,0
Sicabe	<i>Lepidium virginicum</i>	21,0	31,2
Sauco amarillo	<i>Sambucus canadensis</i>	17,6	29,5
Mirasol		13,2	27,5
Sauco negro	<i>Sambucus mexicana</i>	11,9	27,2
Pie de paloma	<i>Iresine spienligera</i>	13,2	27,1
Lengua de vaca	<i>Rumex crispus</i>	11,9	27,1
Hediondo blanco	<i>Cestrum sp.</i>	14,2	26,8
Sun	<i>Tithonia tubaeformis</i>	13,9	25,8
Moronga	<i>Alcalypha sp.</i>	15,7	25,3
Cleto dulce	<i>Wintheringia sp.</i>	19,0	24,4
Choreque negro	<i>Centrosema sp.</i>	18,0	24,2
Chilip	<i>Cassia sp.</i>	26,8	24,1
Copal	<i>Stemmadenia donell-smithii</i>	13,0	23,0
Cinco negritos	<i>Lantana camara</i>	25,0	23,0
Solog	<i>Palia imperialis</i>	10,9	22,4
Bilil	<i>Polymnia sp.</i>	12,5	22,4
Ixpulula	<i>Talfomata procumbens</i>	8,2	22,2
Flor Morada	<i>Salvia sp.</i>	25,3	22,1
Moco de chompipe		10,3	21,9
Manteca	<i>Melampodium perfoliatum</i>	6,9	21,5
Ixmaxim	<i>Micyossechium helleri</i>	6,9	21,3
Sajan negro		10,3	20,6
Estizo blanco	<i>Bidens sp.</i>	13,8	20,2
Chonay de sombra	<i>Polypodium sp.</i>	8,1	20,0

Adaptado del Informe Anual 1987. Programa de Zootecnia, ICTA, Guatemala.

Cuadro 4. Contenido de MS, PC, DIVMS y pared celular de hojas y tallos tiernos de leñosas forrajeras en el Altiplano Occidental de Guatemala.

Nombre común	Componente	MS, %	PC, %	DIVMS, %	PCEL, %
Sauco amarillo	Hoja	16,0	25,8	73,7	32,6
Chilca	Hoja	26,5	23,4	71,5	33,3
Sauco negro	Hoja	17,9	25,0	69,8	30,7
Engorda ganado	Hoja	18,0	24,8	66,3	28,9
Chompipe	Hoja	19,0	18,7	58,4	19,9
Salvia	Hoja	29,0	17,1	55,9	51,8
Copal	Hoja	19,1	24,4	50,6	49,2
Bilil	Hoja	17,9	22,1	45,2	56,0
Aliso	Hoja	35,4	19,8	43,4	52,2
Sacumis	Hoja	27,5	18,0	34,4	54,0
Encino	Hoja	24,3	11,0	28,0	57,1
Sauco amarillo	Tt ¹	22,1	19,6	58,1	43,4
Chilca	Tt	32,0	11,9	75,2	37,9
Sauco negro	Tt	15,2		86,6	29,4
Engorda ganado	Tt	12,8	13,9	61,6	59,3
Chompipe	Tt	13,0	6,3	59,7	52,5
Salvia	Tt	35,0	8,0	44,0	59,9
Sacumis	Tt	37,5	9,8	53,4	57,3
Encino	Tt	43,5	6,4	18,7	71,9

1/ Tallo tierno.

Destaca la relación positiva entre la DIVMS y el contenido de proteína cruda, lo cual puede estar determinado por el tipo de crecimiento de cada especie (Figura 8). En tal sentido es de esperar una mayor digestibilidad y un mayor contenido de proteína en las especies de rápido crecimiento con relación a las especies con una tasa de crecimiento menor y una mayor tendencia a la lignificación.

También puede asociarse esta relación a la natural lignificación del material más viejo y su concomitante traslocación del nitrógeno hacia las partes de la planta de mayor crecimiento. La proteína está positivamente asociada con la digestibilidad, aún cuando existe una declinación con la edad del material (Van Soest, 1982). Por último, este último autor cita otros trabajos en los que se reportan correlaciones negativas entre la pared celular, la lignina y la celulosa.

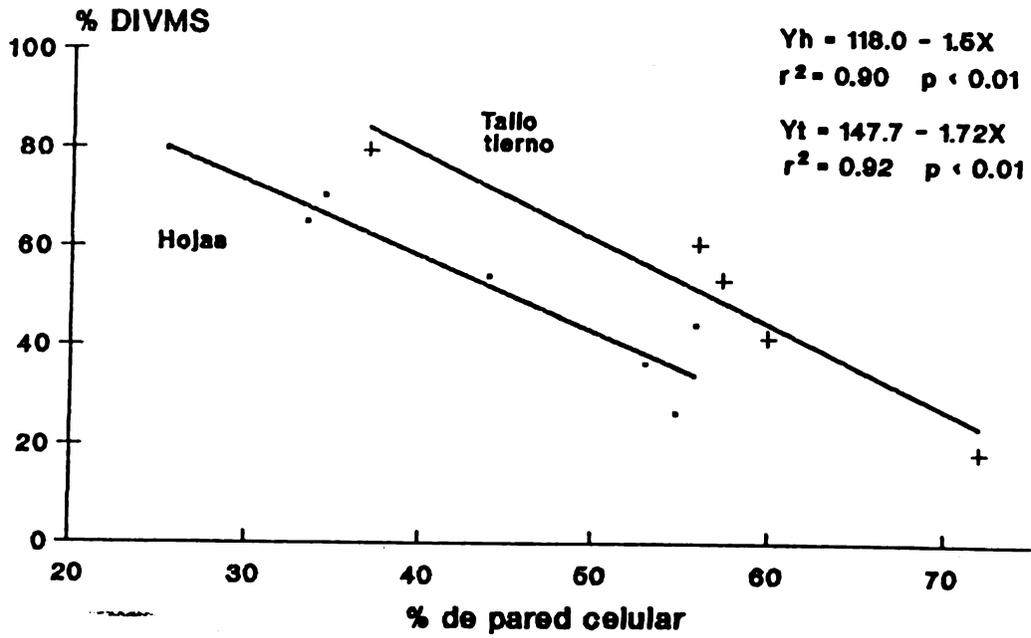


Figura 4. DIVMS en función del contenido de pared celular en hojas y tallos tiernos de leñosas forrajeras del Altiplano Occidental de Guatemala.

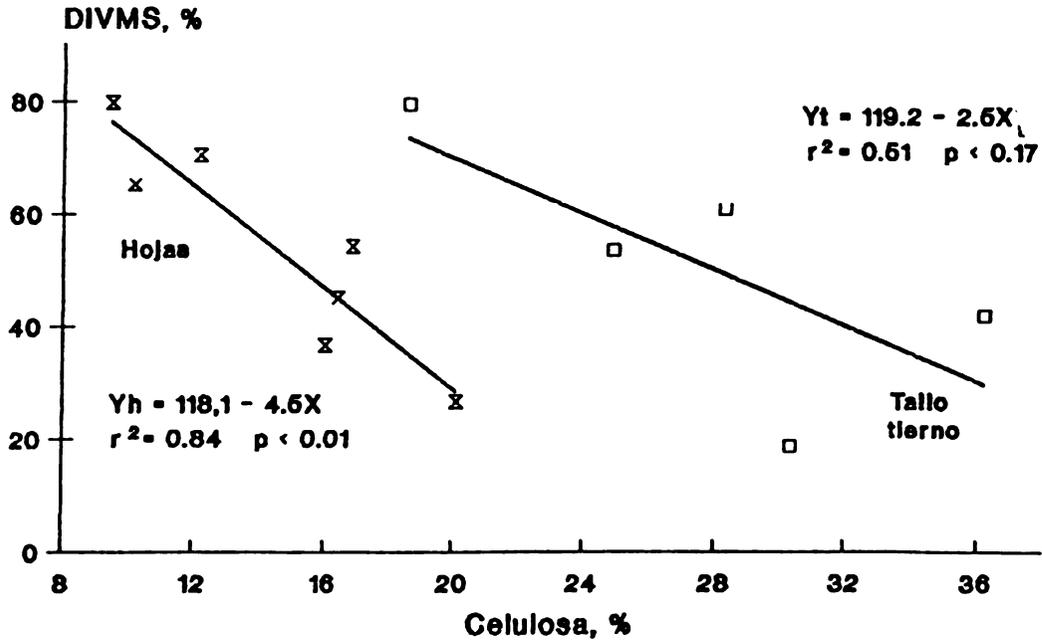


Figura 5. DIVMS en función del contenido de celulosa en la biomasa de leñosas forrajeras en el Altiplano Occidental de Guatemala.

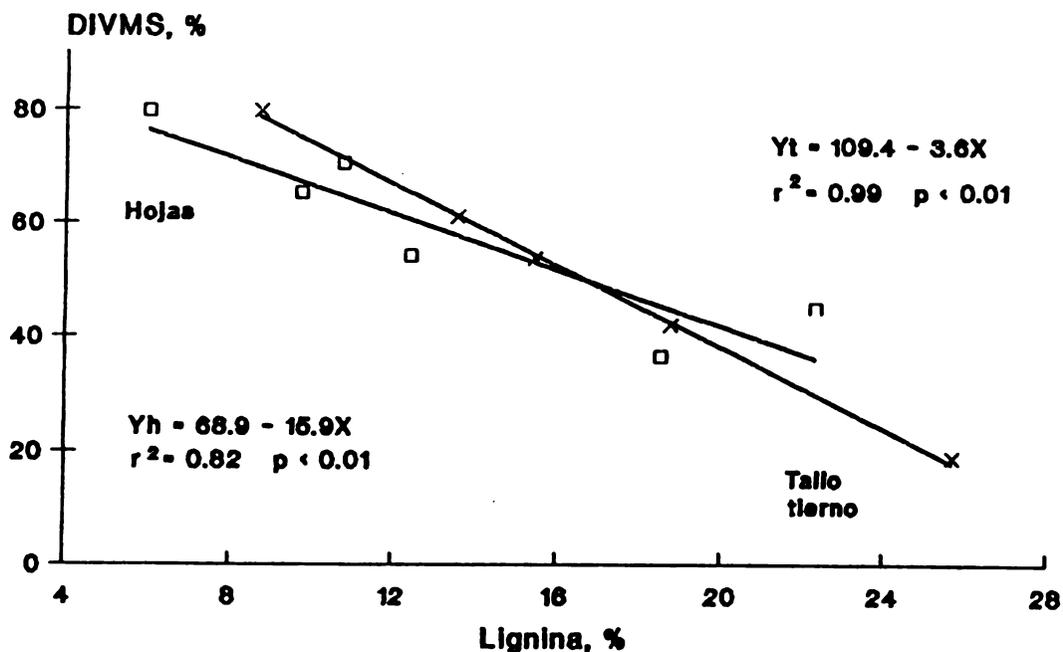


Figura 6. DIVMS en función del contenido de lignina de la biomasa de leñosas forrajeras en el Altiplano Occidental de Guatemala.

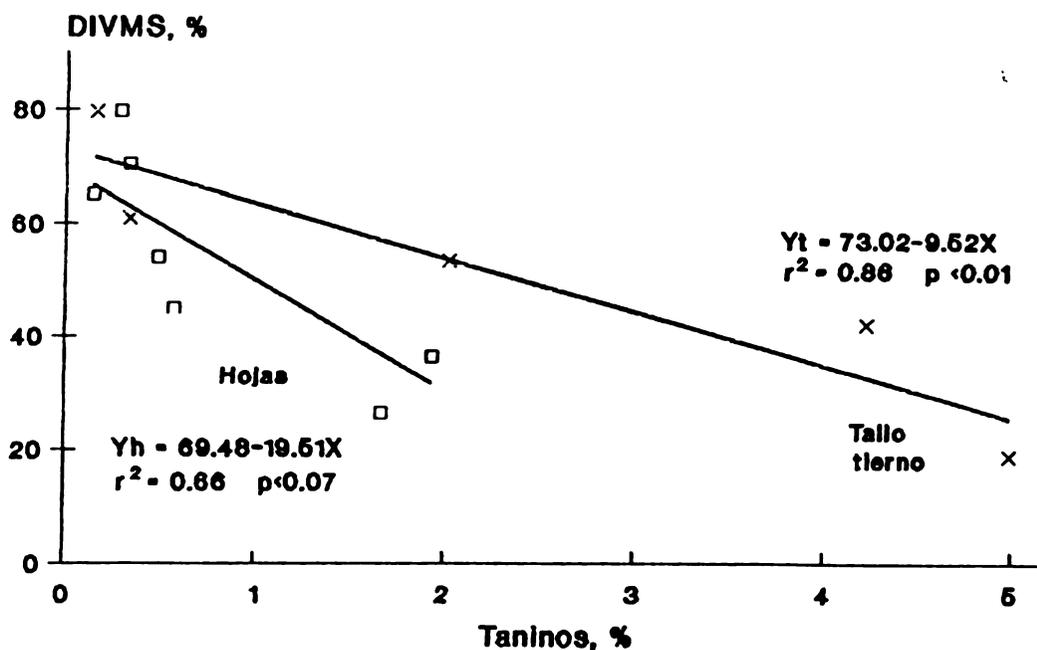


Figura 7. DIVMS en función del contenido de taninos en la biomasa de leñosas forrajeras en el Altiplano Occidental de Guatemala.

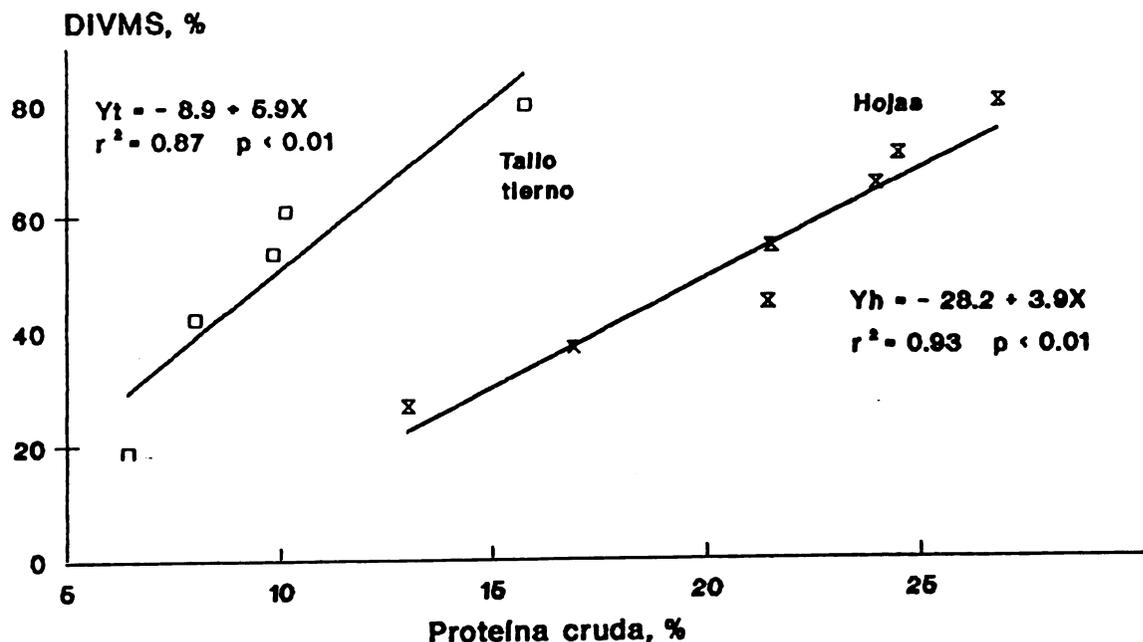


Figura 8. DIVMS en función del contenido de proteína cruda de la biomasa de leñosas forrajeras en el Altiplano Occidental de Guatemala.

Manejo agronómico

Muchas de las especies evaluadas como forrajeras también tienen otros usos de las fincas. El 23% se usa para obtener leña y el 5% madera. Un 70% reporta su uso durante todo el año. El 85% están sembradas en terrenos propios, ubicándose el 42% en orillas de cultivos, 29 en cercos y 19 sembradas dentro de los cultivos. Para su propagación se utiliza la estaca y la semilla en un 53 y 47% de los casos, respectivamente. Esto difiere de otros trabajos en San Marcos donde se reporta que mayoritariamente se utiliza la estaca (De León y Ruíz, 1992). La siembra se realiza de abril a septiembre en un 89% de los casos y cuando es por estacas se realiza colocándolo en forma vertical e inclinada en un 82 y 18%, respectivamente. Esta última información no coincide con lo reportado por otros autores quienes encontraron en San Marcos que la mayoría de los productores prefería sembrar las estacas en forma inclinada. (De León y Ruíz, 1992).

Conclusiones y recomendaciones

En el Altiplano Occidental de Guatemala existen numerosas especies de plantas silvestres que son utilizadas para la alimentación de rumiantes. Un gran número de estas especies superan en contenido protéico a los pastos y forrajes tradicionalmente recomendados para la alimentación animal, sobrepasando la mayoría de ellas el 15% de proteína cruda. Esto las coloca por encima de los forrajeros tradicionalmente utilizados para la alimentación animal. Los datos bromatológicos coinciden con lo planteado en otros trabajos realizados con leñosas forrajeras (Benavides, 1991) en el sentido de que la mayoría de ellas contiene altos niveles de proteína cruda. No obstante lo anterior, es bastante menor la proporción de plantas con altos valores de digestibilidad.

Una elevada proporción de las plantas silvestres son especies leñosas que también se utilizan para otros fines. En tal sentido las técnicas de manejo agronómico de estas están fundamentadas en su uso múltiple.

El 51,3% de las especies pertenecen a 4 familias: Compositae, Leguminosae, Poaceae y Solanaceae. Destaca la primera de estas familias con el 25% del total de las especies.

El corte y acarreo, es la forma de uso más común de las plantas forrajeras para la alimentación animal y fue reportada para la mayoría de las especies

La información presentada en este documento es preliminar y proviene principalmente de la experiencia que los productores tienen con estos recursos. Para poder definir realmente el verdadero potencial forrajero de las especies leñosas es necesario realizar estudios más detallados sobre el consumo, propagación y producción de biomasa de las mismas. En tal sentido es recomendable aplicar la metodología de investigación propuesta por el CATIE que contempla un proceso secuencial en el cual las nuevas especies son evaluadas en términos de su composición bromatológica, la respuesta animal a su oferta y su comportamiento agronómico (Benavides, 1991).

Especial atención debe tomarse con plantas que han sido identificadas como tóxicas por los productores como es el caso de la especie Cinco negritos (*Lantana camara*) en Huehuetenango

Para el caso del Altiplano Occidental de Guatemala se debe prestar atención a las dos especie de Sauco debido a lo extendido de su uso, a su buena capacidad para producir biomasa, a su buen consumo por los rumiantes y a sus elevados niveles de proteína

cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca. También debe prestarsele particular atención a las leguminosas, por su capacidad para fijar nitrógeno, su facilidad de propagación, su potencial para ser utilizadas como abono verde y por su elevado contenido de proteína cruda.

Bibliografía

- ARAYA, J. 1991. Identificación y caracterización de especies de árboles y arbustos con potencial forrajero en la región de Puriscal, Costa Rica. *In Memoria*. 1er. Seminario Internacional de investigación en cabras. 18-19 nov. 1991. El Zamorano, Honduras. p.i.
- ARIAS, R. 1987. Identificación y caracterización de los sistemas de producción caprina, predominantes en la región del Altiplano Occidental de Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 155 p.
- BATEMAN, J. V. 1970. Nutrición Animal; Manual de métodos analíticos. México, D.F. Herrero, 488 p.
- BENAVIDES, J. E. 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central. Un enfoque agroforestal. Turrialba, Costa Rica. El Chasqui Nº. 25. p. 6-35.
- BROADHURST, R. B.; JONES, W. T. 1978. Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. *J. Sci. Food Agric.* 298, 783-794.
- DE LEON, J.; RUIZ, F. 1992. Identificación y caracterización del manejo agronómico de especies forrajeras en San Marcos. *In II Seminario Nacional de Producción Caprina y I Centroamericano de Agroforestería con ruminantes menores* 16 al 18 noviembre de 1992. Chiquimula, Guatemala s.p.
- GOERING, H.K.; van SOEST, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agriculture Research Handbook No 379*. ARS-USDA. Washington, D.C.
- HOLDRIDGE, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, C.R. IICA. 276 p. (IICA: Serie de libros y Materiales Educativos; Nº. 34).
- INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. 1986. Informe de presentación de resultados. Programa de Especies Menores, Quetzaltenango, Guatemala, C.A. s.p.

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLA. 1987. Informe de presentación de resultados. Programa de Especies Menores. Quetzaltenango, Guatemala C.A.

MENDIZABAL. G. 1991. Utilización del Follaje de plantas silvestres en la alimentación de rumiantes, en el Altiplano Occidental de Guatemala. *In* I Seminario Internacional de investigación en Cabras 18-19 noviembre de 1991, El Zamorano, Francisco Morazan, Honduras, C.A:

TILLEY, J.; TERRY, K. 1963. A two stages techniques for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society 18(2):131-163.

Van SOEST, P. S. 1982. Nutritional ecology of the ruminants. O and B Book inc. Carvallis. OR. 374 p.

Anexo 1. Especies y familias de plantas silvestres utilizadas para alimentar ganado en localidades del Departamento de San Marcos, Guatemala.

Familia	Nº. de especies	Localidad	Altitud, msnm	
			Máxima	Mínima
Amaranthaceae	1	La Grandeza	2800	2700
Araliaceae	1	Serchil	2900	2850
Campanulaceae	1	San Lorenzo	2900	2850
Caprifoliaceae	1	Serchil	2900	2850
Asteraceae	9	Toda el área	2950	2500
Cucurbitaceae	1	San Marcos y Tejutla	2700	2500
Euphorbiaceae	2	San José Caben	2800	2700
Geraneaceae	1	La Grandeza	2800	2700
Labiatae	1	Serchil	2900	2850
Cesalpinaceae	4	San Lorenzo y San Pedro	2900	2700
Loganiaceae	2	Ixchiguán y La Grandeza	3100	2700
Onagraceae	2	La Grandeza	2800	2700
Passifloraceae	1	San Marcos	2500	2550
Graminae	3	La Grandeza y S. José Caben	2900	2800
Polygonaceae	2	Toda el área	2700	2500
Polypodiaceae	1	Tejutla	2700	2600
Smilacaceae	1	La Grandeza	2800	2700
Solaneaceae	5	San Marcos y Tejutla	2700	2500
Soliceae	1	Ixchiguán	3100	3100
Umbelliferae	1	San Marcos y Tejutla	2700	2500
Urticaceae	1	La Grandeza	2900	2800
Sin Clasificar	7	Toda el área	2950	2500
Total 21 familias y 49 Especies				

1/ Adaptado de los informes anuales de 1986 y 1987, Programa de Especies Menores, ICTA, Quetzaltenango, Guatemala.

Anexo 2. Clasificación botánica de plantas silvestres usadas en la alimentación de rumiantes en San Marcos, Guatemala.

Familia	Nombre botánico	Nombre común
Amaranthaceae	<i>Iresine spenligera</i>	Pie de Paloma
Araliaceae	<i>Oreopanax peltatus</i>	Mano de León
Campanulaceae	<i>Lobelia laxiflora</i>	Chirigua de chucho
Caprifoliaceae	<i>Sambucus canadiensis</i>	Sauco amarillo
Asteraceae		Menta
Asteraceae	<i>Liabum bourgeavi</i>	Hoja blanca
Asteraceae	<i>Senecio warszewiczii</i>	Cantarito
Asteraceae	<i>Spilanthes americana</i>	Ixquian
Asteraceae	<i>Bidens</i> sp.	Saján blanco
Asteraceae	<i>Bidens</i> sp.	Estizo blanco
Asteraceae	<i>Melampodium perfoliatum</i>	Manteca
Asteraceae	<i>Pala imperialis</i>	Solog
Asteraceae	<i>Polimnia</i> sp.	Bilil
Cucurbitaceae	<i>Micyossethium helleri</i>	Ixmaxim
Euphorbiaceae	<i>Alcalypha</i> sp.	Cáncer de Monte
Euphorbiaceae	<i>Alcalypha</i> sp.	Moronga
Geraneaceae	<i>Erodium cicutarium</i>	Alfilerillo
Labiatae	<i>Cunila polyantha</i>	Mejorana
Cesalpiciaceae	<i>Lupinus montanus</i>	Corazón tranquilo
Cesalpiciaceae	<i>Centrosema</i> sp.	Choreque negro
Cesalpiciaceae	<i>Erythrina</i> sp.	Miche o Pito
Cesalpiciaceae	<i>Mimosa</i> sp.	Dormidera
Loganiaceae	<i>Buddleia</i> sp.	Salvia
Loganiaceae	<i>Buddleia americana</i>	Salvia
Onagraceae	<i>Fuchsia arborescens</i>	Moradillo
Onagraceae	<i>Lopezia grandiflora</i>	Pie de paloma
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	Granadilla Monte
Graminae	<i>Bromus</i> sp.	Avena gruesa
Graminae	<i>Panicum</i> sp.	Avena rastrera
Graminae	<i>Trisetum</i> sp.	Avena fina
Poligonaceae	<i>Polygonum</i> sp.	Cola de Tuza
Poligonaceae	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de Vaca
Polipodiaceae	<i>Polyponodium</i> sp.	Chonay de sombra
Smilacaceae	<i>Bomarea nirtella</i>	Moradillo
Solaneaceae	<i>Cestrum</i> sp.	Hediondo Blanco
Solaneaceae	<i>Solanum nigrescens</i>	Yerba mora
Solaneaceae	<i>Solanum</i> sp.	Mushmute
Solaneaceae	<i>Telfomata procumbens</i>	Ixpulula
Solaneaceae	<i>Witheringia</i> sp.	Cleto dulce
Solicaceae	<i>Salix chilensis</i>	Sauce
Umbelliferae	<i>Arracacia</i> sp.	Chonay
Urticaceae		Sacla
Sin clasificar		Compañía
Sin clasificar		Copal
Sin clasificar		Mirasol
Sin clasificar		Moco de chompipe
Sin clasificar	<i>Justicia</i> sp.	Sacatinta
Sin clasificar		Sajan negro
Sin clasificar	<i>Artrotilidium</i> sp.	Pajatz

Adaptado de los informes anuales de 1986 y 1987, Programa de Especies Menores, ICTA, Quetzaltenango, Guatemala.

Anexo 3. Forma de uso y contenido de materia seca (MS) y proteína cruda (PC), de plantas silvestres utilizadas para alimentar animales en San Marcos, Guatemala.

Nombre común	MS, %	PC, %	Parte usada	Forma de uso
Alfilerillo	15,1	15,9	Total	Corte
Avena fina	19,6	17,4	Total	Corte
Avena gruesa	15,8	17,9	Total	Corte y pastoreo
Avena rastrera	19,5	15,5	Total	Corte
Bilil	12,5	22,4	Comestible ¹	Corte
Cáncer de Monte	19,9	19,6	Comestible	Corte
Cantarito	15,9	19,6	Total	Pastoreo
Chirigua de chucho	14,9	17,6	Comestible	Corte
Chonay	19,1	16,0	Total	Corte
Choreque negro	18,0	24,2	Total	Corte y pastoreo
Cleto dulce	19,0	24,4	Comestible	Corte
Cola de Tuza	21,9	9,6	Comestible	Corte y pastoreo
Compañía	7,3		Total	Corte
Copal	13,0	23,0	Comestible	Corte
Corazón tranquilo	21,3	15,4	Total	Pastoreo
Dormidera		30,1	Comestible	Corte
Estizo blanco	14,7	19,1	Total	Corte
Granadilla Monte	14,9	16,0	Total	Corte
Hediondo Blanco	14,2	26,8	Comestible	Corte
Hoja blanca	15,5	16,5	Total	Pastoreo
Ixmaxim	6,9	21,3	Total	Corte
Ixpulula	8,2	22,2	Comestible	Corte
Ixquian	24,2	14,0	Total	Pastoreo
Lengua de Vaca	11,9	27,1	Total	Corte y pastoreo
Mano de León	11,9	13,2	Comestible	Corte
Manteca	6,9	21,5	Total	Corte
Mejorana	31,1	13,4	Total	Pastoreo
Menta	19,0	16,3	Total	Corte
Miche o Pito	13,3	33,5	Comestible	Corte
Mirasol	13,2	27,5	Total	Corte
Moco de chompipe	10,3	21,9	Comestible	Corte
Moradillo	12,3	16,8	Comestible	Corte
Morongá	15,7	25,3	Comestible	Corte
Mushmute	18,2	15,4	Comestible	Corte
Pajatz	45,7		Total	Corte
Pie de paloma	13,2	19,9	Total	Corte y pastoreo
Sacatinta	15,4	15,7	Comestible	Corte
Sacla	14,8	33,0	Comestible	Corte
Saján blanco	10,0	19,1	Total	Corte y pastoreo
Sajan negro	10,1	23,5	Total	Corte
Salvia	33,4	15,2	Comestible	Corte
Sauce	24,1	17,9	Comestible	Corte
Sauco amarillo	17,6	29,5	Comestible	Corte
Solg	11,0	22,4	Comestible	Corte
Yerba mora	11,5	18,7	Comestible	Corte

1/ Hojas más tallos tiernos.

Adaptado de los informes anuales de 1986 y 1987, Programa Especies Menores, ICTA, Guatemala.

Anexo 4. Especies y familias de plantas silvestres utilizadas para alimentar ganado en localidades del Departamento de Huehuetenango, Guatemala.

Familia	Nº. de especies	Localidad	Altitud, msnm	
			Máxima	Mínima
Araliaceae	1	Chuscaj	1800	1800
Betalaceae	1	Paquix	3100	3050
Buddleiaceae	1	Paquix	3100	3050
Asteraceae	11	Toda el área	3100	1800
Conmelinaceae	1	Sto. Tomás	1975	1800
Brassicaceae	2	Los Regadillos	1925	1800
Euphorbiaceae	2	Chuscaj	2500	1800
Geraniaceae	1	San Nicolás	3100	3000
Gramineae	5	Las Tejas y San Nicolás	3100	1800
Labestae	1	Sto. Tomás	1975	1800
Cesalpuniaceae	5	Toda el área	3100	1800
Liliaceae	1	Paquix	3100	3050
Loranthaceae	1	Los Regadillos	1800	1800
Malvaceae	1	Los Regadillos	1975	1800
Polygonaceae	1	Los Regadillos	1925	1800
Ranunculaceae	1	Toda el área	2950	2500
Verbenaceae	1	Los Regadillos	1800	1800
Total 18 familias y 37 Especies				

Adaptado de los informes anuales de 1986 y 1987, Programa Especies Menores, ICTA, Guatemala.

Anexo 5. Clasificación botánica de plantas silvestres usadas comúnmente en la alimentación de animales domésticos en el Departamento de Huehuetenango, Guatemala.

Familia	Nombre botánico	Nombre común
Araliaceae	<i>Oreapanax xalapensis</i>	Mano de León
Betalaceae	<i>Alnus arguta</i>	Aliso
Buddleiaceae	<i>Buddleia nitida</i>	Zacumiz
Asteraceae	<i>Artemisia</i> sp.	Monte Negro
Asteraceae	<i>Baccharis hinervia</i>	Sto. Domingo
Asteraceae	<i>Baccharis baccinoides</i>	Arrayan
Asteraceae	<i>Bidens</i> sp.	Flor Blanca
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i>	Malvacia
Asteraceae	<i>Cosmos</i> sp.	Tripa de Gallina
Asteraceae	<i>Dyssodia sanguinea</i>	Flor de ánimas
Asteraceae	<i>Melampodium</i> sp.	Florequilla
Asteraceae	<i>Simsia lagescaeformis</i>	Lechugilla
Asteraceae	<i>Simsia</i> sp.	Flor Amarilla
Asteraceae	<i>Tithonia tubaeformis</i>	Sun
Comelinaceae	<i>Commelina</i> sp.	Ligosa
Brassicaceae	<i>Brassica campestris</i>	Nabo silvestre
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>	Sicabe
Euphorbiaceae	<i>Ricinus comunis</i>	Higuerillo
Euphorbiaceae	<i>Acalypha</i> sp.	Hierba de Cáncer
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>	Gancho o Púa
Gramineae	<i>Avena fatua</i>	Avena macho
Gramineae	<i>Digitaria</i> sp.	Pelillo de conejo
Gramineae	<i>Paspalum</i> sp.	Zacate de Ciénaga
Gramineae	<i>Antheophora hermaphrodita</i>	Zacate de montaña
Gramineae	<i>Aristida</i> sp.	Cusmo Gramíneae
Labestae	<i>Salvia</i> sp.	Flor Morada
Cesalpinaceae	<i>Acacia angustissima</i>	Plumajillo
Cesalpinaceae	<i>Calliandra Houstoniana</i>	Quebrajacha
Cesalpinaceae	<i>Erythrina</i> sp.	Pito o Miche
Cesalpinaceae	<i>Lupinus montanus</i>	Chorec
Cesalpinaceae	<i>Melilotus indica</i>	Alfalfa de vara
Liliaceae	<i>Kniphofia uraria</i>	Pico de Gallo
Loranthaceae	<i>Phoradendrum huehuetecum</i>	Liga o Matap
Malvaceae	<i>Anoda acerifolia</i>	Malvilla
Polygonaceae	<i>Rumex crispus</i>	Lengua de vaca
Ranunculaceae	<i>Clematis disica</i>	Barba de viejo
Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco Negritos

Adaptado de los informes anuales de 1986 y 1987, Programa de Especies Menores, ICTA, Guatemala.

Anexo 6. Forma de uso y contenido de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de plantas silvestres utilizadas para alimentar animales en Huehuetenango, Guatemala.

Nombre común	MS, %	PC, %	Parte usada	Forma de uso
Alfalfa de vara	20,9	34,3	Comestible ¹	Corte
Aliso	44,0	14,4	Hoja	Corte y ramoneo
Arrayan	36,0	13,2	Comestible	Ramoneo
Avena macho	30,2	8,8	Total	Corte y pastoreo
Barba de viejo	29,1	15,5	Comestible	Pastoreo
Chourec	20,0	11,2	Comestible	Ramoneo
Cinco Negritos	25,0	23,0	Comestible	Ramoneo
Cusmo	35,3	12,8	Total	Pastoreo
Flor Amarilla	20,6	14,9	Total	Corte y pastoreo
Flor Blanca	19,1	15,9	Total	Corte y pastoreo
Flor de las ánimas	16,1	16,8	Total	Corte y pastoreo
Flor Morada	25,3	22,1	Comestible	Corte
Florequilla	12,8	20,3	Total	Pastoreo
Gancho o Púa	11,7	10,9	Total	Corte y pastoreo
Hierba de Cáncer	17,6	18,0	Total	Pastoreo
Higuerillo	24,0	34,2	Comestible	Ramoneo
Lechugilla	14,4	18,0	Total	Corte y pastoreo
Lengua de vaca	15,2	24,7	Hoja	Corte y pastoreo
Liga o Matap	32,1	13,3	Total	Corte
Ligosa	12,7	12,4	Total	Pastoreo
Malvacia	28,4	10,6	Total	Corte y pastoreo
Malvilla	22,7	15,1	Total	Pastoreo
Mano de León	11,9	13,2	Hoja	Corte y ramoneo
Monte Negro	20,0	32,0	Comestible	Corte y pastoreo
Nabo silvestre		14,6	Total	Corte y pastoreo
Pelillo de conejo	23,2	13,1	Total	Pastoreo
Pico de Gallo	14,6	9,0	Hoja y flor	Corte
Pito o Miche	20,0	24,5	Comestible	Corte
Plumajillo	48,5	19,0	Comestible	Ramoneo
Quebrajacha	35,0	19,8	Comestible	Ramoneo
Sicabe	21,0	31,2	Total	Corte y pastoreo
Sto. Domingo	33,6	18,2	Comestible	Corte y pastoreo
Sun	13,9	25,8	Comestible	Corte y pastoreo
Tripa de Gallina	25,6	15,9	Total	Corte y pastoreo
Zacate de Ciénaga	25,7	14,4	Total	Pastoreo
Zacate de montaña	34,0	7,7	Total	Pastoreo
Zacumiz	45,3	6,8	Comestible	Corte

1/ Hojas más tallos tiernos.

Adaptado de los informes anuales de 1986 y 1987, Programa Especies Menores, ICTA, Guatemala.

Anexo 7. Especies y familias de plantas silvestres utilizadas para alimentar ganado en localidades del Departamento de Totonicapán, Guatemala.

Familia	Nº. de especies	Localidad	Altitud, msnm	
			Máxima	Mínima
Caprifoliaceae	1	Chucixtun	2800	2800
Asteraceae	2	Chicaxtun	2800	2800
Cesalpiniaceae	1	Chicaxtun	2800	2800
Loganiaceae	3	Toda el área	2800	2495
Onagraceae	1	Chicaxtun	2800	2800
Poligalaceae	1	Chicaxtun	2800	2800
Total 6 familias y 9 Especies				

Adaptado de los informes anuales de 1986 y 1987, Programa de Especies Menores, ICTA, Quetzaltenango, Guatemala.

Anexo 8. Clasificación botánica de plantas silvestres usadas comúnmente en la alimentación de animales domésticos en el Departamento de Totonicapán, Guatemala.

Familia	Nombre botánico	Nombre común
Caprifoliaceae	<i>Sambucus mexicana</i>	Sauco negro
Asteraceae	<i>Baccharis hinervia</i>	Arrayan
Asteraceae	<i>Perymenium grandis</i>	Desconocido
Cesalpiniaceae	<i>Cassia</i> sp.	Chilip
Loganiaceae	<i>Buddleia nitida</i>	Salvia hoja grande
Loganiaceae	<i>Buddleia nitida</i>	Salvia hoja delgada
Loganiaceae	<i>Buddleia</i> sp.	Pastuche
Onagraceae	<i>Fuchsia mycrophylla</i>	Arete
Poligalaceae	<i>Monnina xalapensis</i>	Capulín

Adaptado de los informes anuales de 1986 y 1987, Programa de Especies Menores, ICTA, Guatemala.

Anexo 9. Forma de uso y contenido de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de plantas silvestres utilizadas para alimentar animales en Totonicapán, Guatemala.

Nombre común	MS, %	PC, %	Parte usada	Forma de uso
Arete	20,8	10,8	Hoja	Ramoneo
Arrayan	35,6	12,4	Comestible ¹	Ramoneo
Capulín	24,3	14,1	Comestible	Corte
Chilip	26,8	24,1	Comestible	Corte
Pastuche	35,5	15,6	Comestible	Corte
Salvia hoja delgada	39,8	8,7	Comestible	Corte
Salvia hoja grande	36,0	12,7	Comestible	Corte
Sauco negro	11,9	27,2	Comestible	Corte
Desconocido	30,9	12,5	Comestible	Corte

1/ Hojas más tallos tiernos.

Adaptado de los informes anuales de 1986 y 1987, Programa de Especies Menores, ICTA, Quetzaltenango, Guatemala.

Anexo 10. Parámetros bromatológicos de hojas de leñosas silvestres con potencial forrajero en el Altiplano Occidental de Guatemala.

Nombre común	Materia orgánica, %	Hemicelulosa %	Celulosa %	Lignina %	Taninos %
Aliso	94,8 (1,3) ¹	22,5 (26,0)	10,7 (15,1)	20,0 (7,5)	1,96 (59,7)
Chilca	87,5 (0,1)	15,6 (15,4)	7,4 (0,7)	10,0 (40,7)	0,38 (31,6)
Chompipe	91,3	2,6	13,0	3,6	0,17
Copal	85,4 (1,9)	12,9 (23,4)	17,9 (27,3)	16,3 (39,8)	0,14 (54,6)
Encino	95,7 (0,3)	16,3 (28,2)	20,3 (15,9)	19,5 (12,8)	2,14 (62,4)
E. ganado ²	82,2	5,2	11,9	3,9	0,01
Sacumis	94,3 (0,4)	19,7 (19,2)	13,4 (13,1)	21,2 (32,9)	0,94 (35,8)
Salvia	94,9	16,2	20,2	14,6	0,70
Sauco negro	86,5 (1,1)	11,3 (25,8)	10,0 (7,6)	8,8 (28,3)	0,26 (99,9)
S. amarillo ³	86,7 (1,8)	8,3 (10,4)	13,6 (14,2)	10,7 (24,4)	0,22 (41,6)
Bilil	86,0 (0,6)	11,2 (19,3)	20,4 (12,4)	21,9 (6,9)	0,23 (4,4)

1/ Los números entre paréntesis se refieren al coeficiente de variación.

2/ Engorda Ganado

3/ Sauco Amarillo.

Anexo 11. Parámetros bromatológicos de tallos tiernos de leñosas silvestres con potencial forrajero en el Altiplano Occidental de Guatemala.

Nombre común	Materia orgánica, %	Hemicelulosa %	Celulosa %	Lignina %	Taninos %
Chilca	88,9	8,1	19,3	10,3	0,27
Chompipe	91,5	8,3	29,9	14,1	0,49
Encino	94,7 (1,2) ¹	15,1 (15,2)	30,3 (12,9)	25,7 (8,4)	4,98 (4,3)
E. gan. ²	89,5	18,6	26,7	13,0	0,17
Sacumis	87,9 (7,4)	16,4 (2,4)	24,9 (3,6)	15,5 (8,1)	2,01 (27,7)
Salvia	95,8	16,1	28,7	14,9	2,19
S. amar. ³	90,8 (2,4)	15,4 (27,9)	33,1 (32,2)	16,0 (41,7)	3,18 (96,5)
S. negro	88,1	8,3	14,0	6,5	0,07

1/ Los números entre paréntesis se refieren al coeficiente de variación.

2/ Engorda Ganado

3/ Sauco Amarillo.

Anexo 12. Medias y coeficiente de variación de los valores bromatológicos de hojas de leñosas forrajeras utilizados para el análisis de regresión.

N	Materia		Proteína		DIVMS, %		Hemicelulosa		Celulosa, %		Lignina, %		Taninos, %		Pared celular, %	
	seca, %	orgánica, %	cruda, %	%	cruda, %	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
4	20,3 (19,8) ¹	88,2 (0,7)	27,0 (12,2)	10,0 (24,7)	79,6 (3,2)	10,0 (24,7)	9,4 (15,8)	6,0 (19,8)	0,3 (73,9)	25,3 (5,9)						
3	17,1 (23,1)	86,0 (2,3)	24,4 (3,6)	10,8 (48,1)	70,2 (4,1)	10,8 (48,1)	12,1 (17,6)	10,7 (38,8)	0,3 (67,1)	34,4 (12,0)						
6	19,8 (26,0)	85,4 (1,2)	23,9 (25,6)	11,2 (31,3)	64,9 (9,1)	11,2 (31,3)	10,1 (28,5)	9,8 (8,4)	0,1 (44,5)	33,4 (1,6)						
3	24,1 (9,5)	89,7 (0,6)	21,5 (23,3)	13,3 (24,2)	54,0 (3,5)	13,3 (24,2)	16,9 (17,7)	12,4 (13,3)	0,5 (78,4)	43,9 (14,8)						
8	23,1 (21,3)	89,0 (0,4)	21,4 (9,1)	15,2 (18,6)	44,3 (1,4)	15,2 (18,6)	16,4 (23,1)	22,3 (20,5)	0,6 (77,0)	55,8 (10,5)						
3	30,1 (26,0)	95,0 (5,4)	16,9 (15,8)	20,5 (45,1)	36,5 (4,6)	20,5 (45,1)	11,6 (29,2)	20,4 (54,9)	2,7 (99,9)	52,9 (25,1)						
4	26,9 (37,8)	95,4 (4,5)	13,0 (12,0)	17,1 (43,6)	26,5 (6,0)	17,1 (43,6)	20,1 (28,0)	16,7 (11,7)	1,7 (99,9)	54,7 (9,3)						

1/ Los números entre paréntesis se refieren al coeficiente de variación.

Anexo 13. Medias y coeficiente de variación de los valores bromatológicos de tallos tiernos de leñosas forrajeras utilizados para el análisis de regresión.

N	Materia		Proteína		DIVMS, %		Hemicelulosa		Celulosa, %		Lignina, %		Taninos, %		Pared celular, %	
	seca, %	orgánica, %	cruda, %	%	cruda, %	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
2	21,7 (2,6) ¹	88,5 (1,2)	15,8 (9,4)	9,2 (15,2)	79,4 (11,0)	9,2 (15,2)	18,6 (12,9)	8,7 (8,4)	0,2 (4,3)	36,9 (4,5)						
2	13,0 (0,8)	90,5 (1,1)	10,1 (37,6)	13,5 (38,3)	60,7 (1,6)	13,5 (38,3)	28,3 (5,7)	13,6 (4,1)	0,3 (48,5)	55,9 (6,1)						
2	37,5 (33,8)	87,9 (0,4)	9,8 (24,4)	16,4 (14,9)	53,4 (6,4)	16,4 (14,9)	24,9 (18,7)	15,5 (18,5)	2,0 (57,6)	57,3 (15,6)						
3	30,6 (14,3)	94,4 (1,5)	8,0	17,9 (10,1)	41,9 (5,1)	17,9 (10,1)	36,2 (20,7)	18,8 (20,5)	4,2 (48,1)	59,9						
2	43,5 (4,0)	94,7 (7,4)	6,4 (7,1)	15,1 (2,4)	18,7 (4,3)	15,1 (2,4)	30,3 (3,6)	25,7 (8,1)	5,0 (27,7)	72,0 (4,0)						

1/ Los números entre paréntesis se refieren al coeficiente de variación

Manejo de leñosas con potencial forrajero en el departamento de San Marcos, Guatemala

Rubén F. Ruíz¹.

Resumen

El presente trabajo se llevó a cabo en las aldeas La Grandeza, San Andrés Chápil, San José Caben del municipio de San Pedro Sacatepéquez y la aldea Villa Hermosa, en Esquipulas Palo Gordo. Todos los sitios pertenecen al departamento de San Marcos en Guatemala y se localizan a una altura promedio de 2460 msnm. El estudio se realizó en base a una encuesta dirigida a agricultores tomados al azar, siendo el tamaño de la muestra el 5% de la población. Para el levantamiento de la información se elaboró una matriz que comprendía los aspectos más relevantes, en cuanto al manejo agronómico, de las diferentes especies arbóreas y arbustivas predominantes en el área.

Se encontraron ocho leñosas forrajeras ampliamente utilizadas en las comunidades en estudio, presentándose en orden de importancia el Miche o Pito (*Erythrina* sp), el Sauco Amarillo (*Sambucus canadensis*), el Copal (*Stemmadenia donnel-Smithii*), el Bilil (*Polimnia* sp), el Engorda Ganado (n/c), el Soloj (*Palia inperialis*), el Moradillo (*Bomarea nirtella*) y el Canaque (n/c). Con las especies mencionadas se estableció que la época de siembra, más acostumbrada, corresponde a los meses de abril a junio. El 95% de los productores utiliza estacas maduras como medio de propagación. Las dimensiones más frecuentes para las estacas fueron 1 m. de largo y 0,10 m. de diámetro. La colocación para la siembra más frecuente es en forma inclinada ya que éste método favorece el rebrote y la penetración de la luz. En cuanto al aprovechamiento, el 100% son cultivadas con fines forrajeros. Sin embargo existen algunas de las especies que pueden ser utilizadas con varios propósitos como son: leña, cercas y para aprovechar su capacidad de fijación de nitrógeno, como en el caso del Miche que es una leguminosa.

1/ Ing. Agr. Encargado del Programa de Especies Menores, ICTA, San Marcos, Guatemala.

Introducción

La utilización de diversos árboles y arbustos, así como plantas que se consideran malezas, en la alimentación de animales, es una práctica generalizada desde hace mucho tiempo en la región del Altiplano Occidental de Guatemala.

En vista de la importancia que dichas plantas pueden jugar, en el mejoramiento de la alimentación para rumiantes, se consideró necesario recabar información, con los agricultores, en cuanto a su manejo agronómico con el fin de que su experiencia permita organizar futuros planes de investigación.

Objetivos

General

Recuperar la experiencia de los productores sobre el manejo agronómico de especies leñosas que son utilizadas en la alimentación animal.

Específicos

Identificar las especies arbóreas y arbustivas comunmente usadas en la alimentación de rumiantes menores en San Marcos, Guatemala.

Determinar cuales son los factores que influyen en la propagación de especies leñosas utilizadas en la alimentación animal.

Materiales y métodos

Localización

El trabajo se llevó a cabo en las aldeas La Grandeza, San Andrés Chapi, San José Caben del municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Estos sitios están ubicados en el

Altiplano Occidental de Guatemala cerca de los 14° 57' de latitud norte y los 91° 47' de longitud oeste (USAC). También se trabajó en el cantón Villa Hermosa, Esquipulas Palo Gordo, San Marcos, localizado a 14° 56' 27'' latitud norte y 91° 49' 36'' longitud oeste (De La Cruz, 1982) también en el Altiplano Occidental a una altura promedio de 2676 metro sobre el nivel del mar, con una topografía bastante ondulada. Por las grandes variaciones de altitud los sitios corresponden a las zonas de vida denominadas: bosque húmedo montano bajo subtropical, bosque muy húmedo montano bajo subtropical y bosque húmedo tropical (templado) (Holdridge, 1987).

Metodología del trabajo

El estudio se basó en los datos de una encuesta dirigida a agricultores propietarios de cabras y otras especies de ruminantes y que por lo regular poseen árboles y arbustos forrajeros ya sea dentro del terreno, en los mojones o en las cercas de sus propiedades. Considerando que las cuatro comunidades encuestadas presentan características bioclimáticas semejantes se optó por encuestar al 5% de la población bajo estudio.

Para la encuesta se elaboró una boleta conteniendo una matriz para recabar la información sobre las técnicas de manejo agronómico que el agricultor utiliza con las leñosas forrajeras. El procedimiento que se siguió fue el de entrevista directa con el agricultor en su finca.

Para el análisis de la información se interpretaron los datos obtenidos por medio de porcentajes y distribuciones de frecuencia. De esta forma se determinaron las características de manejo agronómico más comunes.

Resultados

El potencial de árboles y arbustos forrajeros en el área es bastante homogéneo, al igual que el manejo agronómico que el agricultor les brinda. Sin embargo se pudo apreciar que es necesaria la introducción de nuevas tecnologías para lograr un incremento en la producción y productividad de las especies con más potencial forrajero.

En el Cuadro 1 se presentan las especies arbóreas y arbustivas más utilizadas como forraje en cada una de las comunidades encuestadas. Puede observarse que las especies que se usan con mayor regularidad son el Miche o Pito (*Brythrina* sp); el Sauco Amarillo (*Sambucus canadensis*); el Copal (*Stemmadenia donnel-Smithii*) y el Bilil (*Polimnia* sp). En la comunidad de San José Caben es donde se reporta el menor uso de especies leñosas como forraje.

Cuadro 1. Distribución de las especies arbóreas y arbustivas utilizadas como forraje en cuatro comunidades de San Marcos.

Especie	La Grandeza	S. José	S. Andrés	V. Hermosa
		Caben	Chapil	Palo Gordo
		de productores		
Miche	96	94	100	85
Sauco	71	94	45	54
Copal	30	7	69	95
Bilil	86	36	69	70
Engorda Ganado	43	7	69	75
Soloj	57	7	85	90
Moradillo	86	0	15	85
Canaque	0	0	18	10

Manejo agronómico

En el Cuadro 2, se observa que la siembra de las diferentes especies se hace generalmente entre los meses de abril y junio. Se emplea la estaca madura como medio principal de propagación. Las estacas no son sometidas a un período de almacenamiento previo a la siembra.

La mayoría de los agricultores encuestados emplea el corte con bicel lateral en las estacas y explican que, con este corte, se observa un rebrote más rápido y vigoroso. La forma más común de colocarla en el suelo, para la siembra, es inclinada, aduciendo que la entrada de luz es más eficiente lo que contribuye a un mejor desarrollo de los brotes (Cuadro 3). La estaca que se emplea tiene un largo promedio de un metro y un diámetro de 0,10 m. Normalmente cada estaca tiene entre 3 y 5 yemas.

Cuadro 2. Manejo agronómico de especies arbóreas y arbustivas más utilizadas en la alimentación de rumiantes.

Especie	Propagación		Madurez		Epoca siembra
	Estaca	Semilla	Tierna	Madura	
	% de productores				
Miche	100	0	12	100	Abril-Junio
Sauco	100	0	75	25	Abril-Junio
Copal	86	14	90	10	Abril-Junio
Bilil	86	14	90	10	Abril-Junio
E. Ganado ¹	100	0	0	100	Abril-Junio
Soloj	100	0	90	10	Abril-Junio
Moradillo	100	0	90	10	Abril-Junio
Canaque	0	100			

1/ Engorda ganado

Cuadro 3. Manejo agronómico de especies arbóreas y arbustivas más utilizadas en la alimentación de rumiantes.

Especie	Corte estaca		Forma siembra ¹		Medidas, cm	
	Bicel	2 cortes	Vert	Incl	Largo	Diam
Miche	X		10	90	100	0,10
Sauco	X		8	92	100	0,10
Copal	X		8	92	100	0,15
Bilil	X		8	92	100	0,10
E. Ganado	X	X	14	86	150	0,15
Soloj	X		14	86	100	0,15
Moradillo	X	X	0	100	100	0,10

1/ Porcentaje de productores.

Utilización de las especies

En el Cuadro 4, se observa el uso que el agricultor hace de las distintas especies forrajeras. Uno de los aspectos más relevantes, en el caso de Copal, Bilil, Sauco y Canaque, es que los productores sólo utilizan el 4% del área con árboles para la ganadería, dedicando el resto para la obtención de leña. Sin embargo destaca el hecho de que el principal uso informado por los productores fue el de forraje para la alimentación de rumiantes.

La totalidad de los productores informaron que poseen alguna especie forrajera en su propio terreno. Sin embargo, en su finca la cantidad es poca y es, en los terrenos comunales, donde el agricultor obtiene forraje y otros beneficios la mayoría de las especies. El Bilil, Copal y Engorda Ganado son manejados exclusivamente en áreas comunales lo que afecta su acarreo y disponibilidad oportuna. A pesar de que en la mayoría de la fincas hay cercas vivas, aún existe una gran cantidad de linderos abiertos que pueden aprovecharse para sembrar algunas de estas especies.

El follaje es utilizado todo el año, debido a que las condiciones bioclimáticas de las comunidades en las que se trabajó son bastante favorables. En esta zona es baja la ocurrencia de heladas y de poca severidad.

Cuadro 4. Usos y sitio de explotación de especies arbóreas y arbustivas utilizadas en la alimentación de rumiantes en San Marcos, Guatemala.

Especie	Uso			Epoca de uso	Lugar donde de encuentran	
	Forraje	Leña	Cerco			
	Productores, %					
Miche	100	0	75	Todo el año	Comunal	Propio
Sauco	86	14	90	Todo el año	Comunal	Propio
Copal	75	25	0	Todo el año	Comunal	
Bilil	100	0	0	Todo el año	Comunal	
E. Ganado	50	50	10	Todo el año	Comunal	
Soloj	100	0	0	Todo el año	Comunal	Propio
Moradillo	100	0	0	Todo el año	Comunal	Propio
Canaque	50	50	0	Todo el año	Propio	

Conclusiones

- a) Las especies predominantes en las localidades de San Pedro Sacatepéquez y Esquipulas Palo Gordo, San Marcos con fines forrajeros son: El Miche (*Erythrina* sp), el Sauco (*Sambucus canadensis*), el Copal (*Stemmadenia donnell-Smithii*), el Bilil (*Palimnia* sp.), el Soloj (*Palia imperialis*), Engorda Ganado, Moradillo (*Bomarea nirtella*), y Canaque (n/c).

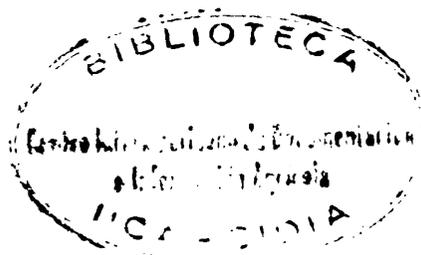
- b) La época más común de siembra es en los meses de abril y junio, utilizándose estacas maduras como medio principal de propagación. La forma más frecuente de siembra es inclinada.
- c) En cuanto a utilización se estableció que la gran mayoría de los productores utiliza estas plantas todo el año con fines forrajeros. En menor proporción los productores extraen de estas especies leña y varas para construcciones rústicas.

Recomendaciones

- a) Evaluar distintos métodos de propagación (tamaño y posición de la estaca en la rama, semilla botánica) con las leñosas forrajeras predominantes en el área, para determinar cual de ellos es el más adecuado para las condiciones del Altiplano Occidental de Guatemala.
- b) Evaluar formas de obtención, manejo y siembra de la semilla botánica de éstas especies para facilitar su propagación.
- c) Construir viveros de árboles y arbustos forrajeros para estudiar el comportamiento agronómico de estas especies y para mantener un centro que permita propagar su siembra en las fincas de la región.

Bibliografía

- DE LA CRUZ, S. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- HOLDRIDGE, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, C.R. IICA. 276 p. (IICA: Serie de libros y Materiales Educativos; N°. 34).
- HOLDRIDGE L.R. (1958) Mapa de zonificación ecológica de Guatemala según sus formaciones vegetales. Ministerio de Agricultura, Guatemala.



ESTUDIO DE CUATRO PLANTAS FORRAJERAS PARA CONDICIONES ADVERSAS.

Morfin Loyden Lillian¹
Camacho Morfin Deneb
Camacho Morfin Francisco²

RESUMEN.

Se trabajó con cuatro especies con potencial para la alimentación de pequeños rumantes: Atriplex nummularia, Eysenhardtia polystachia, Acacia saligna y Vicia villosa; las tres primeras para suelos erosionados y clima árido, la última para bosques templados-fríos. Las plantas estudiadas presentan una digestibilidad adecuada y un alto valor nutritivo.

INTRODUCCIÓN.

Las malas prácticas de utilización de la tierra son la causa principal de la degradación del medio ambiente, los ecosistemas constantemente son acechados, por lo que se pone en peligro la gran diversidad biológica de especies vegetales y animales (Gutierrez, 1987; Segura, 1992).

Entre los factores que amenazan a los ecosistemas pueden mencionarse: el proceso de conversión del uso de suelo, los incendios forestales y el pastoreo irracional; estos factores están interrelacionados, y representan una amenaza para la agricultura, debido a sus efectos en el régimen de lluvias y la erosión (Gutiérrez, 1987).

Por otro lado, se sabe que en México el 81% de la superficie territorial no es apta para el cultivo, debido a la escasez de agua, las pendientes, la pedregosidad y salinidad, entre otros. Para las diferentes condiciones agroecológicas se requieren acciones tendientes a la obtención de productos agropecuarios que conserven los ecosistemas.

El país cuenta con una gran cantidad de especies nativas e introducidas con gran potencial para la producción de forraje en zonas de condiciones adversas como las ya mencionadas; sin embargo es necesaria la investigación de esas especies para darles un uso adecuado, y someterlas a una explotación racional (Cienfuegos, 1986).

Algunas de las especies que pueden estudiarse son el Palo dulce (*Eysenhardtia polystachia*), Chamizo (*Atriplex nummularia*), *Acacia saligna* y la Veza de invierno (*Vicia villosa* Roth). A continuación se hará una breve descripción de las plantas citadas.

Eysenhardtia polystachia es una leguminosa arbustiva que crece en zonas de baja precipitación y suelos muy degradados. La consumen diversas especies de rumiantes, y tiene propiedades medicinales para humanos y para animales (Chimal, 1980).

Acacia saligna es un árbol de la familia de las leguminosas que puede prosperar en lugares donde la precipitación alcanza los 250 mm. Crece rápidamente y en la actualidad se utiliza para la reforestación de suelos muy erosionados. La bibliografía reporta que las hojas son agradables para el ganado ovino y caprino, pues no se han registrado problemas de toxicidad, además, la especie tiene la capacidad de reportar cuando es pastoreada en exceso. La acacia saligna sirve también para la creación de cercos vivos (National Academy of Sciences, 1980).

¹ Profesora de la FES-Quautitlán, UNAM, Cátedra de arbustivas.

² CIFAP, Campo Experimental Coyoacán.

Atriplex nummularia es una planta halófila perteneciente a la familia de las Quenopodiáceas, con alta tolerancia a la salinidad. Representa una fuente importante de forraje para las zonas desérticas, puesto que es propia de ellas (Duclos, 1978; Namur, 1989).

Vicia villosa es una leguminosa con gran resistencia a las heladas. Se desarrolla satisfactoriamente en invierno. Evita la erosión. En México se utiliza contra los incendios forestales, ya que su cubierta vegetal en épocas de estiaje ofrece protección a los bosques además de suministrar alimento al ganado (SARH, 1989).

El objetivo de la presente investigación fue generar información con respecto a la calidad forrajera de las cuatro especies citadas, con el fin de proponer alternativas de aprovechamiento con respecto a éstas.

METODOLOGÍA.

Para la evaluación de *Eysenhardtia polystachia* de agosto a octubre se recolectaron ramas de aproximadamente 14.43 cm, en comunidades ubicadas en el municipio de Tlalneantla, Estado de México, en los cerros aledaños al entronque de la carretera México-Querétaro y la calzada Vallejo. El clima (según las modificaciones de García hechas a la clasificación de Koppen, 1988) es Cb (w) (w) (i')gw. El intervalo de muestreos fue de 15 días. Se separaron las hojas de los tallos.

El período de muestreo de *Atriplex nummularia* estuvo comprendido de junio a diciembre, y el de *Acacia saligna* de enero a diciembre. En ambos casos las muestras se tomaron al azar con un intervalo de 30 días entre muestreos. Para la primera, las ramas muestreadas fueron de 43.75 cm en promedio, y el lugar de muestreo fue el ex Lago de Texcoco (clima Bs (w₁) (w) (i')); para la *A. saligna*, la longitud de la rama fue de 20 a 30 cm y las muestras fueron recolectadas en San Bartolo Naucalpan, Edo. de México, lugar que presenta clima Cb (w₁) (w) (i')g.

En el caso de *Vicia villosa*, se trabajó con forraje procedente de San Nicolás Coatepec, Edo. de México, cosechado antes de la presentación del botón floral.

Exceptuando a *Atriplex nummularia* (a la cual se le determinó su digestibilidad *in vitro*), al resto de las especies se les determinó digestibilidad *in vivo*, probando dietas con diferentes niveles de *Acacia saligna*-alfalfa a diferentes niveles en ovinos y caprinos, y *Eysenhardtia polystachia*-alfalfa a diferentes niveles en ovinos (Morfin, 1992). Se determinó la digestibilidad como forraje único de la veza de invierno en ovinos.

En todas las muestras se determinó la composición química proximal, que comprende las fracciones de humedad total, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas, así como fibra detergente neutro.

RESULTADOS.

Atriplex nummularia: La materia seca no presentó cambios importantes. El promedio de ésta fue de 22.98%. En cuanto a proteína cruda, el porcentaje más alto se encontró en octubre y correspondió a 20.92%, y el más bajo en junio (13.56%). Las cenizas fueron altas durante todo el período de estudio (aproximadamente el 25%). En diciembre se encontró el valor más alto.

Para fibra detergente neutro, las cantidades variaron de 30 a 42% aproximadamente, con el valor más alto en agosto. La digestibilidad *in vitro* de la materia seca se encontró entre el 56 y el 66%; sin embargo cabe resaltar que las variaciones en cuanto a composición química y digestibilidad no fueron importantes, por lo que aparentemente tiene una composición constante durante el período de tiempo de estudio. Aunque se debe considerar que los forrajes cambian de composición y digestibilidad dependiendo de la etapa de desarrollo en la que se encuentran, durante la etapa de estudio no cambió considerablemente la composición química de esta especie durante los períodos de crecimiento, prefloración y floración (Cuadro 1).

Acacia saligna: Tampoco presentó variaciones notables durante el período de estudio, pese a que también presentó todas sus etapas de desarrollo.

Como leguminosa, presenta un contenido de proteína aceptable (16%) y un contenido de fibra detergente neutro similar al de otras leguminosas (Cuadro 2).

En el estudio de la digestibilidad *in vivo* se encontró que los borregos pueden consumir hasta un 20% de la dieta de alfalfa-acacia, sin modificar la digestibilidad, que fue aproximadamente de 66%. Cuando se hicieron pruebas en caprinos con los mismos porcentajes de alfalfa-acacia, las dietas tuvieron una digestibilidad alrededor del 65%, sin mostrar diferencias estadísticas entre sí (Cuadro 3).

Eysenhardtia polystachia: Se encontró que puede suministrarse hasta un 20% sin afectar la digestibilidad. En cuanto a la composición química, esta especie mostró que en el período estudiado, los porcentajes de proteína cruda permanecen constantes, con un promedio de 22%; su contenido de fibra detergente neutro es de alrededor de 32% (similar al contenido encontrado en *Acacia saligna* y *Atriplex nummularia*). Es muy importante resaltar que el estudio fue hecho en los meses previos a la caída de las hojas (Cuadro 4).

Vicia villosa Roth: Se suministró henificada. Esta especie mostró una digestibilidad del 70% para materia seca, y un contenido alto tanto de fibra como de proteína cruda, incluso, presentó un porcentaje similar al de la alfalfa (Cuadro 5).

CONCLUSIONES:

Los forrajes estudiados presentan un alto potencial para la alimentación animal. *Atriplex nummularia* y *Acacia saligna* ofrecen forraje de composición química constante durante todo el año; sin embargo se recomiendan más estudios para su utilización adecuada.

Eysenhardtia polystachia y *Acacia saligna* pueden ser suministrados hasta en un 20% en la dieta de ovinos, a pesar de ello se debe tomar en cuenta que las disitintas especies, cuando están en pastoreo y tienen la oportunidad de elegir su alimentación, no toman un solo forraje como dieta única, por lo que resulta interesante la aplicación de estas especies en la alimentación de ovinos, sobre todo si consideramos que ambas no tienen espinas. La acacia estudiada sería una alternativa si consideramos que hasta con el 60% de la alimentación no se presentaron variaciones en la digestibilidad.

Vicia villosa es una planta de alta digestibilidad y excelente valor nutritivo. Si consideramos que crece en zonas donde no hay desarrollo de otras plantas forrajeras, podemos considerarla buena alternativa en la alimentación animal.

CUADRO 1

Composición química y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de *Atriplex nummularia* en el período comprendido de junio a diciembre de 1990.

Fracción	100% de materia seca						
	Meses						
	Junio %	Julio %	Agosto %	Septiembre %	Octubre %	Noviembre %	Dic. %
Materia seca	24.61	22.79	21.57	23.93	22.63	22.37	22.98
Proteína cruda	13.56	17.52	17.93	16.36	20.92	14.16	15.30
Cenizas	28.54	28.26	28.21	23.38	26.45	25.54	29.29
Extracto Etéreo	3.23	2.58	3.22	3.40	4.70	3.55	3.51

FDN¹
DIVMS²

¹ Fibra Detergente neutro.

² Digestibilidad *in vitro* de la Materia seca.

CUADRO 2
Análisis químico proximal de la *Acacia saligna*
100% de materia seca.

	X	Desv. estándar	CV
Proteína cruda	16.24	0.73	4.49
Fibra detergente neutro	39.7	3.6	9.07
Cenizas	9.2	0.7	7.64
Extracto etéreo	3.85	0.35	9.09

CUADRO 3
Digestibilidad aparente de la materia seca en
ovinos y caprinos en dietas Alfalfa-*Acacia saligna*

Niveles		Digestibilidad aparente de la materia seca.	
Alfalfa	<i>Acacia saligna</i>	Ovinos	Caprinos
%	%	%	%
100	0	67.34a	67.3d
80	20	65.70a	65.42b
60	40	59.02ba	67.61d
40	60	56.97b	64.84d

Las cifras con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba Tuckey con alfa = 0.05.

CUADRO 4

Digestibilidad aparente de la materia orgánica y de la proteína cruda de la Alfalfa suplementada con Palo dulce (*Eysenhardtia polystachia*) en el período comprendido de octubre a diciembre de 1986.

Tratamiento	Alfalfa	Palo dulce	Proteína cruda	Digestibilidad de materia orgánica	Digestibilidad de la proteína cruda.
	%	%	%	%	%
1		100	0	17.93a	66.02a
2	80	20	16.81a	59.01ab	63.09b
3	60	40	17.43a	54.40bc	62.25b
4	40	60	16.39a	52.55c	57.46b

Las medias con la misma letra no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tuckey con alfa = 0.05.

CUADRO 5
Composición química de la *Vicia villosa* y de las hojas de *Eysenhardtia polystachia*.

Fracción	100% de materia seca	
	<i>Vicia villosa</i>	<i>Eysenhardtia polystachia</i>
	%	%
Materia seca	40.58	-
Ceniza	77.1	7.16
Extracto etéreo	6.10	7.56
Proteína cruda	24.41	22.65
Fibra detergente neutro	29.39	32.11

Bibliografía:

- A.O.A.C., 1985. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 14th ed.
- Duclos, B., 1978. Las plantas forrajeras tropicales. Barcelona, Ed. Blume, p.236-238
- Chimal, H.A., 1980. Manual para la identificación de leguminosas forrajeras. México, UAM, p.56.
- Gutiérrez, Y.A, Lara, P.J. y Salas, L.J., 1987, Perspectivas para el desarrollo de la ovinocultura en México Memorias del II curso "Bases de la cría ovina", p. 15-19
- Morfín Loyden Lillian, Manual del laboratorio de Bromatología, México, FES-Cuautitlán.
- National Academy of Science, 1980. Firewood crops, Scrub and tree species for energy production. Washington, D.C., p. 200.
- Segura,G, 1992, "Los bosques templados de México y su conservación", La Jornada ecológica, suplemento de La jornada, México, Lun.27 de mayo de 1992, p.8.

DOS ESPECIES VEGETALES ARBUSTIVAS CON POTENCIAL FORRAJERO EN LOS ALTOS DE CHIAPAS, MEXICO.

Villafuerte-Zea, L¹
Nahed-Toral, J¹,
Alemán-Santillán, T¹
Pérez-Gil-Romo, F²
Grande-Cano, D²,
Sanginés-García, L²

INTRODUCCION

En varias regiones de México, el problema principal de los sistemas de producción animal en pastoreo es de tipo nutricional. En la región de los Altos de Chiapas la producción ovina adolece de la misma limitante, con la particularidad de que aquí la ovinocultura es manejada por mujeres y/o niños en un esquema agrosilvopastoril, y que su contribución a la reproducción de la unidad familiar le confiere una gran importancia ecológica y sociocultural.

El sistema ovino de los tzotziles de los Altos de Chiapas depende fundamentalmente del pastoreo extensivo. Dado que en la región la escasez de tierra agrícola ocasiona una competencia permanente por el uso del suelo entre los pastizales, por un lado, y las parcelas agrícolas y áreas forestales por el otro, los resultados de esa contradicción han sido: la expansión de las áreas de pasto a costa del bosque, un grave sobrepastoreo y la degradación de los agostaderos. La problemática alimentaria de los ovinos muestra dos causas fundamentales: a) elevado número de animales, que sobrepasa la capacidad de sostenimiento de los pastizales, y b) la disponibilidad escasa y estacional de forraje a causa de la aleatoriedad climática. En términos de productividad del trabajo, esta situación se traduce en largos recorridos de pastoreo con el consecuente alto gasto energético de los ovinos.

Ante esta situación, los productores han generado sus propias estrategias para integrar al pastoreo de ovinos todos los recursos forrajeros de que dispongan, entre ellos el follaje de las especies arbustiva y arbóreas. Aunque el potencial forrajero de las leñosas es reconocido por los productores de la región, quienes las utilizan tradicionalmente, se requiere seleccionar las que tengan el mayor potencial, a fin de estudiarlas detalladamente y planificar su incorporación sistemática a la producción ovina actual.

Con esta orientación se llevó a cabo la presente investigación, la cual consistió en reconocer y seleccionar especies arbustivas y arbóreas con potencial forrajero promisorio, con miras a su posible utilización como alimento para los ovinos.

1/ Investigadores del Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste. Apdo. Postal 63, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. México, 29290.

2/ Investigadores del Instituto Nacional de la Nutrición. Vasco de Quiroga No. 15. Colonia y Delegación Tlalpan. México, D. F., 14000.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en cinco comunidades indígenas (1 = Bautista Chico; 2 = Epalchén; 3 = Tzontehuitz; 4 = Pozuelos y 5 = Yalbanté) de los Altos de Chiapas, México, de octubre de 1992 a junio de 1993, y forma parte de un proyecto más amplio que sobre la producción agrícola campesina lleva a cabo el CIES. Las especies leñosas comúnmente usadas para alimentar a los ovinos durante la época seca fueron reconocidas con base en entrevistas a los productores y mediante observaciones de campo; se colectaron ejemplares botánicos para su identificación taxonómica y posterior depósito en el herbario del CIES. Se realizaron muestreos de vegetación utilizando el método del cuadrante centrado en un punto (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974); posteriormente se determinó la abundancia relativa de las especies mediante la obtención de valores de importancia ecológica; también se identificaron patrones de distribución de las especies según el método de la detección de la no aleatoriedad de acuerdo con Kershaw y Kenneth (1973); al mismo tiempo se realizaron encuestas para conocer la frecuencia de uso de las especies preferidas por los productores.

De acuerdo a parámetros ecológicos (distribución, y abundancia), análisis químicos (bromatológicos y toxicológicos) y uso actual en el sistema de producción ovino, del total de especies reconocidas se seleccionaron dos: *Eupatorium ligustrinum* y *Holodiscus argenteus*. De ambas especies se colectó suficiente material biológico para determinar: proteína cruda (según los métodos establecidos por la A.O.A.C., 1980); energía bruta (por medio de la bomba calorimétrica adiabática); fracciones de fibra (por el método de Van Soest y Wine, 1967); presencia de alcaloides (por la técnica de Domínguez, 1979) y glucósidos cianogénicos (según las indicaciones de la A.O.A.C., 1980).

RESULTADOS Y DISCUSION

El sistema de producción ovina en las comunidades indígenas de los Altos de Chiapas se basa en el pastoreo extensivo y en la utilización de la fuerza de trabajo de las mujeres y los niños, quienes se responsabilizan del cuidado de los animales durante los extensos recorridos que se requiere realizar diariamente a fin de satisfacer los requerimientos mínimos necesarios de forraje. Con frecuencia, las áreas de pastoreo se localizan muy lejos de los sitios donde los animales reposan durante la noche, por lo que es común que en el trayecto se internen en áreas boscosas, donde los animales tienden a ramonear algunas especies. La práctica cotidiana de estas actividades de pastoreo ha permitido que los productores acumulen un importante fondo de conocimientos respecto a aquellas especies consumidas por los ovinos. Esta información resulta de suma importancia cuando las especies vegetales consumidas son arbustos o árboles de hojas perennes, pues la escasez invernal de forraje podría resolverse con su incorporación sistemática al sistema ovino.

Considerando esta situación, la búsqueda de alternativas a la problemática alimenticia de los ovinos se inició explorando el conocimiento que ya poseen los propios productores. Inicialmente se obtuvo un listado de 40 especies vegetales utilizadas en diferentes épocas del año y con diferente intensidad en la alimentación de los ovinos. Como nuestro objetivo es encontrar alternativas a la escasez invernal de forraje, se eliminaron del listado aquellas especies cuya mayor abundancia se ubica en la temporada de lluvias, cuando los pastizales presentan su mejor desarrollo, así como aquellas que no eran utilizadas por la mayoría de los productores entrevistados.

En el Cuadro 1 aparecen las 14 especies de arbustos o árboles más frecuentemente mencionados como buenos forrajes en la época de secas. Esta parte de la investigación se realizó con una muestra de 15 productores de la comunidad de Bautista Chico, Municipio de San Juan Chamula, y sirvió para generar un marco de referencia que guiara la toma de información con productores de las otras comunidades seleccionadas.

Cuadro 1.
Especies arbustivas y arbóreas con potencial forrajero en los Altos de Chiapas, México.

Nombre común	Familia	Especie	Forma de crecimiento
c`am itaj te`	Compositae	<i>Verbesina perymenioides</i>	1
c`os	Onagraceae	<i>Fuchsia paniculata</i>	1
c`oxox te`	Theaceae	<i>Cleyera theaeoides</i>	2
ch`a te`	Compositae	<i>Eupatorium ligustrinum</i>	1
con con	Ericaceae	<i>Cavendishia guatemalensis</i> var. <i>chiapensis</i>	1
icalunik	Garryaceae	<i>Garrya laurifolia</i>	2
mes te	Compositae	<i>Baccharis vaccinioides</i>	1
pits`ots	Polygalaceae	<i>Monnina xalapensis</i>	1
pochij anal	Fagaceae	<i>Quercus crassifolia</i>	2
pomos	Rosaceae	<i>Holodiscus argenteus</i>	1
tilil	Myrsinaceae	<i>Rapanea juergensenii</i>	1
ts`utuj te	Betulaceae	<i>Ostrya virginiana</i>	1
tselopat	Loganiaceae	<i>Buddleia</i> sp.	2
tulan	Fagaceae	<i>Quercus rugosa</i>	2

1 = Especie arbustiva; 2 = Especie arbórea.

A todas las especies incluidas en el Cuadro 1 se les realizó un estudio de distribución e importancia ecológica con la finalidad de identificar su disponibilidad local. Se les realizó también un análisis químico que incluyó la determinación de algunos factores tóxicos y antifisiológicos.

Para seleccionar a las especies leñosas con mayor potencial forrajero, se tomaron en cuenta los siguientes criterios: a) uso actual por los productores de ovinos de la región, b) presencia de follaje en la estación invernal, c) abundancia local, y d) composición química con aceptable contenido nutricional y baja concentración de sustancias tóxicas. De las especies promisorias las dos más importantes fueron *Eupatorium ligustrinum* y *Holodiscus argenteus*.

Descripción de las especies seleccionadas.

E. ligustrinum es llamada comunmente ch`ate` por las etnias tzotziles de los Altos de Chiapas; en el este de Acaxochitlán, Hidalgo es conocida como chichitlaco (Martínez, 1979). Esta especie ha sido descrita anteriormente bajo la siguiente sinonimia (Standley, 1982):

Eupatorium erythropappum Robinson.
Eupatorium myriadenium Schauer.
Eupatorium biceps Klotzch.
Eupatorium popocalapetlense Schlecht.

Es un arbusto hasta de 5 m de alto, con tallos leñosos, cilíndricos y estriados; hojas opuestas, membranáceas o algo coriáceas, pecíolo de 5-15 mm de largo, glabro, lámina lanceolada de 4-10 cm de largo por 2-4 cm de ancho, ápice agudo o acuminado, borde externo aserrado hacia la parte media, base cuneada de bordes algo revolutos, haz y envés glabros, nervación pinada; flores 4-13, corola de 5 mm de largo, blanca y glabra; fruto un aquenio. Suele encontrarse cerca de pastizales, a orillas de caminos, y bosques de pino-encino y de encino-pino. Los ejemplares colectados y parte de la información recabada se cotejaron con la obra de Rzedowski y Rzedowski (1985), quienes reportan que *E. ligustrinum* se distribuye desde Tamaulipas hasta Costa Rica, e incluye los estados de Hidalgo, San Luis Potosí, Veracruz y Chiapas.

H. argenteus (L.f.) Maxim., llamada pomos por las etnias tzotziles, ha sido descrita anteriormente con el nombre de *Holodiscus fissus* Schneider (Standley y Steyermark 1946).

Generalmente es un arbusto de 1-3 m, pero frecuentemente alcanza tallas mayores y propiamente es un árbol pequeño de ramas frecuentemente delgadas y en ocasiones recurvadas; la corteza es floja, y de color oscuro, gris o pardo. Las ramas jóvenes vellosas-tomentosas, hojas pequeñas, pecíolos cortos, ovalados, lanceolados u oblanceolados, glabros y profundamente glaucas arriba. Panículas oblongas o piramidales de 5-15 cm de longitud; pétalos ampliamente ovalados, con 2.5 mm de longitud; fruto un aquenio. Se encuentra en montañas altas, en acahuales jóvenes, dentro de un rango altitudinal que va desde los 2000 hasta los 2800 m. Los ejemplares colectados y parte de la información recabada se cotejaron con la obra de Standley y Steyermark (1946), quienes señalan que *H. argenteus* se encuentra en el Sureste de México, Guatemala, Costa Rica y Colombia.

En el Cuadro 2 se muestran los resultados del estudio de distribución e importancia ecológica de las dos especies seleccionadas. Puede verse que ambas presentan tendencias a distribuirse aleatoriamente, pues sólo en una de las cinco comunidades de estudio (Yalbanté en el caso de *Eupatorium*, y Epalchén en el de *Holodiscus*) parecen adoptar un patrón de distribución contagioso, esto es, en manchones.

Si consideramos el manejo casi nulo que se aplica a estas especies, la tendencia a distribuirse sin un arreglo espacial definido debe buscarse en las características de sus estructuras reproductoras. Tanto *Eupatorium* como *Holodiscus* producen frutos pequeños (aquenios en ambos casos) dotados de estructuras como pelos o cerdas, que facilitan su dispersión por el viento o adheridos a la ropa o el pelaje de los animales. Ambas especies parecen basar sus estrategias de reproducción en una abundante producción de semillas fácilmente dispersables y un rápido desarrollo vegetativo.

Los valores de importancia (V.I.) promedio calculados para ambas especies son semejantes a los de las especies dominantes en la vegetación natural, los encinos (1.96). Debido a que para el cálculo del V.I. no se considera la cantidad de biomasa de las especies, sino sólo la magnitud de su presencia dentro de una comunidad, los V.I. encontrados para *Holodiscus* y *Eupatorium* demuestran su abundancia individual y ubicua presencia en las comunidades vegetales de estudio.

Cuadro 2.
Distribución e importancia ecológica de *Eupatorium ligustrinum* y *Holodiscus argenteus* en cinco comunidades de los Altos de Chiapas, México.

Especie	Comunidad*				
	1	2	3	4	5
Distribución					
<i>E. ligustrinum</i>	A	A	A	--	C
<i>H. argenteus</i>	A	C	A	A	A
Importancia					
<i>E. ligustrinum</i>	3.66b	0.33a	1.91b	0.0a	0.83ab
<i>H. argenteus</i>	1.25a	3.16b	2.08ab	2.5b	0.83a

* 1 = Bautista Chico; 2 = Epalchén; 3 = Tzontehuitz; 4 = Pozuelos y 5 = Yalbanté
a, b, c Medias con distinta letra en la misma hilera, son diferentes ($P < 0.05$).
A = Distribución al azar y C = Distribución contagiosa.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados del análisis químico de las dos especies forrajeras seleccionadas.

Cuadro 3.
Composición química de *Eupatorium ligustrinum* y *Holodiscus argenteus* en los Altos de Chiapas, México.

Variable	<i>Eupatorium ligustrinum.</i>	<i>Holodiscus argenteus</i>
Proteína cruda, %	9.18	9.31
Energía bruta, kcal/g	4.20	4.08
FDN, %	31.95	34.24
FDA, %	29.06	18.61
Alcaloides	Escasa	Moderada
Glucósidos		
Cianogénicos	Negativa	Negativa

Se observa que las dos especies presentan similar contenido de proteína cruda, mayor energía bruta y menor contenido de fracciones de fibra respecto a las especies de pastos forrajeros naturalizados en la región (Urquijo *et al.*, 1991).

Estos resultados sugieren que dichas especies podrían contribuir de manera considerable a la solución del problema alimentario de los ovinos en la región, si se usaran sistemáticamente como complemento en las épocas críticas. Las posibilidades de esta contribución aumentan si tomamos en cuenta que la producción ovina actual no depende totalmente del pastoreo en los pastizales, sino que se combina con el uso eficiente de residuos de cosecha y arvenses de la milpa. Esas estrategias de uso múltiple de los recursos, que en buena medida son la base de la producción agrícola en la región de estudio, podrían aumentar el aporte de nutrientes para cubrir las necesidades físicas y fisiológicas de los ovinos, con lo que se mejoraría la producción animal, al mismo tiempo que contribuirían a aminorar el acelerado proceso de deterioro de los pastizales.

Potencial e Intensidad de Uso

La aceptación de cualquier alternativa a la grave escasez de forraje en la región dependerá de diversos factores, no sólo de carácter técnico sino también de carácter sociocultural: a) de la prioridad que cada problema tenga para la reproducción de las unidades familiares; b) de su integración dentro de las estrategias productivas que desarrolle; c) del conocimiento y las habilidades requeridas para su manejo; y d) de la disponibilidad de las materias primas o los recursos necesarios.

E. ligustrinum y de *H. argenteus* satisfacen en buena forma estos requisitos, pues la cría de ovinos tiene gran importancia, tanto desde el punto de vista ecológico (flujo de nutrientes, circulación de materiales entre los sistemas de producción, la rotación en el uso del suelo y la fertilización de cultivos agrícolas con estiércol, especialmente de pequeños predios cultivados de manera intensiva con hortalizas), económico (aporte monetario y no monetario a través de la venta de animales y lana) y sociocultural (utilización de la fibra de lana para elaborar su indumentaria tradicional y producir artesanías para la venta).

Ambas especies contribuyen en otros aspectos a la satisfacción de las necesidades básicas de las unidades familiares debido a que se utilizan tanto como combustible como para la construcción de cercos vivos, lo que las incluye en las estrategias de uso múltiple mencionadas.

El hecho de que las especies seleccionadas se hayan identificado partiendo del propio conocimiento de los productores se refleja en el Cuadro 4, donde se evidencia la frecuencia con que ya se les utiliza en la región. Esto incrementaría las posibilidades de éxito de las propuestas que fomenten su incorporación sistemática al actual sistema de producción ovina.

Es conveniente mencionar que la utilización del follaje de las especies leñosas seleccionadas depende también de la disponibilidad de otras especies forrajeras y de las condiciones de los pastizales. Esto podría ser una de las causas por la que los informantes de la comunidad de Epalchén no reportaran la utilización de *Eupatorium* u *Holodiscus*, pues se observó que en esta localidad los pastizales se encuentran en mejores condiciones que en las otras comunidades de estudio.

Cuadro 4.
Frecuencia de uso (%) de *Eupatorium ligustrinum* y
***Holodiscus argenteus* en cinco comunidades de los Altos**
de Chiapas, México (n = 10 productores por comunidad).

Comunidad	<i>E. ligustrinum</i>	<i>H. argenteus</i>
Bautista Chico	9	18
Epalchén	-	-
Tzontehuitz	25	25
Pozuelos	64	-
Yalbanté	20	20

Otro aspecto que habría que considerar es el manejo del hato, pues en ocasiones los animales entran al bosque a ramonear, donde su alimentación depende totalmente de sus preferencias respecto a ciertas especies. Así también se observa que los productores recolectan el follaje para llevarlo hasta los sitios donde se encuentran los animales.

En el aspecto nutricional, el hecho de que ambas especies presenten un contenido aceptable de proteína y fracciones de fibra, alta energía bruta, baja abundancia de alcaloides, ausencia de glucósidos cianogénicos, así como ser apetecibles para los ovinos, refuerza las posibilidades de que estas especies sean una propuesta prometedora que podría contribuir a aminorar los problemas nutricionales que actualmente presentan los ovinos.

Conviene iniciar estudios agronómicos que permitan identificar las formas más adecuadas de manejo, así como ensayos biológicos que evalúen la respuesta de los animales al consumo del follaje de estas especies. De ahí la importancia de conocer su distribución y abundancia, pues ello posibilita la identificación de las áreas en que se les encuentran en mayor cantidad, aspecto de gran importancia para el conocimiento de las condiciones naturales bajo las cuales se desarrollan las plantas, así como para poder cosechar material suficiente para el comienzo de los estudios mencionados.

Asimismo, creemos necesario profundizar en el estudio de los diversos aspectos involucrados en la determinación de la aceptación o rechazo de las propuestas técnicas de manejo de los ovinos: capacitación, asistencia técnica, organización, etc. Lo deseable es mejorar la productividad del trabajo empleado en la cría de ovinos en el contexto del manejo integral de los sistemas productivos, conservar los recursos naturales y mejorar el nivel de vida de los productores indígenas de la región, lo cual constituye un objetivo general compartido por otros proyectos de investigación dentro del CIES.

CONCLUSIONES

Aun cuando existen varias especies leñosas utilizadas como forraje (*Ostrya virginiana*, *Monnina xalapensis*, *Buddleia* sp., *Cleyera theaeoides*, entre otras), el potencial que *E. ligustrinum* y *H. argenteus* tienen como alimento para los ovinos se incrementa debido a su disponibilidad y utilización actual en las etapas críticas de escasez de forraje, su aceptable calidad nutricional y su apetencia por los ovinos.

El desarrollo del potencial del sistema de producción ovino requiere diversas acciones, entre las que destacan mejorar la condición de los pastizales y aprovechar al máximo los otros recursos forrajeros con los que el productor cuenta.

Es necesario considerar la importancia que tienen los estudios con animales, en confinamiento y en pastoreo, con la finalidad de evaluar el efecto de la utilización del follaje de *Eupatorium* y *Holodiscus*, tanto en la producción animal como en el mejoramiento del pastizal. Por otra parte, se necesita desarrollar diseños agronómicos que posibiliten el establecimiento de estrategias apropiadas de manejo.

El mejoramiento de la producción ovina requiere que las alternativas propuestas se adecúen a las condiciones económicas y socioculturales que imperan en la región. En particular se debe incidir en la búsqueda de alternativas que aumenten la eficiencia de la fuerza de trabajo y propicien formas de organización que mejoren la calidad de vida de las familias campesinas de la región Altos de Chiapas.

BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist, 15 th Ed. Association of Official Analytical Chemist, Washington, D. C.
- Domínguez, X. A. 1979. Métodos de Investigación Fitoquímica. LIMUSA. México.
- Kershaw y Kenneth. 1973. Quantitative and Dinamic Plant Ecology. Edit. Edwaro Arnold. 2a. ed. 308 p.
- Martínez, M, 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de cultura económica. México.
- Mueller-Dombois, D., H. Ellenberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Willey and Sons. New York, USA. 547 p.
- Rzendowski, J. y G. C. Rzendowski. 1985. La flora fanerogámica del valle de México. Vol. II. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México.
- Standley, P., y J. Steyermark. 1946. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany, Vol. 24, Part. IV. Chicago. Natural History Museum.
- Standley, P. 1982. Trees and shrubs of México. J. Cramer. Germany.
- Urquijo, V. G., J. Nahed, T, y P. F. Quintana, A. 1991. Productividad de pastizales naturalizados bajo exclusión y apacentados por ovinos en los Altos de Chiapas. pp. 45-47. In: UNACH-Gobierno del estado de Chiapas-AMTEO (Ed.). Memorias del IV Congreso Nacional de Producción Ovina.
- Van Soest, P.J. y R.H. Wine 1967. Use of detergents in analysis of fibrous feeds. Determination of plant cell-wall constituents. Journal of the A.O.A.C. 50:50-55

PERFIL NUTRICIONAL Y DIGESTIBILIDAD *in situ* DEL FORRAJE DE ARBUSTOS NATIVOS DEL NORESTE DE MEXICO

Julia Alicia Torres Noriega¹
Roque Gonzalo Ramírez Lozano²
Juan José Zárate Ramos²

INTRODUCCION

En el noreste de México se desarrolla una ganadería, bajo sistemas de pastoreo extensivo y semi intensivo, asociada con especies de fauna silvestre como el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*, texanus). El ganado y el venado cola blanca usan para su alimentación, alrededor de 100 diferentes especies de plantas (arbustos, árboles, hierbas y zacates) nativas (Quintanilla et al., 1989; Ramírez et al., 1990; 1993). Sin embargo, el potencial forrajero e importancia en la alimentación animal, de la mayoría de estas especies, no ha sido evaluado. El desarrollo y amplia distribución en el pastizal de ciertas plantas, implica su perfecta adaptación a las condiciones ambientales de la región. Sin embargo, durante su adaptación han evolucionado, desarrollando mecanismos de defensa, no solo al clima de la región, sino también, en contra de los animales herbívoros que las consumen. Algunas plantas contienen fenoles solubles, alcaloides o aceites esenciales que causan toxicidad. Además, taninos condensados que ejercen influencia en la solubilidad y disponibilidad de los nutrientes en el aparato digestivo de los herbívoros. En algunos casos precipitan la proteína de la dieta en el rumen. Esto, aparentemente, para los rumiantes es un ventaja, debido a que el perfil de aminoácidos para ser absorbidos en el duodeno es rico en los esenciales, comparado con el de la proteína microbial.

El aporte de nutrientes de las plantas y su disponibilidad en la alimentación animal, son aspectos importantes que deben ser estudiados a través de pruebas de digestibilidad, como sería el caso de la técnica *in situ* (bolsa nylon). Esta técnica consiste en suspender, en el rumen de un rumiante fistulado, bolsas de nylon, conteniendo una muestra molida de las plantas en estudio. Después de un periodo determinado, se estiman, por diferencia, los nutrientes digeridos que fueron removidos de la bolsa por la acción de los microbios en el rumen. Lo anterior, permite estimar la velocidad y grado de digestión de los nutrientes contenidos en las plantas forrajeras. Sin embargo, las variaciones estacionales de temperatura y precipitación, condicionan el nivel y disponibilidad de los nutrientes contenidos en las plantas nativas, provocando fluctuaciones que en algún periodo del año las puede hacer o no un forraje de calidad suficiente para sostener un buen comportamiento animal. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivos estimar y comparar el valor nutritivo del forraje, colectado durante las cuatro estaciones del año en 1992, de 15

¹Tesista, Fac. Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Nuevo León.

²Profesores, Fac. Medicina Veterinaria y Zootecnia, UANL., Ave. Lázaro Cárdenas No. 4600, Monterrey, N.L., 64930, México.

plantas arbustivas nativas del noreste de México. Así mismo, usando borregos fistulados, permanentemente, del rumen se determinó la digestibilidad in situ de la materia seca (MS) de las mismas plantas. El heno de alfalfa, también fue evaluado, sirviendo como forraje de comparación.

MATERIALES Y METODOS

Colección de muestras

Durante 1992, en cuatro períodos (estaciones del año); 20 de marzo, 20 de junio, 12 de septiembre y 5 de diciembre, se colectaron muestras del follaje de 15 plantas arbustivas nativas del estado de Nuevo León, México, en los municipios de Cienega de Flores, Sabinas, Zuazua y Marín. Los nombres comunes, científicos y familia de las plantas aparecen en el Cuadro 1. El material colectado se obtuvo de partes de la planta accesibles para el ramoneo de los rumiantes. La muestra de cada especie se obtuvo del forraje de por lo menos 10 diferentes plantas. Las muestras fueron almacenadas provisionalmente en bolsas de papel hasta su secado, bajo sombra, que duró aproximadamente 15 días (d). Posteriormente, las muestras fueron molidas en un molino Wiley a través de una malla de 2 mm y, eventualmente se almacenaron en recipientes de plástico para futuros análisis químicos y de digestibilidad. El heno de alfalfa usado en este estudio fue obtenido de una casa comercial de la ciudad de Monterrey.

CUADRO 1. Nombre común, científico y familia a la que pertenece cada una de las plantas arbustivas nativas evaluadas en este estudio.

Nombre Común	Nombre científico	Familia
Chaparro prieto	<i>Acacia rigidula</i>	Leguminosae
Palo verde	<i>Cercidium macrum</i>	Leguminosae
Hulzache	<i>Acacia farnesiana</i>	Leguminosae
guayacán	<i>Porlieria angustifolia</i>	Leguminosae
Granjeno	<i>Celtis pallida</i>	Ulmaceae
Guajillo	<i>Acacia berlandieri</i>	Leguminosae
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	Leguminosae
Cenizo	<i>Leucophyllum texanum</i>	Scrophulariaceae
Hulzachillo	<i>Desmanthus virgatus</i>	Leduminosae
Uña de gato	<i>Acacia greggii</i>	Leguminosae
Anacahuita	<i>Cordia boissieri</i>	Boraginaceae
Brasil	<i>Condalia obovata</i>	Rhamnaceae
Junco	<i>Ziziphus obtusifolia</i>	Rhamnaceae
Mezquite	<i>Prosopis glandulosa</i>	Leguminosae
Nopal	<i>Opuntia lindheimeri</i>	Cactaceae

Análisis químicos

Las muestras de cada planta y el heno de alfalfa, en cada estación del año, fueron analizadas para determinar su MS, cenizas, Proteína cruda (PC), por los procedimientos de AOAC (1975). El contenido de fibra detergente neutro (FDN, pared celular), fibra detergente ácido (FDA) y lignina detergente ácido (LDA), también fueron determinados (Goering y Van Soest, 1970).

Digestibilidad in situ

A las muestras de cada planta y en cada estación del año se les determinó la degradabilidad ruminal de la materia seca (MS) en diferentes periodos de incubación, usando borregos fistulados del rumen, los cuales, fueron alimentados con heno de alfalfa a libre acceso, durante el estudio. El procedimiento consistió en suspender en el rumen de los borregos, al mismo tiempo, 6 bolsas nylon (5 x 10 cm con un tamaño de poro de 53 μm), conteniendo, cada una 2 g de muestra de cada planta en cada estación del año. Posteriormente, fueron retiradas del rumen a la hr 0, 4, 8, 12, 24 y 48 hrs, las cuales, fueron considerados como periodos de incubación. Las bolsas de la hr 0 estuvieron en el rumen solo durante 30 segundos.

Una vez retiradas del rumen, inmediatamente después, las bolsas fueron lavadas en agua circulante durante aproximadamente 10 minutos, escurridas manualmente y, seguido fueron puestas en una estufa para secarlas a una temperatura de 55 C, durante 48 hrs. La degradabilidad potencial de la MS, en cada periodo de incubación, se determinó por medio de la diferencia entre el peso seco del residuo de la hora cero y el residuo de cada periodo de incubación (Orskov et al., 1980). Los valores de degradación ruminal de la MS, en diferentes periodos de incubación se ajustan a un modelo general de tres fracciones: A = MS rápidamente degradada; B = MS degradada a una tasa medible y C = MS no degradada a la hr 48. Las fracciones fueron determinadas usando el siguiente procedimiento: Una tasa monoexponencial descendiente fue usada para describir la degradación de la fracción B y para estimar el valor a la hora cero. Las constantes de degradación (K_d) fueron obtenidas por medio de regresión del logaritmo natural (ln) del porcentaje remanente menos la fracción C [$\ln(\text{porcentaje remanente} - C)$] y el tiempo en hrs de incubación en el rumen. El intercepto y la pendiente de la recta resultante del análisis de regresión, representan los valores de la fracción B en la muestra original y la constante de degradación (K_d), respectivamente. Por lo tanto, la fracción B es calculada usando la siguiente ecuación: $B = e^{-\text{intercepto}}$, donde $e = 2.71828$.

La fracción C es igual al residuo de la MS a la hr 48. Posteriormente, el porcentaje de MS en la fracción A puede ser calculado de la siguiente manera: $A = 100 - (B + C)$. la degradabilidad efectiva de la MS (DEMS) en porcentaje, por lo tanto, fue calculada usando la ecuación de Orskov y McDonald (1979); $\text{DEMS} = A + [(B \times K_d) / (K_d + K_i)]$, donde DEMS es la degradabilidad efectiva de la MS (%), B es la fracción de la MS degradable a una tasa medible (%), K_d es la constante de la degradación de la MS de la fracción B y, $K_i = 0.025^{\text{h}}$ y representa la tasa de recambio ruminal de los sólidos (Singh et al., 1989).

Análisis estadísticos

Los datos de composición química de las arbustivas fueron analizados con un diseño de bloques al azar. Los tratamientos fueron las plantas y los bloques las estaciones del año. Los datos de digestibilidad in situ fueron analizados con un diseño de parcelas divididas. La parcela grande

fueron las estaciones del año y la parcela chica fueron los periodos de incubación. Las medias fueron comparadas por medio de la diferencia mínima significativa ($P < 0.05$) (Steel y Torrie, 1980). Así mismo, se usó un análisis de regresión para estimar la tasa de degradación (K_d) de la fracción B. Las fracciones A, B, C K_d y DEMS fueron analizadas con un diseño de bloques al azar. Las medias anuales fueron comparadas por medio de la diferencia mínima significativa ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

Valor nutritivo

Los valores de PC del heno de alfalfa y del forraje de las 15 arbustivas se muestra en Cuadro 2. En general, el nivel más elevado de PC de todas las plantas se mostró durante el invierno. Sin embargo, esto no significa que los niveles de PC de las plantas en las otras

CUADRO 2. Medias por estación del año del contenido de PC del heno de alfalfa y las arbustivas, colectadas durante 1992

Plantas ¹	Estaciones del año				Media	EE ²
	Invierno marzo 20	Primavera junio 20	Verano sep. 12	Otoño dic. 5		
Alfalfa	15.9	16.8	16.0	16.0	16.2	0.1
Ch. prieto	20.8 ^A	16.5 ^B	14.9 ^C	12.6 ^D	16.0	0.2
Palo verde	18.6 ^B	19.1 ^B	25.4 ^A	15.9 ^C	19.7	0.5
Huizache	25.9 ^A	25.4 ^A	21.5 ^B	19.8 ^C	23.1	0.4
Guayacán	15.3 ^B	19.7 ^A	16.9 ^B	15.4 ^B	16.8	0.5
Granjeno	26.2 ^A	22.4 ^B	22.0 ^B	26.6 ^A	24.3	0.7
Guajillo	24.8 ^B	22.9 ^C	25.8 ^A	21.4 ^D	23.7	0.2
Leucaena	32.7 ^A	33.2 ^A	25.6 ^B	23.0 ^B	28.6	0.9
Cenizo	16.8 ^A	12.6 ^C	13.3 ^B	11.6 ^D	13.6	0.2
Huizachillo	21.5 ^B	15.7 ^B	18.3 ^{AB}	21.0 ^A	19.1	0.9
Uña de gato	16.5 ^B	22.1 ^A	21.4 ^A	21.5 ^A	20.4	0.9
Anacahuíta	21.7 ^A	17.6 ^B	12.1 ^C	13.8 ^C	15.5	0.7
Brasil	15.7 ^A	11.2 ^C	13.1 ^B	12.3 ^{BC}	13.1	0.3
Junco	24.7 ^A	18.4 ^B	14.3 ^C	16.0 ^{BC}	18.4	0.7
Mezquite	34.5 ^A	22.6 ^B	22.3 ^B	17.7 ^C	24.3	0.3
Nopal	7.7 ^A	7.9 ^A	6.6 ^B	5.1 ^C	6.8	0.2

¹Base seca.

²EE = Error estándar, n = 2.

^{A,B,C,D}Medias con letras diferentes no son iguales ($P < 0.05$).

estaciones del año se haya reducido considerablemente. De hecho, con excepción del nopal, todas las plantas mostraron valores de PC en cantidades suficientes para cubrir las necesidades del ganado en pastoreo. Everitt y González (1981) en Texas, EEUU, reportaron que el contenido de PC de las hojas del chaparro prieto, granjeno y guayacán, tuvieron niveles elevados durante las estaciones del año y, comparables a los reportados en este estudio.

Por otra parte, el contenido de cenizas de las plantas evaluadas fue más elevado para el nopal (24.4%, media anual) y el granjeno (19.6%), comparados con las otras plantas. Valores elevados de cenizas para el nopal también, fueron reportados por Everitt y González (1981) y Varner

et al. (1977). Estos autores encontraron que debido al alto contenido de cenizas en el nopal, su digestibilidad in vitro de la MS fue sobre-estimada, cuando la digestibilidad se determinó en base orgánica.

El contenido de pared celular (FDN) del forraje de las plantas se muestra en el Cuadro 3. El nivel de FDN fue variable durante las estaciones del año. En general, la mayoría de las

CUADRO 3. Medias por estación del año del contenido de FDN del heno de alfalfa y las arbustivas, colectadas durante 1992

Plantas ¹	Estaciones del año				Media	EE ²
	Invierno marzo 20	Primavera junio 20	Verano sep. 12	Otoño dic. 5		
Alfalfa	46.4	45.9	46.9	46.5	46.5	0.1
Ch. prieto	35.4 ^D	51.6 ^A	46.2 ^B	40.2 ^C	43.3	0.7
Palo verde	29.1 ^A	32.1 ^A	24.5 ^C	25.1 ^C	27.7	0.5
Huizache	39.6 ^A	51.5 ^B	60.8 ^A	44.8 ^C	49.2	0.6
Guayacán	31.2 ^C	47.9 ^A	39.1 ^B	32.9 ^{BC}	37.8	1.8
Granjeno	32.2 ^B	44.3 ^A	25.0 ^C	30.8 ^B	34.8	1.1
Guajillo	34.9 ^C	50.2 ^A	45.4 ^A	29.8 ^D	40.1	0.6
Leucaena	35.6 ^B	35.6 ^B	43.6 ^A	44.1 ^A	39.0	1.2
Cenizo	38.1 ^C	49.1 ^A	37.9 ^C	41.6 ^B	41.7	0.7
Huizachillo	35.2 ^B	47.8 ^A	38.4 ^B	35.9 ^B	40.2	1.3
Uña de gato	37.3 ^C	48.3 ^A	41.6 ^B	41.3 ^B	43.1	0.9
Anacahuita	36.6 ^B	46.0 ^A	36.9 ^B	39.7 ^B	39.8	1.2
Brasil	42.0 ^A	44.2 ^A	43.7 ^A	33.6 ^B	40.9	1.0
Junco	27.8 ^B	41.4 ^A	30.1 ^B	29.2 ^B	32.1	0.8
Mezquite	31.4 ^C	62.8 ^A	40.6 ^B	38.2 ^B	43.2	0.6

¹Base seca.

²EE = Error estándar, n = 2.

^{A,B,C,D}Medias con letras diferentes no son iguales (P<0.05).

arbustivas tuvieron los más elevados valores de FDN, durante la primavera y verano (periodos de lluvias). Así mismo, el contenido de FDN de las arbustivas fue menor al del heno de alfalfa. Lo anterior, pudiera ser una ventaja para los animales que las consumen. Comparativamente, se alcanzarían más elevados consumos de forraje en los animales que si consumieran heno de alfalfa. es decir, entre más elevado sea el nivel de pared celular en el forraje, menor sera el nivel de consumo. Además, se ha demostrado que los animales con elevados niveles de consumo de forraje, tienen un mejor comportamiento, especialmente si el forraje tiene altos valores de PC como es el caso de las arbustivas

usadas en este estudio (Cuadro 2).

La fracción más indigestible de la pared celular es aquella representada por la lignina y la celulosa (FDA, Cuadro 4). En general, los valores de FDA de las arbustivas fueron más elevados durante el invierno y otoño. Así mismo, los promedios anuales de FDA de las arbustivas, fueron más bajos que el del heno de alfalfa, con excepción del cenizo y anacahuita. Como se mencionó arriba, el hecho de que el forraje de arbustivas contenga niveles bajos de ligno-celulosa, implica, que le animal que las consume puede obtener mayores consumos de forraje, comparadas con el heno de alfalfa que contine un menor porcentaje de FDA, la porcion de la pared celular menos degradable a nivel ruminal.

Digestibilidad in situ

Los residuos no degradados de MS en cada periodo de incubación (4, 8, 12, 24 y 48 hr) fueron expresados como porcentaje del residuo de la hr cero. Lo anterior permite comparaciones entre forrajes en el mismo punto de inicio y, por lo tanto, expresar la degradabilidad de la MS como porcentaje del residuo de la hora cero indica la cantidad de la MS total del forraje que está

disponible para la digestión (Singh et al., 1989). Las

CUADRO 4. Medias por estación del año del contenido de FDA del heno de alfalfa y las arbustivas, colectadas durante 1992

Plantas ¹	Estaciones del año				Media	EE ²
	Invierno marzo 20	Primavera junio 20	Verano sep. 12	Otoño dic. 5		
Alfalfa	27.4	30.5	29.2	28.5	28.9	0.7
Ch. prieto	21.3 ^B	27.7 ^A	27.7 ^A	27.2 ^A	26.0	0.6
Palo verde	14.5	18.4	15.4	12.7	15.3	1.8
Huizache	15.6 ^C	24.8 ^B	25.4 ^B	31.8 ^A	24.4	0.3
Guayacán	21.6 ^B	30.4 ^A	29.7 ^A	24.1 ^B	26.4	1.4
Granjeno	17.0 ^B	17.4 ^B	23.1 ^A	17.9 ^B	18.9	1.0
Guajillo	14.9 ^D	24.7 ^B	27.5 ^A	18.9 ^C	21.5	0.5
Leucaena	15.8 ^A	13.4 ^B	14.4 ^{AB}	11.8 ^C	13.9	0.4
Cenizo	23.0	29.9	31.1	31.6	28.9	1.9
Huizachillo	22.9 ^B	29.3 ^A	28.5 ^A	16.2 ^C	24.2	0.6
Uña de gato	20.5	21.5	20.6	21.3	21.0	0.5
Anacahuita	25.9 ^C	30.0 ^{BC}	31.9 ^{AB}	35.1 ^A	30.1	1.1
Brasil	24.4 ^A	18.1 ^C	19.8 ^{BC}	21.5 ^B	20.1	0.5
Junco	10.1 ^C	19.0 ^A	15.3 ^B	20.3 ^A	16.2	0.8
Mezquite	26.8 ^C	26.8 ^B	29.9 ^A	27.2 ^{AB}	25.2	0.8
Nopal	18.2 ^B	18.1 ^B	20.5 ^A	18.6 ^B	18.9	0.2

¹Base seca.

²EE = Error estándar, n = 2.

^{A,B,C,D}Medias con letras diferentes no son iguales (P<0.05)

Cuadro 5. Medias anuales de la digestibilidad potencial de l MS del heno de alfalfa y las arbustivas, colectadas durante 1992

Plantas ¹	Periodos de incubación, hr				
	4	8	12	24	48
Alfalfa	9.8 ^A	46.3 ^B	57.2 ^{AB}	63.2 ^{BCDE}	69.0 ^{BCD}
Ch. prieto	11.0 ^D	13.0 ^F	16.1 ^G	22.6 ^G	30.8 ^G
Palo verde	29.7 ^{ABC}	47.2 ^B	53.8 ^{ABC}	71.9 ^{ABC}	78.2 ^{ABC}
Huizache	17.2 ^{CD}	30.0 ^{CDE}	35.4 ^{EF}	52.8 ^{CDEF}	57.2 ^{EF}
Guayacán	26.6 ^{ABCD}	32.7 ^{BCDE}	36.3 ^{CDEF}	44.4 ^{EF}	50.8 ^{EF}
Granjeno	37.9 ^{AB}	67.1 ^A	75.8 ^A	85.8 ^A	86.9 ^A
Guajillo	26.3 ^{BCD}	43.3 ^{BC}	42.3 ^{BCDE}	48.8 ^{DEF}	48.8 ^F
Leucaena	26.6 ^{ABCD}	39.0 ^{BCD}	43.2 ^{BCDE}	62.8 ^{BCDE}	74.8 ^{ABCD}
Cenizo	22.1 ^{BCD}	37.8 ^{BCD}	43.9 ^{BCDE}	66.3 ^{ABCD}	70.0 ^{BCD}
Huizachillo	14.6 ^{CD}	19.9 ^{EF}	22.2 ^{FG}	34.2 ^{FG}	46.7 ^{GF}
Uña de gato	18.6 ^{CD}	27.3 ^{DEF}	39.7 ^{CDEF}	54.2 ^{CDEF}	59.1 ^{DEF}
Anacahuita	25.3 ^{ABCD}	42.8 ^{BC}	54.6 ^{BC}	65.8 ^{ABCD}	72.8 ^{ABCD}
Brasil	18.3 ^{CD}	24.9 ^{DEF}	35.6 ^{DF}	55.1 ^{CDE}	66.8 ^{CDE}
Junco	28.3 ^{ABC}	37.5 ^{BCD}	45.5 ^{BCDE}	76.3 ^{AB}	84.8 ^{AB}
Mezquite	28.9 ^{ABC}	39.3 ^{BCD}	43.6 ^{BCDE}	55.6 ^{CDE}	73.6 ^{ABCD}
Nopal	27.5 ^{ABC}	36.0 ^{BCD}	50.1 ^{BCDE}	62.3 ^{BCDE}	80.2 ^{ABC}
Error estándar	5.6	5.4	6.4	7.1	5.9

^{A,B,C,D,E,F,G}Medias en las columnas (P<0.05)

medias anuales (promedios de las cuatro estaciones) de la digestibilidad in situ de la MS de las plantas arbustivas y del heno de alfalfa, en cada período de incubación, se muestran en el Cuadro 4. En la hora 4, la digestibilidad de la MS fue diferente (P<0.05) entre plantas con un rango entre plantas de 11.0 a 39.8%. El heno de alfalfa y el granjeno, tuvieron los valores más elevados. Por otra parte, el chaparro prieto reportó el valor más bajo. El resto de las plantas tuvieron valores intermedios. Durante la hr 8, la digestibilidad de la MS, también fue diferente (P<0.05) entre plantas. El granjeno tuvo el porcentaje mucho más elevado (67.1%; Cuadro 1) que el resto de las plantas, seguido del palo verde y la alfalfa con un 20.0% más abajo. Así mismo, el chaparro prieto, tuvo el porcentaje de digestibilidad de la MS más bajo (Cuadro 4). En la hr 12, la digestibilidad de la MS entre plantas, tuvo un comportamiento similar al de la hr 8. Sin embargo, en la hr 24, la digestibilidad de la MS fue similar (P>0.05) entre el palo verde, granjeno, cenizo, anacahuita y junco, en este período, el chaparro prieto siguió siendo, numéricamente, el más bajo, aunque su MS se degradó en forma similar (P<0.05) a la del huizachillo. Finalmente, a la hora 48, la degradabilidad de la MS de las plantas fue similar (P>0.05) entre el granjeno, palo verde, leucaena, anacahuita, junco, mezquite y nopal. El porcentaje más elevado correspondió al granjeno (86.9) y el más bajo fue para el chaparro prieto (30.8; Cuadro 5)

Las medias anuales de los estimadores no lineales de la DEMS del heno de alfalfa y de las arbustivas nativas se muestran en el Cuadro 6. La fracción A de la MS (%) es la más rápidamente disponible en el rumen y, fue más alta ($P<0.05$) para el guayacán y comparable con la alfalfa, granjeno, leucaena, huizachillo y nopal. Valores intermedios fueron para el chaparro prieto, palo verde, guajillo, uña de gato, anacahuita, brasil y mezquite. Los valores de A más bajos fueron para el cenizo y junco. La fracción B, corresponde a aquella porción, en porciento, de la MS potencialmente degradable en el rumen. Esta fracción fue más elevada ($P<0.05$) para el junco y comparable con palo verde, huizache, granjeno, leucaena, cenizo, anacahuita, brasil, mezquite y nopal. Valores intermedios correspondieron al uña de gato y, los valores más bajos fueron para el chaparro prieto, guayacán, guajillo y huizachillo. Por otra parte, la fracción C representa el porcentaje de la MS no degradada a la hr 48 de incubación. El chaparro prieto tuvo el porcentaje de MS no degradada más alto ($P<0.05$), seguido del guajillo. El valor más bajo de C lo tuvieron el granjeno y junco. La tasa de degradación de la fracción B (K_p , %/hr) fue más elevada ($P<0.05$) para el granjeno y fue comparable con el heno de alfalfa, palo verde, huizache, guajillo, cenizo y uña de gato. Tasas de degradación intermedias, correspondieron al guayacán, anacahuita, junco, leucaena, brasil y mezquite. Las tasas más bajas fueron para el nopal y chaparro prieto.

Elevados porcentajes de la fracción B y porcentajes, relativamente, más bajos de las fracciones A y C, como ocurrió con el palo verde, huizache, granjeno, leucaena, cenizo, junco, mezquite, nopal, alfalfa, uña de gato, anacahuita y brasil pudieran indicar que la MS de estas plantas fue degradada en el rumen lentamente, pero con el tiempo pueden alcanzar una elevada degradación de su MS en el rumen. En contraste, la MS en el chaparro prieto, guayacán y huizachillo con elevados porcentajes de la fracción A y pequeños porcentajes de las fracciones B y C, pudieran degradarse en el rumen muy rápidamente. Así mismo, arbustos como el granjeno, guajillo, palo verde, huizache, cenizo y uña de gato, que tuvieron las más elevadas tasas de degradación de su MS (k_d) y, que, además, fueron comparables con el heno de alfalfa,

CUADRO 6. Medias de los estimadores no lineales de la degradabilidad efectiva de la MS del heno de alfalfa y las plantas arbustivas en el rumen de los borregos

Plantas	A ¹ , %	B, %	C, %	K _p ²	DEMS ³
Alfalfa	34.6 ^{AB}	39.3 ^{CDEF}	23.6 ^{CDEF}	12.2 ^{ABC}	64.6 ^{BD}
Chaparro prieto	24.9 ^{BC}	23.0 ^G	52.1 ^A	5.3 ^E	40.0 ^E
Palo verde	29.0 ^{BC}	55.5 ^{ABC}	15.0 ^{FGH}	13.0 ^{ABC}	75.1 ^{AB}
Huizache	19.1 ^{BC}	54.7 ^{ABCD}	31.1 ^{BCD}	11.4 ^{ABCD}	64.4 ^{BCD}
Guayacán	48.7 ^A	25.0 ^{FG}	26.3 ^{CDE}	9.4 ^{BCDE}	67.8 ^B
Granjeno	32.2 ^{AB}	59.1 ^{ABC}	8.9 ^H	16.4 ^A	83.5 ^A
Guajillo	27.6 ^{BC}	30.3 ^{DEFG}	42.1 ^{AB}	14.1 ^{AB}	53.4 ^D
Leucaena	32.8 ^{AB}	49.8 ^{ABCD}	17.4 ^{EFGH}	8.7 ^{CDE}	70.3 ^D
Cenizo	13.5 ^C	65.8 ^{AB}	25.3 ^{CDEF}	11.6 ^{ABCD}	64.0 ^{BCD}
Huizachillo	34.6 ^{AB}	29.6 ^{EFG}	35.8 ^{BC}	5.6 ^E	54.5 ^{CD}
Uña de gato	26.8 ^{BC}	45.5 ^{BCDE}	27.6 ^{BCDE}	11.8 ^{ABC}	64.1 ^{ABC}
Anacahuita	29.9 ^{BC}	49.9 ^{ABCD}	20.2 ^{DEFG}	10.3 ^{BCDE}	69.7 ^B
Brasil	23.9 ^{BC}	53.5 ^{ABCD}	22.9 ^{DEFG}	8.3 ^{CDE}	63.7 ^{BCD}
Junco	14.7 ^C	61.9 ^A	11.2 ^H	9.3 ^{BCDE}	73.0 ^{AB}
Mezquite	29.1 ^{BC}	52.5 ^{ABCD}	18.4 ^{EFGH}	8.6 ^{EFGH}	66.2 ^{BCD}
Nopal	36.0 ^{AB}	51.2 ^{ABCD}	12.8 ^{GH}	6.3 ^{DE}	72.5 ^{AB}

¹A = Fracción de la MS solubilizada al inicio de la incubación; B = Fracción de la MS degradable en el rumen; C = Fracción de la MS no degradada a la hora 48.

²K_p = Tasa de degradación de la fracción B (%/hr)

³DEMS = Degradabilidad efectiva de la MS, tasa de recambio ruminal de 2.5%/hr.

Medias en las columnas con letras diferentes no son iguales ($P<0.05$).

evaluado, también, en este estudio, pudieran promover altas tasas de de pasaje ruminal y permitir al rumiante consumir mayor cantidad de MS (Mertens y Ely, 1982). Estos arbustos, por lo general, tuvieron porcentajes elevados de degradabilidad efectiva de la MS (Cuadro 6), siendo el granjeno con el valor más elevado (83.5) y, por otra parte, el chaparro prieto tuvo el porcentaje más bajo (40.0) de DEMS.

Aún cuando, la DEMS no estuvo relacionada (Cuadro 7) con la tasa de degradación (K_d) de la fracción B, si lo estuvo con el contenido de cenizas [$Y=52.0+1.2(X)$; $r=-0.57$; $P<0.05$]. Además, la DEMS estuvo negativamente ($r=-0.52$ $P<0.05$) correlacionada con el contenido de FDN, resultando la siguiente ecuación: $Y=103.7-0.97(X)$. Donde Y es la DEMS y X es el porcentaje de FDN del forraje de las plantas evaluadas en este estudio. La fracción B estuvo correlacionada ($r=0.69$; $P<0.05$) positivamente con la DEMS resultando la siguiente ecuación de regresión: $Y=41.1+0.52(X)$. Donde X es la fracción de la MS degradada en el rumen (B) y Y es la DEMS. Finalmente, la DEMS estuvo correlacionada ($r=-0.95$; $P<0.05$) negativamente con la fracción de la MS no degradada a la hora 48 (C), resultando la ecuación de regresión: $Y=85.6-0.82(X)$. Donde X es la fracción C de la MS y Y es la DEMS.

Elevados valores de k_d no necesariamente están asociados con elevados valores de DEMS; como es el caso del guajillo, leucaena, junco y nopal (Cuadro 6). En éste último la DEMS pudo haber sido subestimada por el alto contenido de cenizas en el forraje del nopal (24%, medial anual; Everitt y González, 1981). Singh et al. (1989) encontraron respuestas similares a las encontradas en este estudio. Ellos reportaron, que al realizar estudios de degradabilidad in situ de las hojas de árboles nativos, aquellos árboles que tuvieron elevadas tasas de degradabilidad (k_d) de la fracción B, resultaron con menor degradabilidad in situ de la MS, comparados con otros árboles que tuvieron menores tasas de degradación. Además, concluyeron que sólo el forraje de 2 árboles, de los 7 estudiados pudieran ser capaces de sostener un buen comportamiento del ganado lechero.

En este estudio, se encontró que hay una evidente variación, entre estaciones del año, en la tasa de degradación de la MS y el grado de digestibilidad en el rumen, para cada una de las

CUADRO 7. Coeficientes de correlación entre los valores de la composición química y las fracciones de la degradabilidad, tasa de degradabilidad y degradabilidad efectiva de la MS

	A ¹	B	C	K_d ²	DEMS ³
PC	-0.02	0.00	0.01	0.40	0.09
Cenizas	0.44	0.20	-0.57*	-0.02	0.57*
FDA	0.05	-0.31	0.41	-0.00	-0.40
FDN	-0.20	-0.25	0.55*	0.03	-0.53*
A		-0.57*	-0.06	-0.11	0.12
B			-0.74*	0.34	0.69**
C				-0.28	-0.95**
K_d					0.48

*($P<0.05$); **($P<0.01$)

¹Fraciones de la MS; A= rápidamente solubilizable; B= degradable a una tasa medible y C= insubible después de 48 hr de incubación en el rumen de los borregos.

² K_d = tasa de degradación de la fracción B.

³DEMS= Degradabilidad efectiva de la MS asumiendo una tasa de pasaje ruminal de sólidos de 2.5 %/hr

arbustivas nativas. En general, hubo una clara tendencia de que en el verano, la MS de las plantas fue más degradada, seguido de el invierno, donde un representativo grupo de plantas mostró elevados niveles de digestibilidad in situ de la MS. Esto último pudo haberse debido a que la colecta de material vegetativo se llevó a cabo a finales del invierno de 1992 (20 de marzo), es decir casi al inicio de la primavera.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados de composición química y características de la digestibilidad in situ de la materia seca del forraje, proveniente del muestreo estacional, de las plantas arbustivas, se puede concluir que las hojas de plantas como el palo verde, granjeno, leucaena, guayacán y anacahuita pudieran sostener un buen comportamiento animal de los rumiantes durante el año. Y el forraje del huizache, cenizo, uña de gato, brasil y mezquite tienen un valor nutritivo moderado para la alimentación animal. Sin embargo, el guajillo, huizachillo, nopal y chaparro prieto, pudieran ser usados en la alimentación animal para satisfacer las demandas de nutrientes a nivel de mantenimiento.

LITERATURA CITADA

- AOAC, 1975. *Official Methods of Analysis* (13th Ed). Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C.
- Everitt, J.H. and C.L. González. 1981. Seasonal nutrient content in food plants of white-tailed deer on the South Texas Plains. *J. Range Manage.* 34:506.
- Goering, H.K. and P.J. Van Soest. 1970. Forage fiber Analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). *Agric. Handbook* 379. ARS, USDA, Washington, D.C.
- Mertens, D.R. and O. Ely. 1982. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization a dynamic model evaluation., *J. anim. Sci.* 54:895.
- Orskov, E.R., F.D. Deb Hovell y F. Mould. 1980. Uso de la técnica de la bolsa nylon para la valuación de los alimentos. *Producción Animal Tropical.* 5:213.
- Orskov, E.R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighed according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92:499.
- Quintanilla, J.B. 1989. Determinación de la composición botánica de la dieta seleccionada por el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*, texanus) en el norte del estado de Nuevo

León. Tesis de Maestría, Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín N.L., México.

Ramírez, R.G., A. Rodríguez, L.A. Tagle, A.C. del Valle and J. González. 1990. Nutrient content and intake of forage grazed by range goats in northeastern México. *Small Rumin. Res.* 3:97.

Ramírez, R.G., J.G. Saucedo, J.A. Narro y J. Aranda. 1993. Preference indices for forage species grazed by Spanish goats on a semiarid shrubland in México. *J. Appl. Anim. Res.* 3:55.

Singh, B., H.P.S. Makkar and S.S. Negi. 1989. Rate and extent of digestion and potentially digestible dry matter and cell wall of various tree leaves. *J. Dairy Sci.* 72:3233.

Steel, R.G.D. and J.C. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics*. 2nd. Edit. McGraw-Hill Book Co. New York.

Varner, L.W., L.H. Blankenship and G.W. Lynch. 1977. Seasonal changes in nutritive value of deer food plants in South Texas. *Proc. Southeastern Assoc. Fish and Wildl. Agencies.* 31:99.

EL NACEDERO *Trichanthera gigantea* UNA ESPECIE POTENCIAL EN SISTEMAS DE PRODUCCION INTEGRADOS

¹/Maria Elena Gómez Zuluaga

INTRODUCCION

Es evidente la urgencia de alimentar una población cada vez más creciente y con menores recursos naturales y económicos a causa de varios fenómenos comunes en el tercer mundo.

Consecuencias tales como la disminución de la capacidad productiva de la tierra por la transformación de los ecosistemas naturales en sistemas inapropiados de extracción y producción; pobreza, violencia y migración rural, deterioro de los ciclos vitales como el del agua; no son casuales sino que obedecen a una serie acumulativa de los procesos degradantes originados en los modelos de desarrollo impuestos por un orden mundial inequitativo.

Si bien los grandes cambios a nivel global apenas se están iniciando ante la evidencia del deterioro del planeta, es importante también contribuir desde las unidades productivas de cualquier tamaño dando prioridad a la disminución de la dependencia en la utilización de insumos externos costosos y muchos de ellos contaminantes; la reconversión de la ganadería extensiva en el trópico por sistemas de producción más armónicos con la naturaleza que tengan múltiples beneficios sociales, culturales, ambientales y económicos buscando que sean más perdurables en el tiempo.

Este desafío nos obliga investigar con otros criterios la riqueza del trópico, donde la diversidad genética de las plantas y animales se ve expresada en innumerables especies y variedades, que ligadas a un conocimiento popular acumulado por siglos de apropiación y uso, se convierten en componentes potenciales para ser asociadas a sistemas productivos más eficientes.

Los árboles forrajeros, subsistemas de los sistemas agroforestales tropicales, son uno de los temas más neurálgicos para iniciar el proceso de transformación del paisaje de las fincas pequeñas y medianas de nuestros países, debido al rápido impacto favorable sobre la economía y el ambiente.

El neotrópico es extraordinariamente rico en árboles y arbustos que pueden servir para alimentar múltiples especies animales generando otros beneficios indirectos como energía (leña), protección de suelos, retención de agua, fijación de nitrógeno, captación del CO₂ excedentario de la atmósfera, principios medicinales y otros.

Este trabajo presenta los avances en la investigación interdisciplinaria de una especie neotropical poco conocida por la ciencia pero muy apreciada por campesinos e indígenas como árbol de variados usos: el Nacedero *Trichanthera gigantea*

Este arbusto pertenece a la familia Acanthaceae cuyo potencial está basado en características como: un amplio rango de adaptación, rusticidad, fácil propagación, alta producción de biomasa y valor nutritivo (16-18% de proteína en base seca) y su aceptación por diversas especies animales incluyendo rumiantes mayores y menores, conejos y monogástricos como cerdos y aves.

¹/Ingeniera Agrónoma. Investigadora en Sistemas Agrícolas de Producción. FUNDACION CIPAV - Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali, Valle, Colombia, A.A. 20591.

NACEDERO *Trichanthera gigantea* (H. et B.) Nees
CLASIFICACION BOTANICA (Leonard 1951)

Reino: Vegetal
 División: Spermatophyta
 Clase: Dicotiledoneae
 Orden: Tubiflorales
 Familia: Acantaceae

Subfamilia: acanthoidae
 Serie: Contortae
 Tribu: Trichanthereae
 Genero: *Trichanthera*
 Especie: *Trichanthera gigantea*

Sinónimo: *Ruellia gigantea* (H. et B.). Es conocido con numerosos nombres vulgares como: quiebrabarrigo (zona cafetera del Valle del Cauca, Antioquia Caldas, Tolima, Aro (Santander), cajeto (Ocaña), fune y madre de agua (Villavicencio), yátago (cañon del Chicamocha Boyacá), suiban y cenicero (Bolivia), Tuno (Guatemala), naranjillo (Venezuela), Palo de agua (Panamá), beque, pau santo (Brasil) Pérez Arbelaez 1990.

DESCRIPCION BOTANICA

Las acantáceas son plantas vistosas que crecen en forma silvestre y pueden ser cultivadas para fines específicos, son cosmopolitas en trópicos y subtrópicos y estan especialmente bien desarrolladas en los Andes Americanos.

Es un árbol mediano que alcanza 4-12m de altura y copa de 6m de diámetro, muy ramificado, las ramas poseen nudos muy pronunciados, hojas opuestas aserradas y vellosas verdes muy oscuras por el haz y más claras por el envés; Las flores dispuestas en racimos terminales son acompañadas de color ocre con anteras pubescentes (de allí su género *Trichanthera*) que sobresalen de la corola. El fruto es una cápsula pequeña redonda con varias semillas orbiculares (Pérez A 1990).

FENOLOGIA

Un estudio sobre el comportamiento fenológico del nacedero, registrado en la Estación Biológica del Vínculo (Buga), reporta la aparición de hojas nuevas y apertura de flores durante todo el año (Parra G. 1986). En Viotá (Cundinamarca), se reporta floración de Noviembre a Marzo y fructificación de Marzo a Octubre (Acero 1985).

ORIGEN Y DISTRIBUCION

El nacedero pertenece a la familia Acantaceae constituida por cerca de 200 géneros con más de 2000 especies en su mayoría nativas de los trópicos. En América casi todas las especies son hierbas, arbustos y trepadoras, encontrándose únicamente tres ó cuatro especies de árboles en los géneros *Trichanthera* y *Bravaisia*.

Este árbol fue descrito en 1952 por Mutis mucho antes de fundarse la expedición botánica.

En Colombia esta especie está ampliamente distribuida desde el nivel del mar hasta los 2000 msnm en muy diversos agroecosistemas y zonas de vida como el bosque pluvial tropical (de pacífico), bosque muy húmedo tropical, bosque húmedo tropical, bosque seco trópic, bosque húmedo premontano y bosque muy húmedo premontano.

El nacedero presenta un alto grado de endemismo en Colombia lo hace pensar que es aquí donde está su centro de origen.

ADAPTACION

Crece en suelos profundos, aireados y de buen drenaje (1985 Acero E), tolera valores de pH ligeramente ácidos (6.0) y bajos niveles de fósforo y otros elementos tradicionalmente asociados a los suelos tropicales de baja fertilidad (1988 Murgueitio E).

USOS

Los nombres "nacedero" y "madre de agua", significan que el árbol crece en los nacimientos de las aguas (Pérez 1990). El uso más generalizado es como cerca viva y como especie pionera para proteger y mantener nacimientos de agua. En la actualidad el nacedero se esta incorporando con gran énfasis en programas de reforestación y protección de cuencas que realizan entidades estatales y privadas.

Como planta medicinal ha sido utilizado en zonas rurales para tratar varias clases de reumatismo, afecciones del hígado, riñones, bajar la tensión arterial.

En la vereda en Tatabro (costa pácífica) se dice que el árbol de nacedero es el árbol de la mujer y es utilizado en formas diversas antes y después del parto (Rios C 1992) en otros.

Su uso en animales estaba limitado a propiedades medicinales contra la fiebre, expulsión de la placenta y otras enfermedades de los cerdos, en equinos para curar hernias Uribe mencionado por Pérez Arbelaez 1990.

Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV, ha trabajado desde hace algunos años en la búsqueda de alternativas para la alimentación animal. En la granja del Instituto Mayor Campesino ubicada en Buga (Valle), se han realizado ensayos de alimentación de diferentes especies animales con nacedero, especialmente conejos, cuyes, gallinas, ovejitos africanos y cerdos.

ASPECTOS AGRONOMICOS DE CULTIVO

PROPAGACION

La germinación por semilla es muy baja del 0 al 2%. Parent 1989, de allí que su multiplicación en forma natural se haya hecho vegetativamente por ramas que en contacto con el suelo forman raíces rápidamente convirtiéndose en una nueva planta. Las comunidades han propagado esta especie utilizando material vegetativos (estacas) para su respectivo uso.

En los primeros ensayos se usaron estacas pequeñas cuyo principal requisito era tener 2 nudos; Los diferentes tratamientos correspondían al uso de sustancias enraizadoras como: ácido naftalenoacético al 0.2% y 0.4% y ácido indolacético al 2%. No se observó diferencia con respecto al prendimiento comparado con el testigo. Los primeros rebrotes aparecieron a los 21 días, el prendimiento máximo se verificó a los 41 días y el porcentaje de supervivencia a los 48 días fué del 86.6% (Gómez et al 1988).

En ensayos realizados enraizando estacas de 1, 2 y 3 yemas (en enraizador preparado con materia orgánica y calfos, cubierto con plástico durante todo el tiempo con el fin de controlar la malezas se obtuvieron los mejores resultados con estacas de tres yemas (porcentaje de germinación 84%, número de raíces=17 y peso de raíces secas=2.17 g) (Krause 1990).

Rivera y Jaramillo 1991 Encontraron que las características de la estaca más favorables para propagar esta especie eran: longitud 20 cm, diámetro: 2.2-2.8, número de nudos 3, observandose que si el corte de la parte que va a ser enterrada se hace debajo del nudo hay una mayor proliferación de raíces.

Las plántulas pueden ser producidas en vivero sembrando las estacas en bolsas de 1kg lo que permite un mejor desarrollo de la raíces, para su llenado se puede utilizar un mezcla de arena, tierra y abono orgánico en relación 3:3:1.

La siembra de las estacas puede hacerse directamente en el campo asegurandose buenas condiciones iniciales (control de malezas y agua) a fin de permitir un buen establecimiento y desarrollo de las plantas, también puede realizarse trasplante a raíz desnuda, previo enraizamiento de las estacas, después de haber retirado parte de el follaje para evitar deshidratación al ser establecida en el campo. Estas dos prácticas disminuyen altamente los costos en comparación al sistema de vivero (siembra en bolsas y trasplante al campo).

El éxito de tener un alto porcentaje de prendimiento y poblaciones uniformes en el campo radica en una buena selección del material de propagación y de proporcionar condiciones adecuadas para su desarrollo inicial como son disponibilidad de agua y disminución de competencia por las malezas.

SISTEMAS AGROFORESTALES

Cuando se habla de disposición en el campo se puede referir a:

- Utilización de espacio físico.
- Combinación con otras especies en el mismo ó diferente sustrato
- Distancias de siembra que definen una población y la forma de manejo.

Todas estas formas van encaminadas obtener un mejor desarrollo del cultivo y una eficiente utilización de espacio.

En lugares donde las condiciones climáticas precipitación y temperatura, se combinan de manera favorable (bosque húmedo tropical, bosque montano y premontano) para el desarrollo del cultivo se puede sembrar en un mismo estrato combinado con especies leguminosas (nacedero con cachimbo *Erythrina poeppigiana*, chachafruto *Erythrina edulis*, que harán aportes benéficos a la asociación como fijación de N, barrera contra el ataque especializado de los insectos y aportes de hojarasca que actuara como cobertura e incorporación de nutrientes al decomponerse.

En condiciones de bosque seco tropical es necesario modificar el sistema de cultivo para que la especie desarrolle al máximo su potencial, utilizando un sustrato alto que le proporcione sombra, una mayor conservación de la humedad.

Los cultivos mixtos con leguminosas se siembran alternando las especies en hileras.

Distribución de cultivos en el campo

En cultivos multiestrata se tiene en el sustrato alto conformado preferencialmente por una leguminosa: *Erythrina spp*/ *Prosopis juliflora*/ *Gliricidia sepium*/ *Inga sp* en el sustrato medio nacedero. Los arboles del sustrato alto se siembran a 6 y 8 m de distancia y el nacedero separado 1 m entre sí.

ALTURA Y FRECUENCIA DE CORTE

En diferentes ensayos realizados con respecto a la altura de corte se concluyó que la altura ideal es de 1m (por control de malezas), el corte se realiza dejando un tallo principal y teniendo cuidado de no atrofiar los puntos de crecimiento (nudos) para la formación de follaje en los posteriores cortes. A través del tiempo y dependiendo de los parámetros productivos y el estado del cultivo se puede ir rotando el tallo principal.

El manejo de las alturas de corte está estrechamente relacionado con las condiciones climáticas, por ejemplo en sitios donde las temperaturas son elevadas y el régimen de lluvias escaso es necesario manejar estratos entre 1.3 y 1.5m para que proporcione un microclima adecuado que permita mejores rendimiento en la producción.

En un ensayo realizado en el IMCA donde se evaluó la incidencia de la altura de corte (0.6m y 1m) sobre la producción de forraje verde en nacedero sembrado a 0.75m por 0.75m, con un año de establecido, donde se realizaron cortes cada tres meses se obtuvieron las siguientes producciones Tabla 1.

TABLA 1. Producción promedia de forraje (t/ha)

Altura de corte (m)	Cortes			
	1	2	3	4
1.0	16	11.18	11.77	12.68
0.6	17.14	10.98	8.43	11.38

FUENTE: Gómez M.E 1991

Entre las producciones obtenidas no se presentaron diferencias significativas ($P=0.53$) entre las dos alturas evaluadas, debido posiblemente a que los árboles cortados a 1m habían perdido puntos de rebrote comportándose como árboles cortados a 0.6m.

En las parcelas anteriores se realizó un corte de uniformización a 1m de altura y posteriormente se evaluó la producción de forraje a diferentes intervalos de corte 3, 4, 5 y 6 meses. obteniéndose los siguientes resultados Tabla 2.

TABLA 2. Producción de forraje verde ton/ha a diferentes intervalos de corte.

Intervalo entre cortes (meses)	Promedio de forraje verde (ton/ha)
3	12.57b $P= 0.035^*$
4	8.47a
5	13.66b
6	13.38b

FUENTE: Gómez 1992.

En este ensayo se presentaron diferencias significativas entre el corte realizado a los 4 meses y los realizados a los 3, 5 y 6 meses, esto se debe posiblemente a que el efecto de la precipitación sobre la producción tiene mayor incidencia que la periodicidad de los cortes.

Es importante anotar que durante el tiempo en que se realizaron los ensayos no se realizó ningún tipo de fertilización.

En material propagado por estaca, sembrado a 0.5m x 0.5m y cortado por primera vez a los 4, 6, 8 y 10 meses se obtuvieron producciones de 4.16, 7.14, 15.66 y 16.74 t/ha de forraje verde respectivamente; mientras que a menor densidad (10.000 plantas/ha) que corresponden a distancias de 1m x 1m, las producciones fueron de 0.79, 3.52, 3.92, 323 t/ha (Rivera y Jaramillo 1991).

En parcelas con 6 meses de establecidas se realizó el primer corte cosechando el 30% y el otro corte a los 9 meses cosechando el 70% del forraje con el fin de observar la respuesta de rebrote de las plantas con el fin de obtener una aproximación sobre su manejo.

TABLA 3. Producción de forraje verde de nacedero 13333 plantas/ha Cosechando un porcentaje del follaje total producido por las plantas en el primer corte (Fertilizado con 400g de caprínaza por árbol).

Cosecha (meses)	Poda (%)	Materia verde (g/árbol)
6	30	40
9	70	1000

FUENTE: Gómez, M E 1990

En las observaciones hechas se concluyó que el corte debería ser en su totalidad (100%), ya que había una mejor respuesta en el rebrote al cosecharse el 70%.

En árboles dispuestos en línea separados 1m entre sí y bordeando cultivos de caña se han obtenido producciones de forraje verde de 9.2 t/año (cortes cada 3 meses) por kilometro lineal.

En cultivos intensivos de árboles sembrados a distancia de 1m x 1m (entre surco y entre plantas) con intervalos de corte de 3.5 meses se han obtenido producciones de 460g de hoja verde y 1100g de tallo para una producción de forraje verde de 1500g /árbol/ corte equivalente a 53 toneladas de biomasa total/ha/año.

En un sistema multiestrata donde el guamo *Inga edulis* y el nacedero forma el estrato más alto, pringamosa Ortiga *Urera caracasana* el estrato mediano y confrey *Symphytum peregrinum ledeb* el estrato bajo y el nacedero estaba sembrado a una distancia de 3m x 3m y la ortiga a 1m x 3m se obtuvieron producciones de ortiga 120 días después de un corte de uniformización del orden de 3.9 kg/planta de tallo y 13 kg/planta de hoja, para la segunda época 150 días después produjo 4.96 kg/planta de tallo y 8.5 kg/planta de hoja y producciones de forraje verde de nacedero en un período de 6 meses (primera época) fueron del orden de 5.37Kg de tallo por planta y promedio 8.5 kg/planta de hoja verde (Mafla H 1993).

FERTILIZACION

En Colombia aún no se han realizado ensayos sobre el efecto de la fertilización sobre la producción de forraje, sin embargo en la evaluaciones consecutivas de producción de forraje vs altura ó intervalo, donde no se ha aplicado ningún tipo de fertilizante se evidencia una disminución en la biomasa producida así como también la disminución en los contenidos de nutrientes, tanto en el forraje como en el suelo a través del tiempo (4 años de cultivo).

Es importante anotar que cuando estas especies que han crecido en forma silvestre son introducidas a sistemas intensivos de producción, es necesario investigar sobre la relación planta-suelo y a la dinámica de los nutrientes que hacen parte inherente del sistema.

En un ensayo realizado en Vietnam sobre el efecto de diferentes dosis de nitrógeno sobre (80 y 160 kg/ha) sobre la producción de biomasa en el primer corte se obtuvieron producciones de 12.5, 25 y 32.5 ton/ha de forraje verde para el testigo, aplicaciones de 80 y 160 kg/nitrógeno respectivamente (Preston T comunicación personal) de nitrógeno/ha.

En cultivos de nacedero establecido se han encontrado en forma natural asociadas a esta especie, poblaciones importantes de micorrizas (64 esporas/24g de suelo) que se considera bueno según la tabla que registra contenidos mayores de 50 en esta escala, de allí la importancia de profundizar estudios en esta área, lo que permitiría potencializar su uso y obtener beneficios en cuanto a la disponibilidad y utilización de nutrientes.

MANEJO DE LAS MALEZAS

La competencia y el incremento en los costos de producción a generado alternativas para el manejo de las especies no deseables dentro del cultivo como son: alturas de corte mayores (1m) donde el efecto de la sombra es mayor, retardando el crecimiento de las misma, utilización de cobertura muertas como el bagazo de caña y vivas como algunas especies de leguminosas como *Canavalia ensiformis* y *Dolichus sp*, y establecimiento de sombrío, así como asociación de algunas especies animales.

PLAGAS Y MANEJO

En el transcurso de las investigaciones y en los cultivos establecidos no se han presentado problemas generalizados por el ataque de plagas ó presencia de enfermedades, esto obedece, en un alto porcentaje a la asociación con otras especies y a la no utilización de agrotóxicos que han permitido un equilibrio en las poblaciones naturales de insectos.

COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRITIVO

La composición química del forraje varia de acuerdo al tipo de suelo, a los intervalos de corte y las condiciones climáticas, como se pude ver en las siguientes tablas.

TABLA 4. Composición química del nacedero.

Item	MS	N*6.25	N	P	K	Ca
Tallo grueso	27	4.6	0.36	3.8	2.19	0.48
Tallo delgado	17	8.7	0.42	6.96	2.61	0.48
Hoja	20	18	0.37	3.76	2.34	0.75

FUENTE: Gómez M.E 1990 en laboratorio de Cenicaña

TABLA 5. Parámetros de calidad nutricional del nacedero en porcentaje de la materia seca.

Proteína Total	Proteína Verdadera	Fibra	Ceniza
16.61	14.13	16.76	16.87

FUENTE: Gómez M.E 1990 en laboratorio de Nutribal

TABLA 6. Contenido de nutrientes del follaje en el primer y último corte (% base seca) en un ensayo realizado durante 1 año con cortes cada tres meses.

	N*6.25 (PB)	N	P	K	Ca	Mg
Primer corte	17.9	2.87	0.37	3.76	2.3	0.75
Ultimo corte	17.03	2.72	0.29	2.13	3.42	0.93

FUENTE: Gómez M.E 1990

En los diferentes análisis de minerales presentes en el nacedero se observa un alto contenido Ca y P, que lo hace ideal para animales en lactancia. Galindo W et al 1989.

En cuanto a la tasa de degradabilidad de la hoja de nacedero se encontró que a las 12 horas era del 52%, a las 24 horas 70% y 77% a las 48 horas presentando una alta tasa de degradabilidad.

Compuestos antinutricionales

Los metabolitos secundarios que poseen las plantas actúan en algunas ocasiones como medio de defensa ante los consumidores causando efectos tóxicos sobre el animal ó como precursores de compuestos antinutricionales, también pueden causar efectos benéficos como reducción de grasa en canal, control de parásitos internos, reducción de riesgo de timpanismo y además proveer proteína sobrepasante.

Al trabajar en dietas para alimentación animal con base en árboles forrajeros es necesario determinar, si hay presencia de compuestos antinutricionales como fenoles, saponinas, alcaloides y esteroides además de analizar su valor nutricional. En el caso del nacedero trabajado en base fresca, se encontraron fenoles 450 ppm (expresado como ácido caféico) y esteroides 0.062% (expresado como colesterol), no se encontraron alcaloides y el contenido de saponinas y esteroides resultó bajo. La ausencia de estos compuestos se ha corroborado en ensayos realizados con nacedero para alimentación animal, en los cuales no se ha presentado ningún síntoma de toxicidad (Galindo y Rosales 1988).

La concentración de fenoles varía con la edad de la planta y es mayor en las hojas que en los tallos; en las hojas fué en aumento hasta los 8 y 10 meses después de la siembra con 33.000 ppm y en los tallos varió alrededor de 5.000 ppm (Jaramillo y Rivera 1991).

En cuanto a los fenoles, los resultados encontrados en diferentes ensayos han sido inconsistentes, sin embargo la capacidad de ellos para reaccionar con la proteína es bastante alta, en muestras con altos contenidos de fenoles totales; Esto podría implicar algún potencial de su proteína escapar a la fermentación ruminal. Sin embargo, esto está por demostrarse y aún falta explicar las causas de estas variaciones.

UTILIZACION EN ALIMENTACION ANIMAL

Ovejos

En una prueba de selectividad de ovejas africanas con forrajes de *Trichantera gigantea*, *Gliricidia sepium*, y *Leucaena leucocephala* y cuya dieta estaba compuesta por cogollo de de caña *Sacharum officinarum*, bloque multinutricional, gallinaza y el forraje de los arboles a voluntad se encontraron los siguientes consumos Tabla 7.

TABLA 7. Consumos diarios de cada alimento ofrecido, en base fresca y seca.

Componentes	Fresca kg	Seca kg	Fresca (kg/100kg PV)	Seca (% Dieta)
Matarratón	1.96	0.37	1.84	38
Cogollo	1.11	0.27	1.33	28
Nacedero	0.93	0.15	0.73	15
Leucaena	0.24	0.04	0.19	4
Pollinaza	0.12	0.12	0.59	12
Bloque M	0.03	0.02	0.12	2
Total	4.38	0.97	4.81	100

FUENTE: Mejía y Vargas 1993

En este ensayo la ovejas prefirieron los follajes en el siguiente orden: matarratón, nacedero y leucaena. planteandose que el factor que más influye sobre el consumo es el acostumbramiento al mismo, por lo tanto en el caso de introducción de forrajes arbóreos los animales requieren tiempo para adaptarse antes de alcanzarse niveles apreciables de consumo (Mejía C y Vargas J 1993)

Bibliografía

- Acero L E 1985 Arboles de la zona cafetera Colombiana. Ediciones Fondo Cultural Cafetero, 16: pp 267-268
- Alberico M 1990 Interrelaciones faunísticas. En: Selva Húmeda de Colombia, Villegas editores pp 78-79
- Galindo W, Rosales M, Murgueitio E y Larrahondo J 1990 Sustancias antinutricionales en las hojas de Guamo, Nacedero y Matarratón. *Livestock Research for Rural development* 1(1): 36-47.
- Gómez M E y Murgueitio E 1991 Efecto de la altura de corte sobre la producción de biomasa de Nacedero (*Trichantera gigantea*) *Livestock Research for Rural development* 3(3).
- Gómez M E, Restrepo D y Hurtado M 1988 Producción animal Tropical y Desarrollo Rural, 14(1), (22).
- Jaramillo P H y Rivera P E 1991 Efecto del tipo de estaca y la densidad de siembra sobre el establecimiento y producción inicial de Nacedero *Trichantera gigantea* Humboldt & Bonpland. Tesis Zootecnia Universidad Nacional de Colombia Palmira.
- Krause H 1990 Enraizamiento de estacas de *Trichantera gigantea*. Prodesarrollo, Fedecafé. Pereira.
- Maecha G y Echeverri R 1983 Arboles del Valle del Cauca. Litografía Arco Bogotá.
- Mafla H F 1993 Determinación del estado de desarrollo y producción de biomasa de la ortiga *Urera caracasana* en un sistema multiestrata nacedero *Trichantera gigantea*, guamo *Inga edulis*, confrey *Symphytum peregrinum* ledeb Proyecto IMCA-CIPAV.
- McDade 1983 *Biotropica* 15(20).

- Mejia C E y Vargas J 1993 Análisis de selectividad de ovejas africanas con cuatro tipos de forrajes
Liverstock Research for rural development 5 (3) 37-40.
- Murgueitio E 1988 Los arboles forrajeros en la alimentacion animal. Memorias Primer Seminario
Regional de Biotecnología Cali Colombia.
- Murgueitio E 1990 Los árboles forrajeros como fuente de proteína. Cauca CIPAV. Cali Colombia.
- NAFTA (asociación de arboles fijadores de nitrógeno) 1989 Panorama General de los árboles
fijadores de nitrógeno Waimanaloa USA.
- Osorno M 1989 Bibliografía anotada sobre sistemática y taxonomía de flora colombiana. Instituto
Colombiano de Cultura Hispánica Revista El Mirador del Sabio Mutis Bogotá.
- Parent Guy 1989 Guia de reforestación. edit Sena Bucaramanga Colombia. 80
- Pérez A E 1990 Planta útiles de Colombia Medellín Colombia edit Victor Hugo: 158pp.
- Rios K C I 1993 El Nacadero *Trichantera gigantea* H & B, Un árbol con potencial para la construcción
de sistema sostenibles de producción. Convenio IMCA-CIPAV
- Sarria P, Villavicencio E y Orejuela L E 1991 Livestock Research for Rural Development 3(2): 51-58.
- Rosales M, Preston T R, Murgueitio E y Vargas Julio E 1993 Metodologías de investigación en
recursos no convencionales para alimentación animal en el trópico. CIPAV. Serie de Manuales
Técnicos N. 2:122.

Composición nutricional y digestibilidad *in vitro* del ensilado de mezclas de Poró (*Erythrina berteroana* Urb) y Pejibaye (*Bactris gasipaes*)

Augusto Rojas-Bourillón¹, Gustavo Valenzuela², Rafael Angel Arroyo², Diego Aguirre² y Maria Isabel Camacho².

Resumen

Mediante el uso de bolsas de polietileno como microsilos se analizó el valor nutritivo potencial del ensilaje de mezclas en base fresca de poró (*Erythrina berteroana* Urb) y pejibaye (*Bactris gasipaes*) en proporciones 20:80, 40:60, 60:40 y 80:20, respectivamente. El poró fue cosechado a 3 y 4 meses de edad y picado a 1,7 y 1,0 cm previo al mezclado.

La inclusión de poró en la mezcla causó una disminución en el contenido de materia seca, carbohidratos solubles, almidón y digestibilidad *in vitro* de la materia seca y un aumento en el contenido de pared celular, proteína cruda y pH.

La mejor mezcla es aquella que posee una proporción de 40% de poró y 60% de pejibaye. El poró debe ser picado a 1,0 cm y cosechado a 3 meses de edad. Los ensilados que presentaron menores pérdidas debidas al proceso fermentativo fueron aquellos donde había una menor cantidad de poró en la mezcla. Se concluye que el ensilaje de poró-pejibaye representa una alternativa de alto valor nutritivo potencial para incrementar la sostenibilidad de sistemas de producción de rumiantes en el trópico.

Introducción

La alimentación de rumiantes en el trópico se ha caracterizado por la utilización de recursos energéticos nativos no tradicionales como el banano (Pérez *et al*, 1990), yuca (Pezo *et al*, 1984) y camote (Backer, 1980), buscando sustituir las importaciones de granos y cereales y promoviendo así una mayor sostenibilidad de los sistemas de producción. En los últimos años investigaciones realizadas con el fruto de pejibaye, han demostrado su alto potencial para ser utilizado como ingrediente energético en las dietas de los rumiantes en el trópico (Rojas, 1991a). Sin embargo, el bajo contenido de proteína cruda de la mayoría de los ingredientes energéticos tropicales limitan la

1/ Investigador. Escuela de Zootecnia. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

2/ Investigadores. Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. Costa Rica.

eficiencia de su uso por el animal. A este respecto el follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) representa una alternativa complementaria que debe ser investigada debido, no solo a su alto contenido proteico, adaptación y propagación, sino también a su reconocido efecto benéfico sobre el ecosistema (Benavides, 1985). Los objetivos de la presente investigación fueron evaluar el valor nutricional de ensilajes de mezclas de poró y pejibaye y validar el ensilado como alternativa para preservar estos ingredientes.

Materiales y métodos

Se mezcló follaje de poró (hojas y pecíolo) de 3 y 4 meses de edad picado a dos tamaños de partícula (1,0 y 1,7 cm) con pulpa de fruto de pejibaye en estado de madurez comercial. La pulpa provino de la trituración del fruto mediante una desgranadora comercial de maíz.

Los materiales se mezclaron en proporciones 80:20; 60:40; 40:60; y 20:80 de pejibaye:poró en base fresca. Las mezclas (1,0 kg aproximadamente) fueron depositadas en bolsas de polietileno de 5 milésimas de grosor a las cuales se les extrajo el aire con una bomba de vacío e inmediatamente se sellaron con bandas de hule. El período de fermentación fue de 30 días.

Después del período de fermentación se abrieron los microsilos eliminando los efluentes y las partes perdidas por pudrición. En el material antes de ensilar y ensilado se determinó el contenido de materia seca al vacío (%), proteína cruda (%) (A.O.A.C., 1980) ; fibra neutro detergente (%) (Van Soest y Robertson, 1979), carbohidratos solubles (Johnson *et al*, 1966) y almidón (Soughate, 1976). Adicionalmente en el ensilado se analizó el pH (Rojas, 1985) y la digestibilidad *in vitro* (Goering y Van Soest, 1970). Los cambios en la composición de nutrientes fueron expresados como la diferencia entre el contenido de nutrimentos en el material fresco y en el ensilado.

Los resultados se analizaron de acuerdo a un arreglo factorial 4x2x2 en un diseño irrestricto al azar con 5 repeticiones, donde los factores corresponden a la proporción, edad y tamaño de partícula del poró en la mezcla. Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza y a los efectos que resultaron significativos se les hizo prueba de rango múltiple de Duncan. Para la fuente de variación "proporción" se realizaron modelos lineales para obtener curvas de mejor ajuste de primero, segundo y tercer grado.

Resultados y discusión

Composición nutricional del material ensilado

Materia seca

La adición de poró en la mezcla (X) causó una reducción significativa ($p < 0,01$) en el contenido de materia seca del ensilado (Y) como se aprecia en la Figura 1, descrita por la ecuación $Y = 49,6 - 0,27X$. El mayor efecto se produjo al incluir en la mezcla el poró cosechado a 3 meses de edad. Un comportamiento similar encontró Rojas (1992) en ensilajes con niveles crecientes de morera, king grass y gigante, debido al mayor contenido de agua de estos ingredientes con respecto al pejibaye, que contiene entre un 50 a 55% de materia seca. La incorporación de poró incrementó las pérdidas de materia seca, presentando el nivel 20:80 (pejibaye: poró) un valor de 8,3%.

Proteína cruda

El contenido de proteína (Y) presentó una tendencia cuadrática al adicionar poró (X) a la mezcla ($Y = 6,8 + 0,017X + 0,00095X^2$, $p < 0,01$). Se encontraron diferencias entre edades de poró, principalmente cuando el porcentaje de este último fue de 80% en la mezcla (Figura 2).

No se detectaron efectos significativos de la adición de poró sobre las pérdidas de proteína cruda, sin embargo, los máximos contenidos de proteína se obtuvieron con las mayores proporciones de poró (40:60 y 20:80) y estuvieron asociados con olores de putrefacción en los mismos.

La reducción en el contenido de proteína cruda de los ensilados, causada por la adición de materiales con alto contenido de materia seca y bajo nivel proteico ha sido informada por otros autores (Farías y Gomide, 1973; Panditharatne *et al*, 1986) al mezclar harina de yuca al pasto elefante y guinea respectivamente.

Sin embargo, la incorporación de estos materiales ejerce un efecto positivo en la preservación del material a ensilar al reducir el contenido de humedad del ensilado, lo que promueve una inhibición de la fermentación butírica causante de la putrefacción. Esto se observó en los ensilados con las proporciones 80:20 y 60:40 debido a que los niveles de acidez fueron menores.

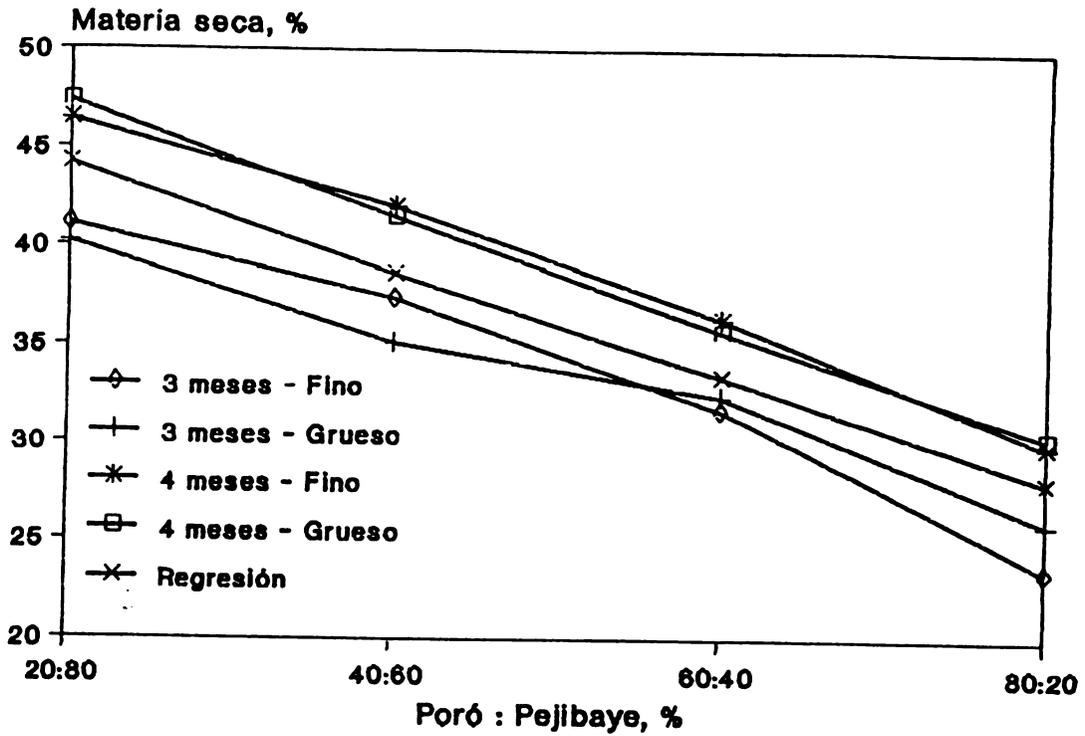


Figura 1. Contenido de materia seca del ensilado en función de la relación Poró:Pejibaye, la edad y tamaño de picado del Poró.

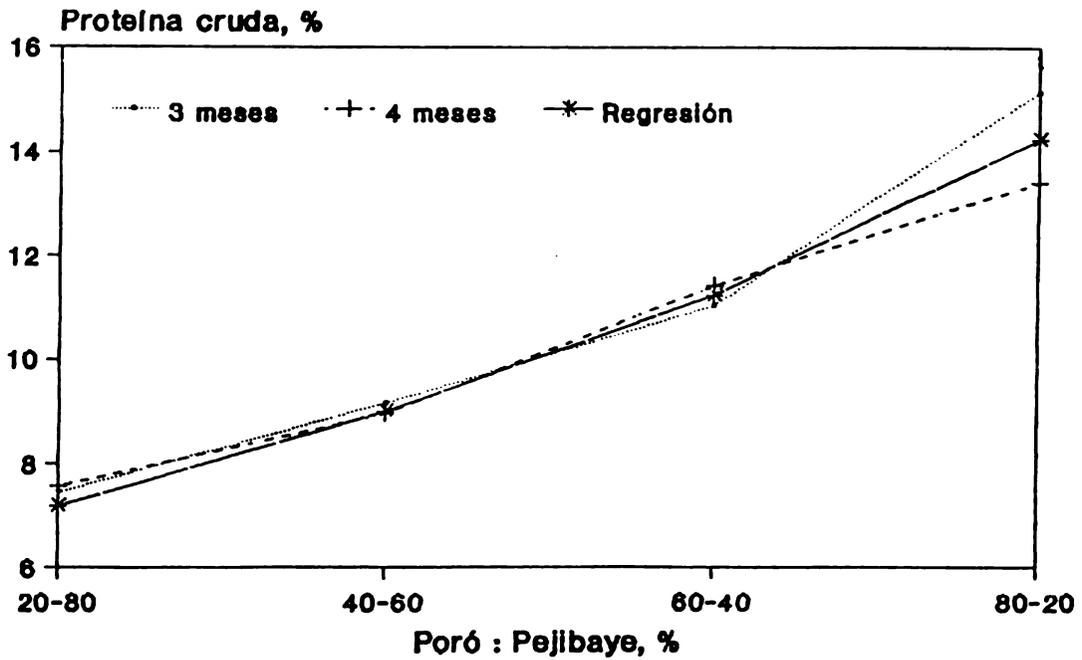


Figura 2. Variación del contenido de proteína cruda del silo en función de la relación Poró:Pejibaye y la edad del follaje de Poró.

Al considerar los valores de proteína cruda se denota que los ensilados con la menor incorporación de poró (80:20) no tendrían limitaciones en cuanto al consumo por parte de los rumiantes. Estos sobrepasan el nivel de 7% de proteína cruda considerado como el nivel mínimo para el consumo de forrajes (Milford y Minson, 1965).

Fibra neutro detergente (pared celular)

El contenido de pared celular (Y) se incrementó al añadir el poró en la mezcla (X) ensilada ($Y = 9,55 + 0,068X + 0,0005X^2$), debido al mayor contenido de este nutriente en el poró comparado con el pejibaye (Figura 3). El contenido fue mayor en los ensilajes que contenían poró de 4 meses y con el picado fino (42,2%). Esto probablemente se debe al mayor contenido de pared celular del poró al madurar la planta y a una rápida estabilización del silo reduciendo la participación de la fibra en el proceso fermentativo. Van Soest (1982) indica que concentraciones superiores a 40% de fibra neutro detergente en los forrajes reducen el consumo voluntario de los bovinos, lo que indica que el ensilaje con proporciones 20:80 de pejibaye:poró tendría limitaciones con respecto al consumo.

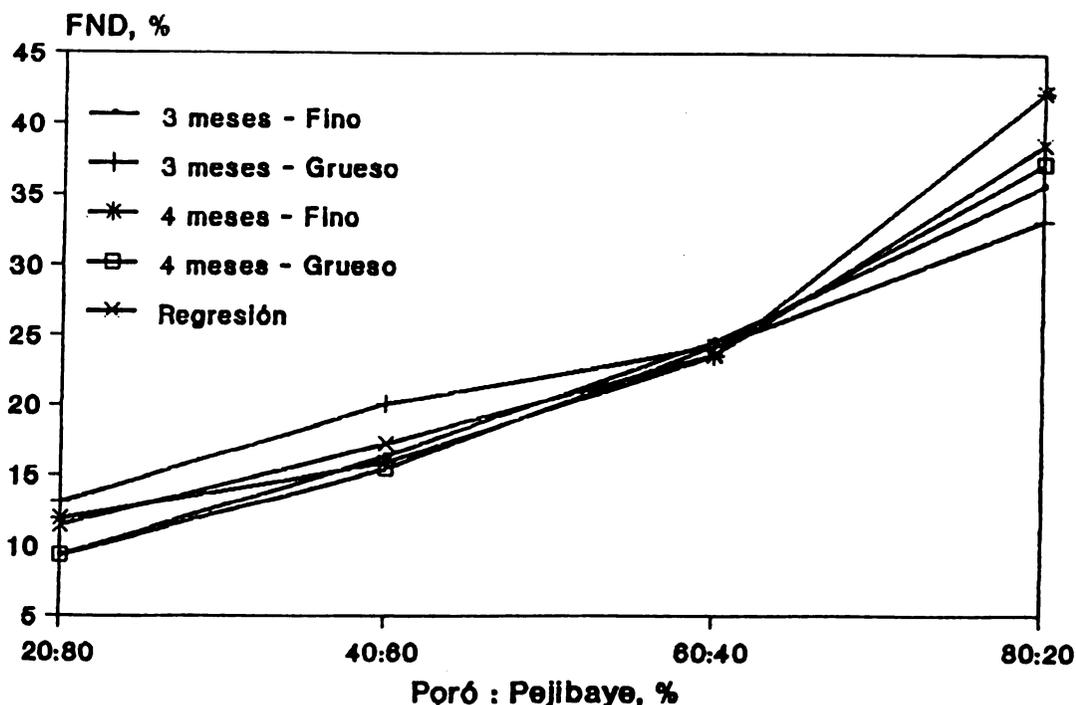


Figura 3. Contenido de Fibra Neutra Detergente del ensilado en función de la relación Poró:Pejibaye y la edad y tamaño del picado del follaje de Poró.

Carbohidratos solubles

Los niveles de carbohidratos solubles tienden a reducirse al aumentar la proporción de poró en la mezcla. Sin embargo, se presentó una gran variabilidad en los resultados debido a la metodología empleada (Figura 4). Los valores oscilan, desde 2,06 a 1,76% de MS, al incluir poró en un 20 y 80%, respectivamente. Las pérdidas de carbohidratos solubles, por su parte, variaron de 62,3 a 69,4%, lo cual es reflejo del proceso fermentativo.

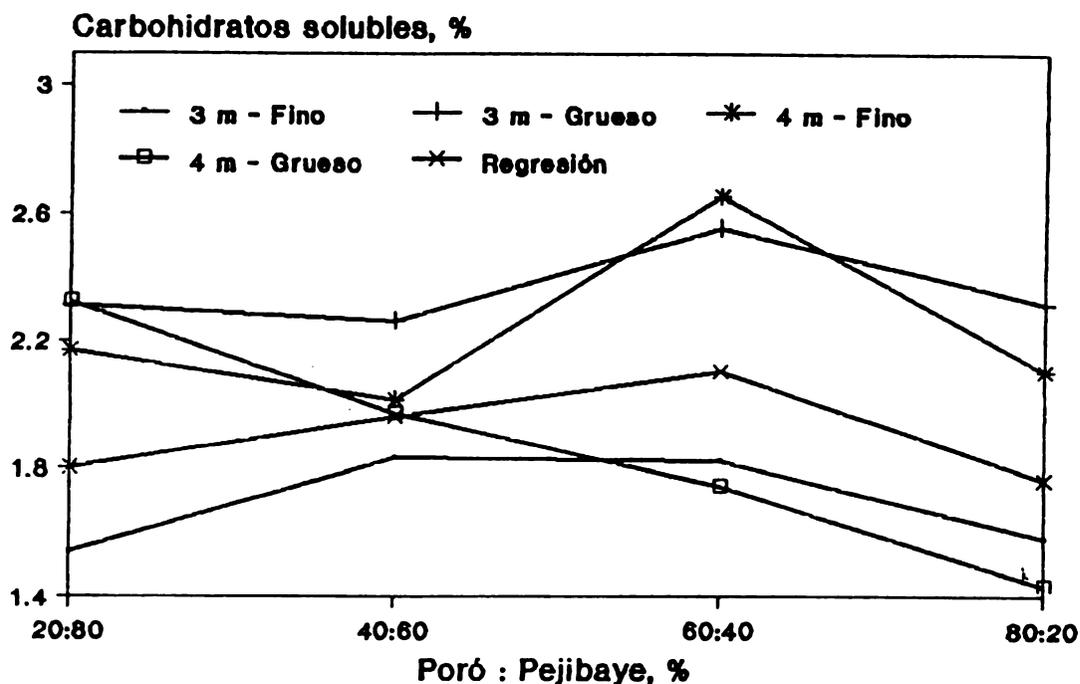


Figura 4. Contenido de carbohidratos solubles del ensilado en función de la relación Poró:Pejibaye, la edad y el tamaño de picado del follaje de Poró

Almidón

La incorporación de poró (X) reduce los contenidos de almidón (Y), ($Y = 45,87 + 0,169X - 0,006X^2$) en los ensilajes (Figura 5). Esto se debe al bajo aporte de este nutriente en el poró comparado con el pejibaye. Las pérdidas de almidón fueron pocas al comparar el material fresco con el ensilado.

Características fermentativas

Acidez (pH)

En los ensilados se observa que la inclusión de poró (X) incrementa el valor de pH del ensilaje (Y), comportamiento descrito por la ecuación $Y = 4,15 + 0,014X + 0,00024X^2$. Los valores son mayores cuando el poró es de 4 meses de edad comparado al poró de 3 meses de edad.

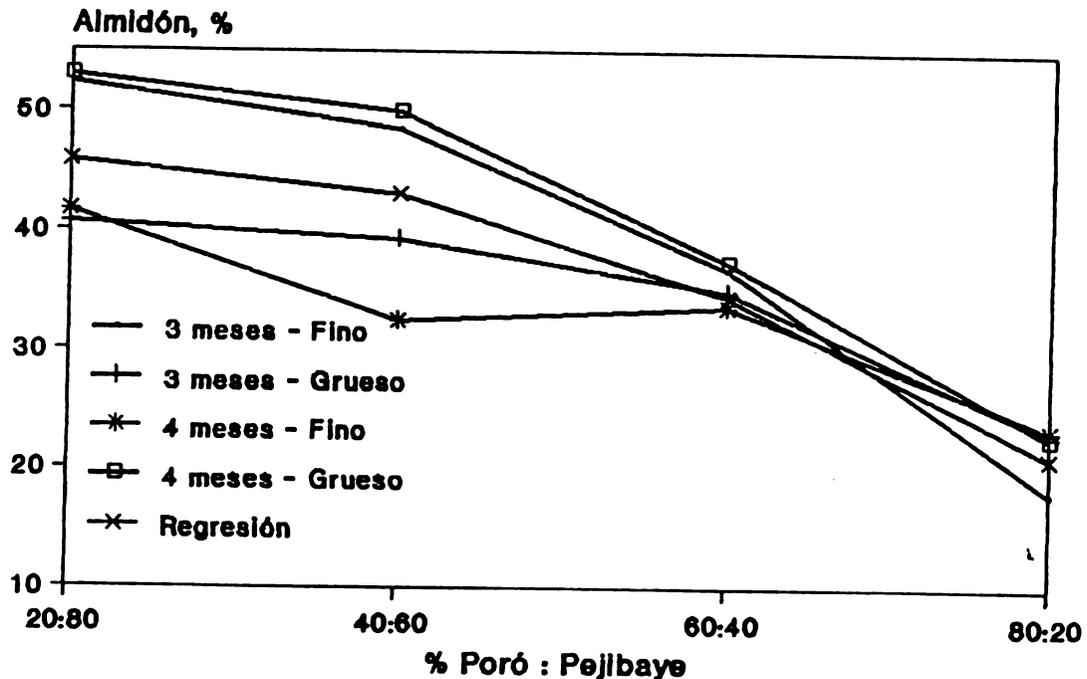


Figura 5. Efecto de la relación Poró:Pejibaye y del tamaño de picado del Poró, sobre el contenido de almidón del ensilado.

El aumento en el valor de pH de ensilados de pejibaye, al incorporar forrajes como king grass, es causado por el menor contenido de materia seca, carbohidratos solubles y almidón de los materiales forrajeros comparados con el pejibaye. Esto produce una menor producción de ácido láctico, acético y mayores contenidos de ácido butírico (Rojas *et al*, 1991). De acuerdo con la información de la literatura (Briggs *et al*, 1961; Catchpoole y Henzel, 1971), el pH adecuado para preservar forrajes mediante el ensilaje oscila entre 3,8 a 4,5, lo cual coincide con los valores obtenidos en la presente investigación.

Digestibilidad *in vitro* de la materia seca

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca del ensilado (Y) se reduce al incrementar la proporción de poró en la mezcla (X), ($Y = 88,39 - 0,319X$), presentándose la mayor digestibilidad al incorporar poró de 3 meses de edad y picado fino a 1,0 cm (Figura 6). Esto es resultado de un menor contenido de pared celular en relación con la edad y a un mayor efecto sobre la estabilización del microsilo, por su menor tamaño de picado.

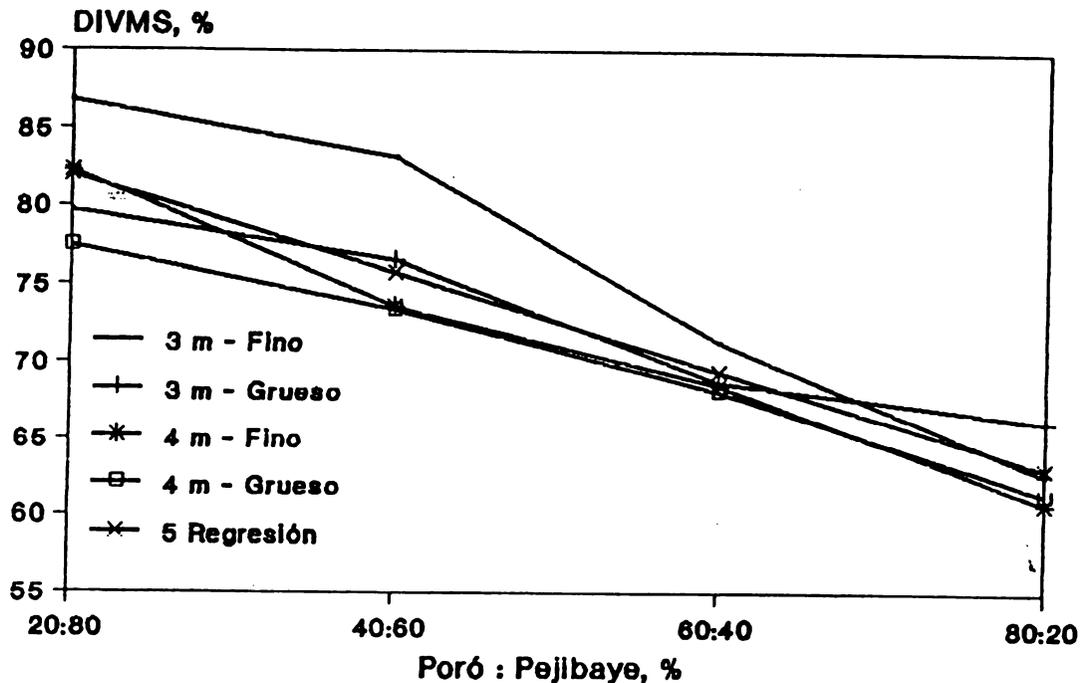


Figura 6. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca del ensilado en función de la relación Poró:Pejibaye, de la edad y del tamaño de picado del Poró.

En general los altos valores de digestibilidad obtenidos en este ensayo se pueden explicar principalmente por el bajo contenido de fibra de las mezclas ensiladas, lo cual es más evidente cuando existe una mayor cantidad de pejibaye. Además existe el aporte de nutrientes altamente aprovechables como el almidón a partir de este fruto. Adicionalmente el aporte proteico del poró favorece la actividad microbiana del inóculo promoviendo una mayor digestibilidad de la materia seca.

Bibliografía

- A.O.A.C. 1980. Official Methods of Analysis. Association of Official Agriculture Chemist (12th Ed.). Washington, D.C.
- BENAVIDES, J.E. 1985. Producción y calidad nutritiva del forraje de pasto king grass y poró sembrados en asociación. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Trabajo presentado en el Tercer Congreso Nacional de Zootecnia. San José, Costa Rica. Julio 19-20., 1985. 38p.
- BRACKER, J. 1980. El uso de la batata (*Ipomoea batata*) en la alimentación animal. 2. Producción de carne de res. *Producción Animal Tropical* (República Dominicana). 5(2):166-175.
- BRIGGS, R.A. 1961. Definition of silage terms. *Agronomy Journal*. 53(4):280-282.
- CACHTPOOLE, V.R.; HENZEL, E.F. 1971. Silage and silage making from tropical herbage species. *Herbage Abstracts*. 41(3):213-221.
- FARIAS, I.; GOMIDE, J.A. 1973. Efecto del marchitamiento y de la adición de harina de yuca sobre las características del ensilaje de pasto elefante cortado con diferentes tenores de materia seca. *Experientiae*. 16(7):131-147.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. 1970. Forage fiber analysis. *Agriculture Handbook num.379*. U.S.D.A.
- JOHNSON, R.R.; BALAWANI, T.K.; JOHNSON, L.J.; MCCLURE, K.E.; Dehority, B.A. 1966. Corn plant maturity. Effect of *in vitro* cellulase digestibility and soluble carbohydrate content. *Journal of Animal Science*. 25:617-623.
- MILFORD, R; MINSON, D. 1965. Intake of tropical pastures species. *In International Grassland Congress, 9Th, Sao Paulo, 1964. Proceedings, Sao Paulo, 1965. p 815-822.*
- PANDITHARATNE, S.; ALLEN, V.G.; FONTENOT, J.P.; JARASURIZA, C.N. 1986. Ensiling characteristics of tropical grasses as influenced by stage of growth, additives and chopping length. *Journal of Animal Science*. 63: 197-207.
- PEREZ, E; RUIZ, M; PEZO, D. 1990. Suplementación de bovinos con banano verde. IV. Efecto sobre algunos parámetros de fermentación ruminal. *Agronomía Costarricense*. 14(1):67-72.

- SOUTGHATE, D.A. 1976. Determination of carbohydrates. Applied Science Publishers LTDA. London. 178p.
- ROJAS-BOURRILLON, A. 1992. Ensilage de frutas de pejibaye: Perspectivas y Limitaciones. Boletín Pejibaye. Vol 4 N^o. 1 Pag 6.
- ROJAS-BOURRILLON, A. 1991a. Uso potencial del fruto de pejibaye en la alimentación de rumiantes. En Seminario Centroamericano sobre Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales. Escuela de Ingeniería Química. Universidad de Costa Rica. 25 pag.
- ROJAS-BOURRILLON, A.; CHAVEZ, A.; AGUIRRE, D. 1991b. Características nutricionales y fermentativas de ensilajes de mezclas de forraje king grass (*Pennisetum purpureum*) y pulpa o fruto integral de pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.). In Reunión Internacional sobre Biología, Manejo e Industrialización del Pejibaye. Iquitos. Perú.
- ROJAS-BOURRILLON, A. 1985b. Effect of rolled corn silage on digestion of nutrients and feedlot performance of growing steers. MSc. Thesis. Iowa State University. 93p.
- VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant: Ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fibers. O & BOOKS, Inc. p. 284-285.
- PEZO, D.; BENAVIDES, J. E.; RUIZ, A. 1984. Producción de follaje y raíces de yuca (*Manihot esculenta*, Crantz) bajo diferentes densidades de siembra y diferentes frecuencias de defoliación. Tropical Animal Production. Vol 9. N^o. 3. 13 p.