

# AGROFORESTERIA

Año 2 No. 6 Abril - Junio 1995

EN LAS AMERICAS

**INFLUENCIA DEL DESMONTE SELECTIVO SOBRE  
LA DISPONIBILIDAD DE NITRÓGENO EN  
AÑOS HÚMEDOS Y SECOS EN SISTEMAS  
SILVOPASTORILES EN EL CHACO  
ÁRIDO ARGENTINO**

**GUAYABOS EN POTREROS: ESTABLECIMIENTO  
DE CERCAS VIVAS Y RECUPERACIÓN DE  
PASTURAS DEGRADADAS**





El ganado no consume el follaje de guayaba sólo sus frutos, lo que favorece la sobrevivencia y desarrollo de los árboles (Foto E. Somarriba).



El algarrobo facilita la fijación de nitrógeno, simplificando su plantación en los pastizales del Chaco Arido argentino. (Foto S. Hang)



El uso de técnicas apropiadas para la extracción, manejo y comercialización de los productos del bosque, puede contribuir a mejorar las condiciones de vida en El Petén, Guatemala (Foto Proyecto OLAFO/CATIE).

## Índice

1. Editorial .....	4
2. Agroforestales en América:	
Dra. Johanna Döbereiner: 40 años de investigación en biología de suelos .....	
	6
3. Avances de Investigación:	
S. Hang/M.J. Mazzarino/G. Nuñez /L. Oliva	
Influencia del desmonte selectivo sobre la disponibilidad de nitrógeno en años húmedos y secos en sistemas silvopastoriles del Chaco Arido argentino .....	
	9
S. Hernández/J. Benavides	
Potencial forrajero de especies leñosas de los bosques secundarios de El Petén, Guatemala .....	
	15
M. Van Noordwijk/L. Y. Sepk/P. Purnomosidhi	
Cuantificación de raíces poco profundas. La geometría arbórea facilita la investigación sobre raíces .....	
	23
4. ¿ Cómo Hacerlo ?	
E. Somarriba	
Guayabo en potreros: establecimiento de cercas vivas y recuperación de pasturas degradadas .....	
	27
5. Noticias Agroforestales .....	30
6. Reseña de Libros .....	32
7. Agenda Agroforestal .....	34
8. Publicaciones Agroforestales .....	35



## LA AGROFORESTERÍA EN ARGENTINA

Argentina, en su extenso territorio de casi 3.000.000 km<sup>2</sup>, posee un variado conjunto de zonas ecológicas sumamente aptas para el uso de los modelos de producción, basados en los Sistemas Agroforestales.

Desde la introducción de árboles exóticos ocurrida a fines del siglo pasado, se iniciaron en especial, en la zona pampeana, algunos intentos para establecer cortinas rompevientos y bosques de refugio, tanto en zonas de cultivos anuales como en campos de pastoreo. Sin embargo, es hasta en las primeras décadas del presente siglo que la agroforestería ha tenido una mayor aceptación, sobresaliendo los esfuerzos realizados por productores en las zonas áridas y semiáridas bajo riego, donde se emplearon especies forestales del género *Populus*, en asociación con cultivos agrícolas como frutales.

Si bien ésta primer implementación de Sistemas Agroforestales fue tomando cuerpo y presencia a través del esfuerzo realizado por los productores con escasa asistencia técnica, su consolidación en parte -como un uso alternativo más que se tiene para la tierra-, se logra en ciertas regiones a partir del año 1970 en adelante. A partir de esta fecha las acciones encaminadas, tanto en investigación como en extensión, fueron paulatinamente brindando resultados alentadores para las comunidades rurales.

Actualmente, los Sistemas Agroforestales de mayor vigencia son el Taungya, dominante en las zonas de mayor reforestación, como en la Provincia de Misiones, donde el *Pinus elliottii*, *P. taeda*, *Araucaria angustifolia* y otras especies forestales se alternan con algodón, soja, tabaco, maíz, porotos y mandioca en superficies pequeñas como en Mendoza, San Juan y Río Negro. Aquí los *Populus* spp. conviven durante los tres primeros años con cultivos intercalares, caso del ajo, cebolla, tomate, maíz dulce, papa, melón, sandía, porotos y diversas pasturas.

Otro modelo muy empleado son las asociaciones de árboles con cultivos perennes, caso de la conocida yerba mate (*Ilex paraguariensis*), los huertos familiares que son prácticas complejas sin diseño y con especies distribuidas al azar en tres estratos



Sistemas silvopastoriles en la Provincia de Misiones, Argentina. (Foto J. Kozarik)

donde abundan plantas medicinales, hortalizas, frutales, algunos cultivos industriales, forestales y animales.

Otro de los Sistemas Agroforestales con mayor difusión es la asociación de árboles nativos e implantados con pastos, del cual hay numerosos ejemplos distribuidos en todo el país y se observa una escala creciente de adeptos en los últimos años. También tenemos las consabidas cortinas rompevientos y en menor escala, las cercas vivas.

Al inicio de la presente década, los SAF's cobran mayor rol protagónico en ciertas zonas con "crecimiento firme y sostenido", incorporándose como un concepto importante para el desarrollo rural, en especial en las áreas de economías regionales y alejadas del centralismo, provocando así un mayor número de interesados en utilizar estos modelos de producción alternativa del uso de la tierra.

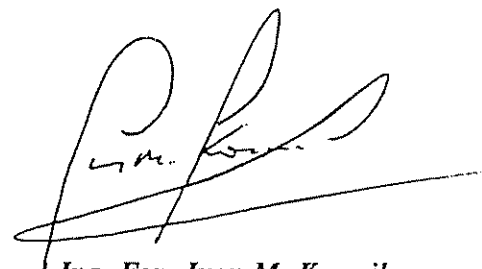
En este sentido, debemos resaltar las acciones realizadas por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y las facultades de Ciencias Forestales y de Ciencias Agrarias, a través de un incremento sustancial en el número de proyectos de investigación, extensión y desarrollo en temas agroforestales. Estos trabajos han sido orientados no sólo a la obtención de una mayor información sobre su funcionamiento, como ventajas y desventajas de los Sistemas Agroforestales, sino también, han considerado aquellos aspectos relacionados con el marco económico y social.

También el Gobierno viene colaborando a través de normativas, como es el caso del Régimen de Promoción del Desarrollo Regional Forestal, con financiamiento destinado a las forestaciones que hicieran los pequeños productores, con especial atención a los Sistemas Agroforestales y con fondos específicos dirigidos a resolver problemas que limitan el desarrollo regional forestal, donde el compo-

nente agroforestal juega un rol preponderante. Con estas acciones se han beneficiado diversas zonas, especialmente de las provincias de Córdoba, Salta, Tucumán, Misiones, Buenos Aires, Chaco y Santa Fe.

Otro hecho beneficioso que ha contribuido al desarrollo creciente de los Sistemas Agroforestales son los diferentes cursos de capacitación, talleres, seminarios y jornadas técnicas, organizadas en los últimos años, donde la participación activa de productores, técnicos, empresarios y profesionales permitió alcanzar un alto grado de intercambio de información de interés para la propia comunidad rural. Finalmente, la creación de redes regionales de Sistemas Agroforestales que integran varias provincias e instituciones, vienen realizando un importante aporte al desarrollo de esta disciplina, sumando constantemente adeptos interesados en adaptar parte de sus predios bajo esta nueva alternativa de producción de uso de la tierra.

Los Sistemas Agroforestales en el país irán incrementándose en la medida que las instituciones interesadas aúnen esfuerzos y se practique una verdadera integración de todos los sectores, pero fundamentalmente, esta meta se alcanzará con la capacitación de los mismos productores y sus familias y de todos aquellos agentes de extensión y profesionales que tienen que ver con la realidad agropecuaria y forestal. □



*Ing. For. Juan M. Kozarik  
Decano Fac. de C. Forestales  
Universidad Nacional de Misiones, Argentina  
y Coordinador Nacional de la  
Red Agroforestal de la FAO*

## Agroforestales en América

### JOHANNA DÖBEREINER 50 AÑOS DE INVESTIGACIÓN EN BIOLOGÍA DEL SUELO

*En noviembre de 1995, durante el Simposio Internacional sobre Agricultura Sostenible para los Trópicos, realizado en Angra dos Reis, Brasil, se realizó un homenaje a una de las más reconocidas científicas en el área de la microbiología del suelo: la Dra. Johanna Döbereiner.*

*En el presente número presentamos una breve reseña de su trayectoria y del aporte realizado al desarrollo del estudio de la biología de suelos.*

La Dra. Johanna Döbereiner nació en Checoslovaquia en 1924, donde estudió agronomía. En 1951 emigró a Brasil, de donde salió únicamente para realizar sus estudios de maestría en los Estados Unidos.

A inicios de 1960, pocos científicos daban credibilidad a la posibilidad de que la fijación biológica de nitrógeno pudiera competir con fertilizantes minerales. En esa década, la Dra. Döbereiner inició un programa de investigación sobre los aspectos limitantes de la fijación biológica de nitrógeno en leguminosas tropicales. Desde entonces, la mayoría de las investigaciones en esta área en las regiones tropicales, han sido de alguna manera influenciadas por los descubrimientos obtenidos o fueron estimuladas por el entusiasmo de esta dedicada científica.

Mucho antes de la creación de la NFTA, del ICRAF y de la apertura del Programa de Agroforestería en el CATIE, la Dra. Döbereiner se preocupaba por estudiar la fijación de nitrógeno por árboles de uso múltiple.

Como en mucho de su trabajo, la Dra. Döbereiner fue pionera en el campo de la agro-

forestería, al indicar las áreas de investigación que fueron tomadas por otros científicos mucho tiempo después.

Una de sus primeras publicaciones (1967) trató sobre la inoculación y el establecimiento de plantas de *Mimosa caesalpiniaefolia* en el campo. Uno de sus primeros estudiantes, de los numerosos que tuvo provenientes de toda América Latina, realizó su tesis sobre la "Caracterización y especificidad de *Rizobia* de leguminosas forestales" (1976), trabajo en el cual se incluyen diversos géneros de importancia en agroforestería como *Acacia*, *Albiza*, *Leucaena*, *Mimosa*, *Erythrina*, *Pithecellobium*, *Prosopis* y *Sesbania*.

En Brasil, el Programa de Mejoramiento de la soja que inició en 1964, tampoco escapó de la influencia de los trabajos de la Dra. Döbereiner, entre otros. Pronto se convirtió en el programa de mejoramiento de soja de mayor éxito, basado en su totalidad en el proceso de la fijación biológica de nitrógeno.

Con el uso de abonos nitrogenados, Brasil pudo competir con éxito en el mercado interna-

<sup>1</sup> Información tomada del Boletín Agrobiología, Oct.- Nov. 1995, Año 1, N° 2, del Centro Nacional de Investigaciones en Agrobiología - CNPAB/EMBRAPA, Brasil, y ampliada por el Dr. Donald Kass, Área de Cuencas y Sistemas Agroforestales, CATIE, Turrialba.

cional, convirtiéndose en el segundo productor mundial de soja. Este hecho ha representado una economía anual de más de dos mil millones de dólares en fertilizantes nitrogenados.

La crisis energética renovó el interés de la investigación sobre la fijación biológica de nitrógeno y por extensión, sobre asociaciones entre gramíneas y microorganismos diazotróficos.

La Dra. Döbereiner ha estado en el centro de estos estudios, desde el descubrimiento inicial de la ocurrencia de *Azotobacter paspali* en asociación con raíces de *Paspalum notatum*, también con



Durante su larga trayectoria profesional, la Dra. Döbereiner ha escrito cerca de 50 obras dedicadas a la fijación del nitrógeno, incluyendo los árboles utilizados en agroforestería (Foto EMBRAPA).

asociaciones de varias bacterias diazotróficas en simbiosis endofítica, con gramíneas y especies de tubérculos.

Los resultados más espectaculares fueron observados con algunas variedades de caña de azúcar, capaces de presentar altas producciones, encima de las 160 t/ha, con 200 kg de N, derivados de esta asociación simbiótica con bacterias diazotróficas.

En el segundo número de Folha de Sao Paulo (21 de mayo de 1995), se menciona a la Dra. Döbereiner como la séptima científica brasileña más citada por la comunidad científica mundial y la primera entre las mujeres.

Además de su contribución científica que es enorme, uno de los aspectos más relevantes de su carrera ha sido su liderazgo y entusiasmo, de importancia no sólo para el Centro Nacional de Investigación en Agrobiología, sino para todos los científicos que ella entrenó, muchos de los cuales también alcanzaron posiciones destacadas en el ámbito científico.

Su trabajo científico ha sido reconocido mundialmente de varias maneras: Doctora Honoris Causa de la Universidad de Florida y de la Universidad Federal Rural de Río de Janeiro; miembro de la Academia Brasileña de Ciencias (electa vicepresidenta en 1995); miembro de la Pontificia Academia de Ciencias del Vaticano; miembro fundadora de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo y de la Academia de Ciencias de Nueva York; tiene más de 12 premios internacionales y nacionales, incluyendo el Premio Federico Menezes Veiga de EMBRAPA (1976), el Premio Bernardo Houssay-OAS (1979), el Premio UNESCO de Ciencia (1989) y el Premio Mexicano para la Ciencia y la Tecnología (1992); la Orden de Río Branco; el Mérito de Orden Nacional; y la Orden de Primera Clase del Mérito de la República de Alemania, entre muchos otros.

En especial los agroforestales debemos reconocer la importancia del trabajo de esta destacada mujer y valorar sus esfuerzos por el desarrollo científico alcanzado en la agroforestería, en la preparación de personal capacitado y en poner la investigación al servicio de la humanidad y del planeta. □

Algunas de sus publicaciones más importantes son:

**BODDEY, RM.; URQUIAGA, S.; REIS, V.; DÖBEREINER, J.** 1991. Biological nitrogen fixation associated with sugar cane. *Plant and Soil*. (EE.UU) 137 : 1, 111-117.



**DÖBEREINER, J.** 1967 Efeito da inoculação de sementeiras de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia*) no estabelecimento e desenvolvimento de mudas no campo. Pesquisa Agropecuaria Brasileira (Brasil) 2:301-5.

**DÖBEREINER, J.** 1984. Nodulação e fixação de nitrogênio em leguminosas florestais. Pesquisa Agropecuaria Brasileira (Brasil). (no.19) p.83-90.

**DÖBEREINER, J.** 1988. Isolation and identification of root associated diazotrophs. Plant and Soil. (EE.UU.) 110 : 2, 207-212.

**DÖBEREINER, J.** 1990. New nitrogen-fixing bacteria in association with non-legumes. International Symposium on Soil Biology, Keszthely, Hungary. Agrochimica-es-Talajtan. (Hungria) 39 : 3-4. 293-300.

**DÖBEREINER, J.** 1992. History and new perspectives of diazotrophs in association with non-leguminous plants. Symbiosis-Rehovot. 13 : 1-3. 1-13.

**DÖBEREINER, J.** 1992. Recent changes in concepts of plant bacteria interactions endophytic N<sub>2</sub> fixing bacteria. Ciencia y Cultura. 44 : 5, 310-313.

**DÖBEREINER, J.** 1987. Biotechnologies using dinitrogen fixation as an alternative to traditional agrochemicals. Marini Bettolo GB. (ed.). Proceedings of the International Meeting, Rome, Italy, 8-10 September, 1986. p.351-365.

**DÖBEREINER, J.** 1988. Recent advances in associations of diazotrophs with plant roots. Vancura V. (ed.) In: Developments in Soil Science. (EE.UU.) 18. p 229-242.

**DÖBEREINER, J.; ARAUJO NETO, J.S.; ARKCOLL, D.B.** 1981. Energy alternatives from agriculture. Pontif. Acad. Sci. Scripta Varia. 46:431-58.

**SILVA, E.M.R. DA; DÖBEREINER, J.** 1982. O papel das leguminosas no reflorestamento. In: Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais: associações biológicas entre espécies florestais e microorganismos para o aumento da produtividade de econômica de reflorestamentos. Anais, Curitiba. EMBRAPA-URPPCS (Bra.) p. 33-52.

**MAGALHES, F.M.M.; MAGALHAES, L.M.S.; OLIVEIRA, L.A.; DÖBEREINER, J.** 1982. Ocorrência de nodulação em leguminosas florestais de terra firme nativas de região de Manaus-AM. Acta Amazônica. (Bra.) 12(3) : 509-14. □



## BIBLIOGRAFIA SOBRE MANEJO DE BOSQUES NATURALES EN EL NEOTROPICO

El Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), iniciaron la compilación de una bibliografía sobre temas relacionados con el Manejo de Bosques Naturales en América Tropical, en 1995.

Participan en este trabajo varios centros de documentación forestal, tanto latinoamericanos como de otras regiones. En 1996 se dispondrá de esta bibliografía en disquete y papel.

Una de las metas de esta bibliografía es recopilar toda aquella literatura "gris" posible, muchas veces no publicada, ya que representa una numerosa proporción de lo que se ha escrito sobre manejo de bosques naturales en la región.

Si desea obtener mayor información o colaborar aportando referencias de artículos o informes técnicos, descripción de proyectos o programas, manuales, guías de campo, audiovisuales etc., sírvase contactar a :

Xinia Robles, INFORAT/Biblioteca Orton.  
Apdo. Postal 7170 CATIE, Turrialba, Costa Rica.  
Tel. (506) 556 0858 Fax (506) 556 0501.  
Email: xrobles@catie.ac.cr

## Avances de Investigación

# INFLUENCIA DEL DESMONTE SELECTIVO SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE NITRÓGENO EN AÑOS HÚMEDOS Y SECOS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL CHACO ÁRIDO ARGENTINO

**Palabras Claves:** Mineralización e inmovilización de N monte natural, desmonte selectivo, Chaco Arido, semiárido.

### RESUMEN

En el presente trabajo se estudió la dinámica del agua y del nitrógeno en el Chaco Arido, Argentina, durante la estación lluviosa (primavera-verano), por dos años. Se estudiaron dos zonas donde los suelos de la zona I eran Typic Ustifluent y Typic Ustorthent; mientras que los de la zona II estaban mejor estructurados, con Mollic Ustifluent y un alto contenido de C orgánico. La zona I fue muestreada durante una estación estival muy húmeda y la zona II durante un año muy seco. En ambas zonas, áreas de bosque natural, raleo selectivo (40% de la cobertura del dosel de los árboles) y pasturas puras, se muestreó cada 28 días la mineralización de N en el suelo, la inmovilización de la biomasa microbial (N-MB) y el contenido de agua.

Durante el año seco, un único evento de precipitación indujo un marcado aumento de la mineralización en la fecha correspondiente; mientras que durante el año húmedo los valores fueron más bajos y homogéneamente distribuidos. La acumulación del N mineralizado y el radio del nitrógeno en total N-MB, fue sin embargo, similar para ambas zonas. El N mineralizado disponible e inmovilizado, fue más alto debajo de los árboles que en los espacios abiertos entre árboles, y mayor en los raleos selectivos (árboles + interspacios abiertos) que en los bosques naturales. Los resultados confirmaron que los datos pueden ser extrapolados a diferentes zonas del mismo ecosistema.

### INFLUENCE OF SELECTIVE THINNING ON THE AVAILABILITY OF NITROGEN IN WET AND DRY YEARS IN SILVOPASTORAL SYSTEMS OF THE ARGENTINE DRY CHACO

### ABSTRACT

Soil water and N dynamics were studied in the Dry Chaco, Argentina, during the wet season (spring-summer), of two years. Two zones were studied: soils of the zone I were Typic Ustifluents and Typic Ustorthents, while those of the zone II were better structured, Mollic Ustifluents high in organic C. Zone I was sampled during a wet year, zone II during a dry year. In both zones, areas of natural woodland, selective thinning (40% tree canopy cover) and pure grassland were sampled every 28 days for soil N mineralization, immobilization in microbial biomass (N-MB) and water content. During the dry year, an unique precipitation event induced a huge increase of mineralization, while during the wet year, values were lower and homogeneously distributed. Accumulated N mineralization and the ratio N-MB to total N were, however, similar for both zones. Mineralized, available and immobilized N were higher under trees than in the open interspaces between trees, higher in the selective thinnings (trees + open interspaces) than in natural woodlands. Results confirmed that data can be extrapolated at different zones of the same ecosystem.

S. Hang<sup>1</sup>  
M. J. Mazzarino<sup>2</sup>  
G. Nuñez<sup>2</sup>  
L. Oliva<sup>1</sup>

Con una extensión de 720.000 km<sup>2</sup>, el Chaco es una de las principales zonas ecológicas de América del Sur y ocupa aproximadamente el 5% del área del continente.

Existen muchas semejanzas con la Caatinga brasileña, lo que indica que éstas áreas probablemente estuvieron unidas en otra época geológica (Cabrera, 1976). El uso de desmonte selectivo, práctica común en la Caatinga (Kirmse *et al.*, 1987; Schacht *et al.*, 1988), ha sido sugerido como una estrategia del manejo silvopastoril del Chaco Arido de Llanura en Argentina (Karlin y Díaz, 1984). Esta subregión ocupa 8 millones de hectáreas, presenta una vegetación de tipo bosque xerofilo con gramíneas perennes, arbustos y dos especies arbóreas dominantes: quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco* Schecht) y algarrobo (*Prosopis* spp., con predominio de *P. flexuosa* DC).

A nivel experimental se han practicado dos tipos de desmonte: 1) eliminación de todos los arbustos y permanencia de los dos géneros arbóreos dominantes, y 2) permanencia sólo de *Prosopis flexuosa*. Esta

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba. Casilla Correo 509. 5000 - Córdoba, Argentina.

<sup>2</sup> CONICET - Facultad de Agronomía, Universidad de Bariloche. Actualmente labora en la Universidad del Comahue, Casilla Correo 1336, 8400 - Bariloche, Argentina.



especie es freatofita, con capacidad de fijar N o de reciclarlo rápidamente y presenta usos múltiples en la región (leña, forraje para animales, madera para muebles y cercas). Se considera que las características del algarrobo permitirían mantener un sistema silvopastoril sostenible en este ambiente donde predomina el corte total de la vegetación arbórea, para el establecimiento de pastizales improductivos e invadidos por arbustos de baja calidad a los pocos años (Karlin y Díaz, 1984). La importancia del género *Prosopis* en el manejo silvopastoril de zonas semiáridas, ha sido también enfatizada en otros trabajos en Estados Unidos y Chile (Virginia y Jarrel, 1983; Ormazabal, 1991).

Estudios previos en el Chaco Arido, basados en el análisis de un año particularmente húmedo, han demostrado que bajo algarrobos se produce una mayor acumulación de N total, N disponible y N retenido en biomasa microbiana que en los espacios entre árboles, pastizales puros y sitios



El algarrobo facilita la disponibilidad del nitrógeno, simplificando su plantación en los pastizales del Chaco Arido argentino. (Foto S. Hang)



Paisaje típico en el Chaco Arido, próximo a Chancani, Provincia de Córdoba, Argentina. (Foto S. Hang).

dominados por arbustos del género *Larrea* (Mazzarino *et al.*, 1991a, b). El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de los años húmedos y secos en la dinámica del agua y del nitrógeno del suelo. El trabajo se efectuó en dos sitios con monte natural, desmonte selectivo y pastizales, considerando como única especie arbórea *Prosopis flexuosa*.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Reserva Forestal "Los Pocitos", al oeste de las Sierras de Córdoba (65° 30' O, 31° S). Esta reserva pertenece al "Chaco Arido de Llanura", el cual se caracteriza por temperaturas de verano elevadas e inviernos moderados, precipitaciones estivales (promedio anual de 300-500 mm), menor que 20 (Karlin y Díaz, 1984). Los suelos son Entisols de origen aluvial clasificados como Ustorthents y Ustifluents.

En los dos sitios de muestreo se tomaron pruebas de tres tipos de vegetación: monte natural (85% de cobertura, principalmente árboles y arbustos); desmonte selectivo (40% de cobertura arbórea) y un área de pastizal. Los tratamientos con árboles se muestrearon a 0.5 y 1.5 m de la base.

El sitio I fue muestreado en un año particularmente lluvioso (789 mm) y el desmonte selectivo consistió en el mantenimiento de *Prosopis flexuosa* y *Aspidosperma quebracho-blanco*.

El sitio II se muestreó en un año seco (361 mm) y en el desmonte selectivo sólo se mantuvo *Prosopis flexuosa*. Otra diferencia entre los sitios estuvo referida al tipo de suelos, que en el caso del sitio II son Mollic Ustifluents.

En el sitio I el desmonte se realizó a fines de 1986 y el muestreo se efectuó de febrero de 1987 a abril de 1988. Para el presente trabajo se utilizaron los datos de primavera-verano de máxima actividad microbiana y vegetativa. Para el muestreo se usó tres árboles de diámetro basal 80-100 cm y tres puntos en el pastizal. El muestreo incluyó una superficie aproximada de dos hectáreas de monte natural; 1.5 de desmonte selectivo y dos de pastizal natural sin árboles por

15 años y con predominio de *Papophorum* spp.

El sitio II fue ubicado a 5 km del anterior. El desmonte se realizó en julio de 1987 y las mediciones se efectuaron entre octubre de 1987 y abril de 1989.

Para el muestreo se utilizaron 10 árboles de diámetro basal 40-50 cm y 10 puntos al azar en el pastizal. En este sitio se estudió una superficie de 1 ha de monte natural, 4 de desmonte y un área de 10 m x 50 m de pastizal natural, mantenido sin vegetación arbórea ni arbustiva durante diez años. En el pastizal predominaba una mezcla de los géneros *Trichloris*, *Setaria*, *Aristida*, *Govina* y *Papophorum*.

Ambos sitios fueron pastoreados esporádicamente, especialmente el sitio II. Los muestreos se realizaron cada 28 días.

La mineralización de N se estudió por incubaciones *in situ* (Mazzarino *et al.*, 1991a); el N mineralizado se calculó como la suma de nitratos y amonio a los 28 días menos la cantidad inicial (t0). El N inmovilizado en biomasa microbiana se determinó por el método de fumigación-incubación, modificado por Vitousek y Matson (1985).

La extracción de las muestras se realizó con KCl 2 M y la determinación por colorimetría, amonio por el método del azul de indofenol y nitratos por Griessllosvay (Keeney y Nelson, 1982). El contenido de agua del suelo se determinó por gravimetría, después de secar las muestras a 70° C.

Una sola vez durante el estudio, se determinó el pH (relación suelo: agua 1:2); C orgánico (Walkley y Black), N total (Kjeldahl) y fósforo disponible (Olsen). Se realizaron análisis de varianza (ANOVA) y pruebas Duncan a nivel de significancia de 0.05 sobre los datos.

Cuadro 1. Promedios de N disponible, mineralizado e inmovilizado en las dos zonas analizadas

	N disponible	N mineralizado	N min. acumulado	N biomasa
	(mg Kg <sup>-1</sup> )			
<b>Zona I</b>				
Año 87/88				
Mp	11.3 ab	20.7 a	153	109.7 a
Me	5.4 d	11.8 bc	83	54.4 b
Dp	13.9 a	24.0 a	170	95.1 a
De	8.9 bc	14.8 bc	102	68.8 b
P	6.9 cd	7.6 c	55	96.8 a
<b>Zona II</b>				
Año 88/89				
Mp	25.3 b	22.8 a	153	132.6 b
Me	9.1 c	14.5 ab	97	80.2 d
Dp	57.2 a	19.7 a	113	174.0 a
De	30.2 b	11.8 b	75	108.1 c
P	30.2 b	11.7 b	87	112.4 bc

Letras diferentes en cada columna y zona indican valores significativamente diferentes (P < 0.05). Valores sin letras no se analizaron estadísticamente. Mp: bajo *Prosopis*, monte natural; Me: espacios abiertos, monte natural; Dp: bajo *Prosopis*, desmonte selectivo; De: espacios abiertos, desmonte selectivo; P: pastizal

Cuadro 2. Características generales de los suelos.

	pH	C orgánico	N total	P disponible
	1/2	%	%	mg Kg <sup>-1</sup>
<b>Zona I</b>				
Año 87/88				
Mp	7.0	1.9	0.18	39.0
Me	7.7	1.3	0.12	28.6
Dp	7.0	1.1	0.12	38.8
De	7.5	0.8	0.08	25.0
P	7.9	1.8	0.15	28.6
<b>Zona II</b>				
Año 88/89				
Mp	7.4	2.2	0.21	30.4
Me	7.5	2.0	0.19	26.6
Dp	7.6	2.3	0.22	36.6
De	7.9	2.2	0.21	27.8
P	7.9	2.4	0.23	29.7

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan los promedios de ocho mediciones de N disponible, mineralizado e inmovilizado para los cinco tratamientos en los dos sitios muestreados. El pH C orgánico, N total y P-Olsen, correspondientes a un único muestreo, se presentan en el Cuadro 2. Se observa una clara tendencia a valores mayores de N mineralizado, disponible e inmovilizado bajo los árboles que en los espacios abiertos.

Los valores fueron también más altos en el desmonte que en el monte, tanto bajo árboles como en los interespacios, pero esta diferencia

Figura 1. (A) Humedad del Suelo, (B) N mineralizado *in situ* y (C) N inmovilizado en biomasa microbiana, en dos zonas de muestreo en la Reserva Forestal "Los Pocitos", Chaco Arido de Llanura, Córdoba. Las mediciones corresponden a las épocas húmedas (primavera-verano) de los años 1987-89. Símbolos: — bajo *Prosopis*, monte natural; - - - espacios abiertos cercanos a *Prosopis*, monte natural; ... bajo *Prosopis*, desmonte selectivo; + + + espacios abiertos cercanos a *Prosopis*, desmonte selectivo; -\*-\*- pastizal. E = Fines de enero

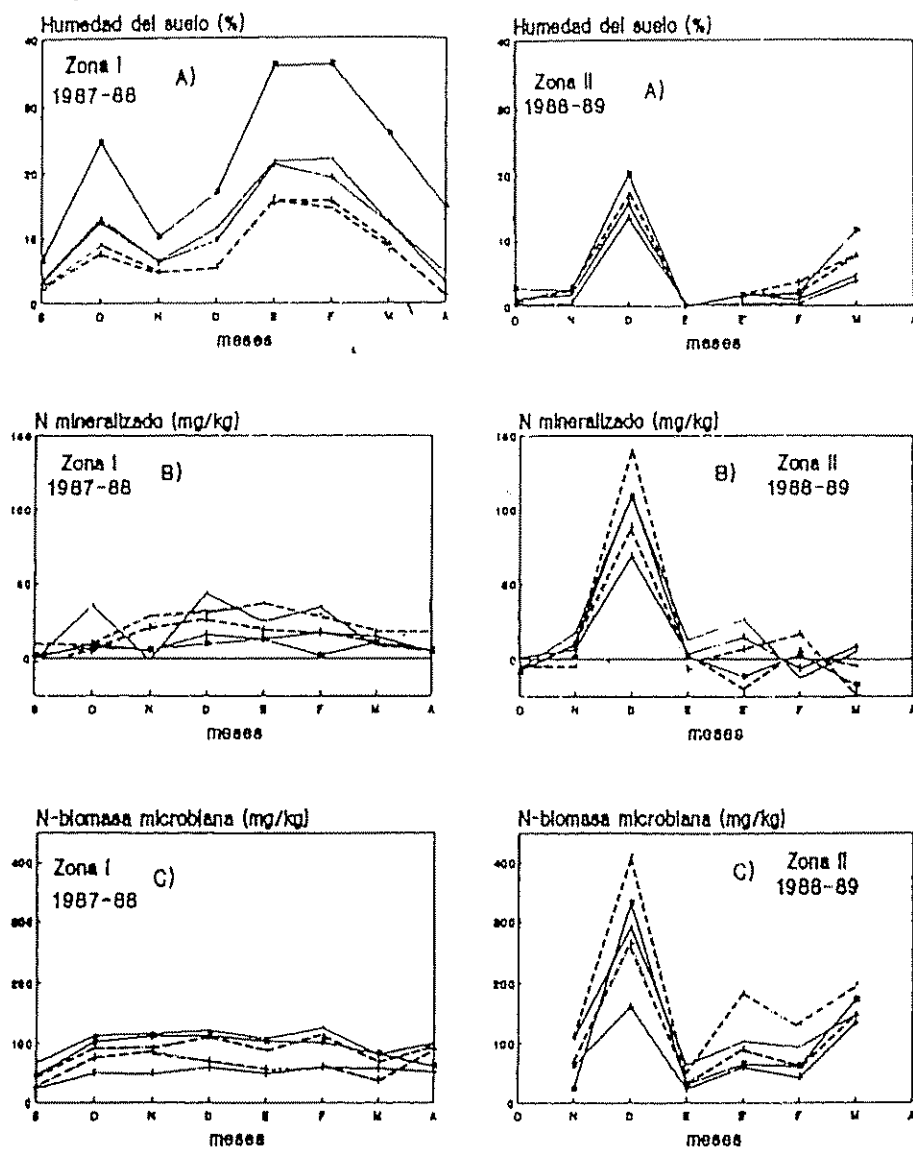
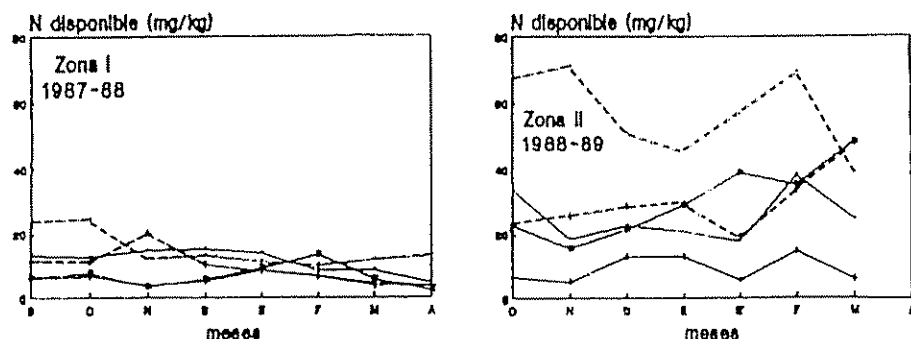


Figura 2. Nitrógeno disponible (suma de amonio + nitrato al inicio de cada incubación), en las dos zonas y épocas analizadas. (Símbolos iguales a la Figura 1)



no fue siempre significativa. Los mayores valores en el desmonte son atribuibles a la acumulación de restos vegetales que aumentan la calidad del sustrato energético-nitrogenado y mantienen o aumentan el contenido de agua en el suelo (Oliva *et al.*, 1993). En el pastizal los valores de los parámetros estudiados variaron entre los dos sitios debido a la variación en su composición florística; sin embargo, la mineralización de N fue siempre menor que bajo los árboles.

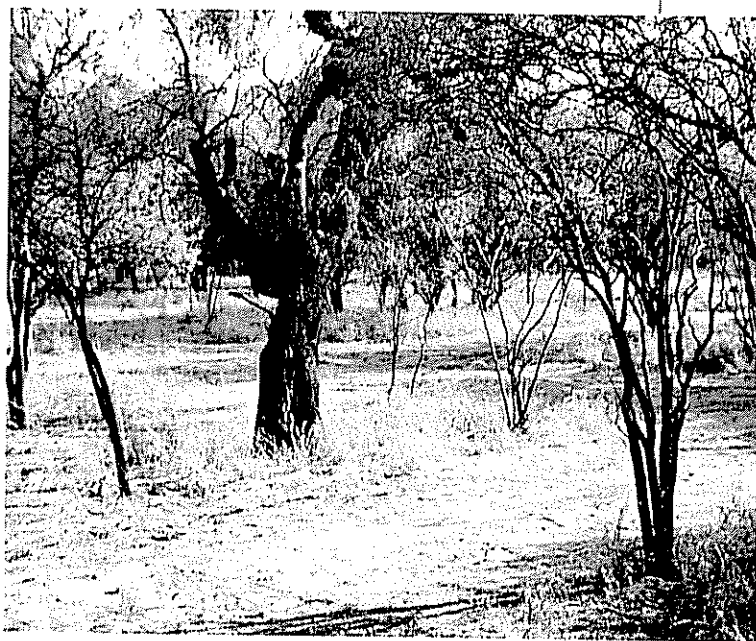
En el sitio II, donde la estación de muestreo fue muy seca, la mineralización de N fue siempre menor que bajo los árboles. Aquí la mineralización de N y el N inmovilizado en biomasa microbiana (N-BM), correlacionaron significativamente con el contenido de humedad del suelo ( $r = 0,65-0,70$  y  $0,80-0,87$ , respectivamente a  $P < 0,001$ ). En el sitio I con una oferta mayor de humedad y constante durante la estación de muestreo, el factor de correlación entre mineralización de N y humedad del suelo fue de  $0,60-0,75$  bajo *Prosopis* e interespacios ( $P < 0,001$ ) y de  $0,40$  para el pastizal ( $P < 0,05$ ). En este sitio no se encontró correlación significativa entre humedad y N-BM.

La existencia de un pulso marcado de humedad durante la estación de muestreo

en el sitio II, determinó un pulso equivalente de N mineralizado y N-BM, que alcanzaron valores de hasta 150 y 400 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. En el sitio I donde la humedad del suelo fue más alta y constante, la tasa de mineralización y el N-BM permanecieron constantes, alcanzando valores máximos de 40 y 120 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1).

Los suelos del sitio II son más estructurados y profundos y presentan un contenido de materia orgánica mayor que el sitio I. Esta diferencia se reflejó en valores más altos de N-BM, que es un indicador aproximado del sustrato nitrogenado fácilmente mineralizable (Bernhard-Reversat, 1982) y de la capacidad de recuperación del ecosistema (Vitousek y Matson, 1985). Sin embargo, la proporción de N total representado por el N-BM varió de manera similar en ambos sitios, según el tratamiento.

El N disponible, considerado como la suma de amonio y nitratos al tiempo cero, fue 2-4 veces más alto en el sitio II que en el I, reflejando principalmente diferencia en la humedad del suelo, con menor absorción de las plantas y menor lixiviación. La falta de humedad y la elevada demanda atmosférica podrían haber inducido también la ascensión capilar de nitratos y su acumulación en la superficie (Wetselaar, 1980; Sprent, 1987).



## CONCLUSION

Los valores de N mineralizado, disponible e inmovilizado en biomasa microbiana fueron más altos: 1) bajo los árboles que en los espacios abiertos entre árboles y en los pastizales y 2) en el desmonte selectivo que en el monte natural.

La capacidad del algarrobo de fijar y recircular rápidamente N aseguraría, por lo tanto, una mayor provisión de N disponible para los pastos, considerado después del agua, el factor más limitante en zonas semiráridas (Wetselaar, 1980). Sin embargo, todos los parámetros analizados son muy dependientes de la humedad del suelo, que en zonas semiáridas presentan una alta variabilidad año a año. En años húmedos, la mayor disponibilidad de N representaría una ventaja para los pastos que crecen bajo los árboles. Sin embargo, en años secos una mayor disponibilidad de N implica mayor consumo de agua y, por lo tanto, podría significar mayor sensibilidad de los pastizales a los efectos de la sequía. □

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a G. Bronstein y a la Dirección de Areas Naturales (del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Recursos Renovables de Córdoba), por facilitar la realización de este trabajo en la Reserva Forestal "Los Pocitos".

También agradecemos a los miembros de las cátedras de Edafología y Manejo de Areas Marginales, por la ayuda de campo y discusiones de trabajo brindadas. A la U. S. National Academy of Sciences (NRC), por los fondos aportados y a Donald L. Kass, por sus observaciones, que hicieron posible la publicación del presente artículo.

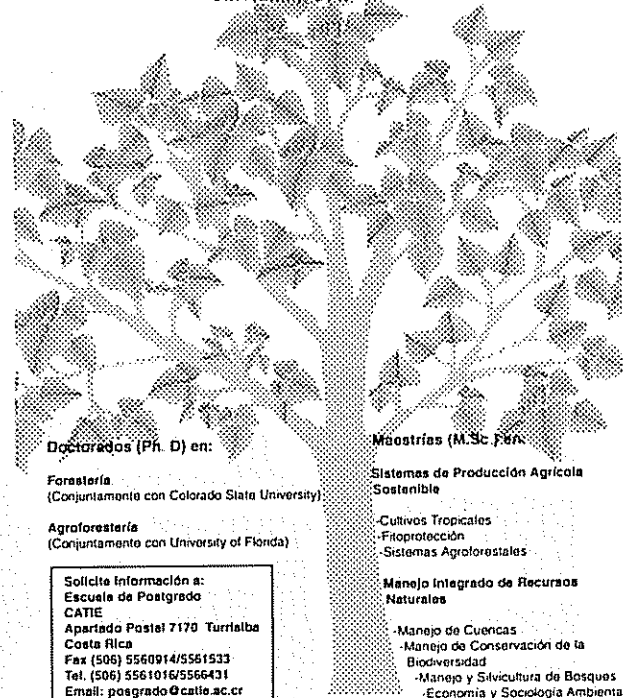
La escasez de agua y N constituyen dos limitaciones importantes para el crecimiento de los pastos en las zonas semiáridas, que la plantación de algarrobos puede ayudar a reducir (Foto S. Hang).

## BIBLIOGRAFIA

- BERNIARD-REVERSAT, B.** 1982. Biochemical cycle of N in semiarid savanne. *Oikos* (EE UU ) 38 : 321-332.
- CABRERA, A.L.** 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas Encic Arg. Jardin. 2a Ed. Edit. ACME 2 : 1-85.
- KARLIN, U.; R. DIAZ.** 1984. Potencialidad y manejo de algarrobos en el árido subtropical argentino. Argentina Programa Nacional de Recursos Naturales Renovables Proyecto Especial OEA no. 53. 59 p.
- KEENEY, D.R.; NELSON, D.W.** 1982. Nitrogen-inorganic forms. *In: Methods of Soil Analysis Part 2*. 2. ed Ed by A.L. Page, R.H. Miller, D.R. Keeney Madison, WI, EE UU., ASA-SSSA, p 643-698. (Series Agronomy no. 9).
- KIRMSE, R.D.; PROVENZA, F.D.; MALECHEK, J.C.** 1987. Effects of clearcutting on litter production and decomposition in semiarid tropics of Brazil. *Forest Ecology and Management* (Holanda) 22 : 205-217.
- MAZZARINO, M.J.; OLIVA, L.; NUÑEZ, A.; NUÑEZ, G.; E. BUFFA.** 1991a. Nitrogen mineralization and soil fertility in the Dry Chaco ecosystem (Argentina). *Soil Sciences Society of America Journal* (EE UU ) 55 : 515-522.
- MAZZARINO, M.J.; OLIVA, L.; ABRIL, A.; M. ACOSTA.** 1991b. Factors affecting N dynamics in a semiarid woodland (Dry Chaco, Argentina). *Plant and Soil* (EE UU ) 138 : 85-98.
- OLIVA, L.; MAZZARINO, M.J.; NUÑEZ, G.; ABRIL, A.; M. ACOSTA.** 1993. Dinámica del N y del agua del suelo en un desmonte selectivo en el Chaco Arido Argentino. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* (Bra ) 28:709-718.
- ORMAZABAL, C.S.** 1991. Silvopastoral systems in arid and semiarid zones of northern Chile. *Agroforestry Systems* (Holanda) 14 : 207-217.
- SCHACHT, W.H.; LONG, J.N.; J.C. MALECHEK.** 1988. Above-ground production in cleared and thinned stands of semiarid tropical woodland, Brazil. *Forest Ecology and Management* (Holanda) 23 : 201-214.
- SPRENT, J.I.** 1987. The ecology of the N cycle. Cambridge, G.B., Cambridge Univ. Press. 151 p.
- VIRGINIA, R.A.; JARREL, W.M.** 1983. Soil properties in a mesquite-dominated Sonoran Desert ecosystem. *Soil Science Society of America Journal* (EE UU ) 47 : 138-144.
- VITOUSEK, P.M.; MATSON, P.** 1985. Disturbance, N-availability and N-losses: an experimental study in a intensively managed loblolly pine plantation. *Ecology* (EE UU ) 66 : 1360-1376.
- WETSELAAR, R.** 1980. Nitrogen cycling in a semiarid region of tropical Australia. *In: Nitrogen cycling in west african ecosystems* Ed by T. Rosswall Estocolmo, Suecia, Royal Swedish Academic Science p. 157-170.

### CATIE ESCUELA DE POSTGRADO

Turrialba, Costa Rica



#### Doctorados (Ph. D) en:

Forestería  
(Conjuntamente con Colorado State University)

Agroforestería  
(Conjuntamente con University of Florida)

Solicite información a:  
Escuela de Postgrado  
CATIE

Apartado Postal 7170 Turrialba  
Costa Rica  
Fax (506) 5560914/5561533  
Tel. (506) 5561016/5566431  
Email: [posgrado@catie.ac.cr](mailto:posgrado@catie.ac.cr)

#### Maestrías (M.Sc. F.A.R.)

Sistemas de Producción Agrícola  
Sostenible

Cultivos Tropicales  
Fitoprotección  
Sistemas Agroforestales

Manejo Integrado de Recursos  
Naturales

Manejo de Cuencas  
Manejo de Conservación de la  
Biodiversidad  
Manejo y Silvicultura de Bosques  
Economía y Sociología Ambiental

# POTENCIAL FORRAJERO DE ESPECIES LEÑOSAS DE LOS BOSQUES SECUNDARIOS DE EL PETÉN, GUATEMALA

Salvador Hernández <sup>1</sup>

Jorge Benavides <sup>2</sup>

**Palabras Claves:** Bosque secundario, especies leñosas, potencial forrajero, consumo, palatabilidad del follaje, manejo agronómico, *Cecropia peltata*, *Brosimum alicastrum*.

## RESUMEN

En el presente trabajo se muestran los resultados de una caracterización ecológica, bromatológica y de palatabilidad del follaje de árboles y arbustos nativos de bosques secundarios en El Petén, Guatemala. También se incluye un estudio de la preferencia, mediante la interacción de los valores de frecuencia de consumo y cobertura vegetal para cada especie en varios ecosistemas, donde se estimó la oportunidad de selección de animales en pastoreo. Se seleccionaron 42 especies leñosas por pastoreo, en diferentes tipos de bosques secundarios. Se obtuvieron los valores de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y de proteína cruda de los forrajes preferidos por los animales. Se presentan los valores de consumo de ocho de las especies con valores más altos de preferencia y calidad nutricional, utilizadas como suplemento en ovinos en pastoreo. Los forrajes más consumidos fueron *Cecropia peltata* y *Brosimum alicastrum*, con niveles de consumo de materia seca de 2,14 y 2,03 % del peso vivo por día, respectivamente. Se concluye que existen especies promisorias para la alimentación de rumiantes menores, pero es necesario ampliar la información sobre su potencial para la producción de forraje y sobre su manejo agronómico.

## Fodder potential of woody species from the secondary forest of El Petén, Guatemala

## ABSTRACT

The results of an ecological, bromatological and palatability characterization of woody species occurring in secondary forest of El Petén, Guatemala are presented. The characterization includes a preference index, determined from the combination of the values of frequency of consumption and vegetative cover of each species in various ecosystems in which the opportunity of selection by pasturing animals was estimated. A total of 42 woody species were selected in different types of secondary forest. *In vitro* dry matter digestibility (IVDMD) and crude protein (CP) were determined in the species selected by the animals. Levels of consumption and nutritional value when utilized as a feed supplement for sheep for the eight species with the highest levels of preference are presented. The species most consumed were *Cecropia peltata* and *Brosimum alicastrum*, with dry matter consumption levels of 2.14 and 2.03 % of live weight per day. It was concluded that promising species for feeding small ruminants exist in the secondary forest of El Petén, but more information is needed with regard to both their potential for forage production and their agronomic management.

La valorización de especies forestales no tradicionales, mediante su transformación en bienes aprovechables, puede ser una vía para mejorar el nivel de vida de las comunidades humanas que habitan dentro o cerca de los bosques tropicales. Estos ecosistemas todavía son capaces de soportar más carga si se diversifica su aprovechamiento, lo cual es importante, si se mira sobre la base de las expectativas económicas de la población que depende directamente de ellos.

La utilización de técnicas apropiadas para la extracción, manejo y comercialización de los productos del bosque pueden ayudar a que estas poblaciones mejoren sus condiciones de vida.

El manejo racional de los recursos naturales para la producción es posiblemente, la única alternativa viable para la conservación. Este enfoque involucra la satisfacción de las necesidades de la población local y sitúa a los productores en el papel de guardianes de los recursos para su propio desarrollo.

El mejoramiento de la calidad de la dieta de las familias campesinas puede lograrse con la incorporación de alimentos de origen animal, principalmente leche y sus derivados.

<sup>1</sup> M.Sc. Proyecto OLAFO. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Petén, Guatemala.

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

La prolongación del tiempo de uso de las parcelas y el establecimiento de árboles para prevenir problemas de erosión y reciclar los nutrientes, son alternativas que pueden integrarse ventajosamente en la producción animal.

El objetivo del presente trabajo es determinar el potencial forrajero de especies leñosas de los bosques secundarios y generar información para el desarrollo de nuevas alternativas de uso sostenible de los recursos naturales.

## MATERIALES Y METODOS

La investigación se efectuó en el área demostrativa del Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en Centroamérica (OLAFO/CATIE), ubicada al norte del Departamento de El Petén, Guatemala, dentro de la Reserva de la Biosfera Maya.

Está localizada entre los paralelos 17° 07' y 17° 25' N y los meridianos 89° 53' y 90° 03', en la zona de vida Bosque Subtropical Húmedo (Holdridge, 1976) y la estación seca se prolonga de febrero a mayo (De la Cruz, 1982; tomado de CATIE, 1992).

La zona de estudio fue definida por el conjunto de bosques secundarios de la parte norte de El Petén, Guatemala<sup>3</sup>. Los ecosistemas estudiados fueron definidos según dos factores condicionantes: el manejo o efecto antropomorfo y los aspectos fisiográficos, resumidos por el relieve. Se definieron los siguientes sitios:

incendiados o "quemadales" recientes, guamiles (áreas con varios años de recuperación) y pastizales.

En los ecosistemas de guamil y quemadales, mediante la utilización de una metodología de transectos, se contabilizó el número de individuos por especie<sup>4</sup> con una altura superior a los 150 cm. Los individuos registrados fueron aquellos cuyas copas cruzaron el transecto<sup>5</sup> (Pieper, 1978). Con estos datos se construyó un

estimador de la densidad y se estimó la cobertura por especie, definida como la proyección vertical de las partes aéreas de la planta sobre el suelo (Brown, 1954; citado por Pieper, 1978).

La determinación de densidad en los pastizales se efectuó en parcelas de 64 x 64 m, por medio de conteos exhaustivos de los individuos pertenecientes a especies leñosas. No se determinó la cobertura de estas especies, debido a que resultaba insignificante en relación con el pasto. Una vez estimada la importancia de cada especie, se liberaron durante tres días cinco ovinos en algunas de las parcelas estudiadas. Las actividades registradas fueron el número de bocados para cada especie y el tiempo de traslado, descanso y rumia.

## APTITUD FORRAJERA DE LAS ESPECIES ARBOREAS

Para valorar la aptitud forrajera se utilizaron la cobertura o superficie ocupada por cada especie, (que mide la disponibilidad del follaje de cada uno de los animales en libre pastoreo) y la preferencia (que mide la proporción de cada especie en la composición de la dieta mordiscos), bajo libre pastoreo.



Corta de forraje para cabras en El Petén, Guatemala (Foto Proyecto OLAFO).

<sup>3</sup> Área aledaña al poniente del biotopo El Zotz, El Petén, Guatemala.

<sup>4</sup> Bejucos y lianas leñosos fueron excluidos del estudio

<sup>5</sup> En el caso de individuos que tocaban dos secciones del transecto, sólo se contabilizaron en una ocasión

La preferencia es una conducta del animal, que depende de la disponibilidad de la especie consumida (Begon *et al.*, 1986), es decir, la energía necesaria para llegar hasta ella. Por lo tanto, la probabilidad de que una especie sea pastoreada, debe contemplar la aceptación por el animal (palatabilidad) y la importancia de la especie en el ecosistema. Chesson (1983), propuso un modelo del tipo:

$$P_i = r_i/n_i / \sum_j r_j/n_j$$

donde:  $P_i$  es un número positivo entre 0 y 1, que indica la relación entre la cantidad de la especie  $i$  en la dieta y su importancia en el ambiente, cuando la densidad de todas las especies es la misma.

$n_i$ : es el número de individuos de la especie  $i$ . El mismo autor propuso un estimador de  $P_i$  cuando las densidades de las especies forrajeras son diferentes:

$$P_i = (r_i/n_i) / \sum_j (r_j/n_j)$$

donde:  $r_i$  es el número de individuos de la especie  $i$  en la dieta. Se asume que la densidad de cada especie no cambiará significativamente debido al pastoreo y a que la conducta del animal también permanecerá constante.

técnica de dos fases para la digestión *in vitro* de forrajes (Tilley y Terry, 1963). También se determinó el contenido de materia seca (MS), en un horno a 60° C.

### CONSUMO VOLUNTARIO DE FORRAJES

Con base en los resultados anteriores, se seleccionaron varias especies entre las mejor consumidas en pastoreo y las de mayores valores bromatológicos, para someterlas a una prueba de consumo voluntario por ovinos en corral. Se utilizó un diseño de cuadrado latino incompleto, con ocho tratamientos y cinco períodos. Las unidades experimentales fueron ovinos encastados de Pelibuey y Black Belly.

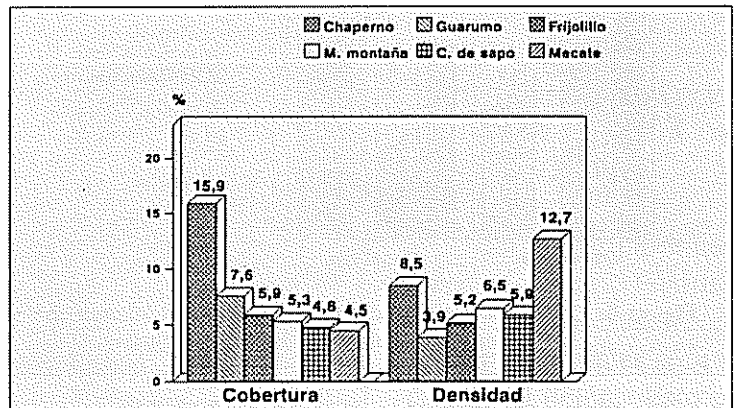


Figura 1. Cobertura y densidad de algunas especies leñosas en guamiles de bajura en El Petén, Guatemala.

### DIGESTIBILIDAD IN VITRO DE LA MATERIA SECA Y PROTEINA CRUDA

Se analizaron muestras de la hoja basal y apical de las especies seleccionadas en el Laboratorio de Nutrición Animal del CATIE, Costa Rica. El contenido de proteína cruda (PC) se determinó por el método de micro-Kjeldahl (Bateman, 1970). El análisis de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), se hizo por medio de la

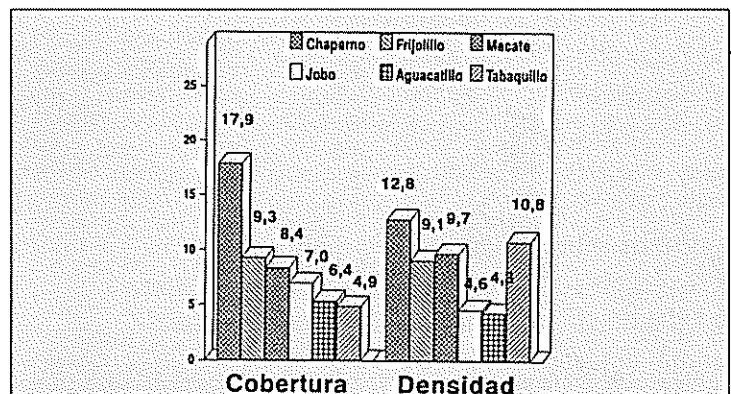
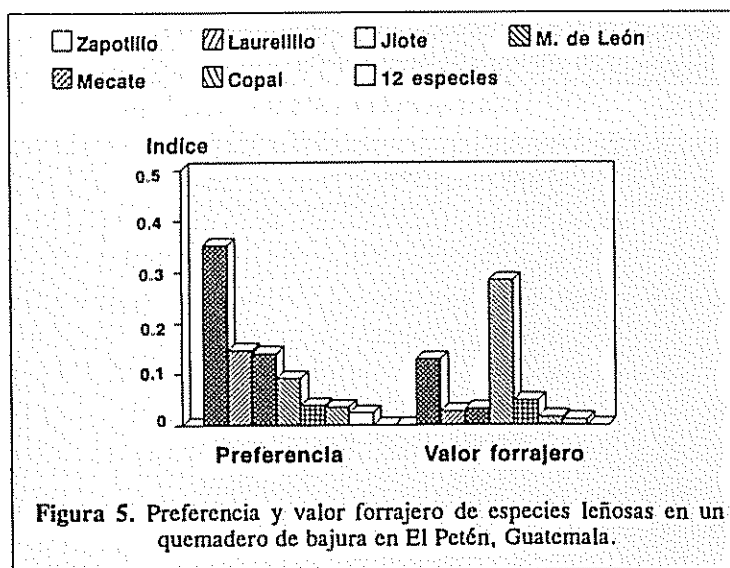
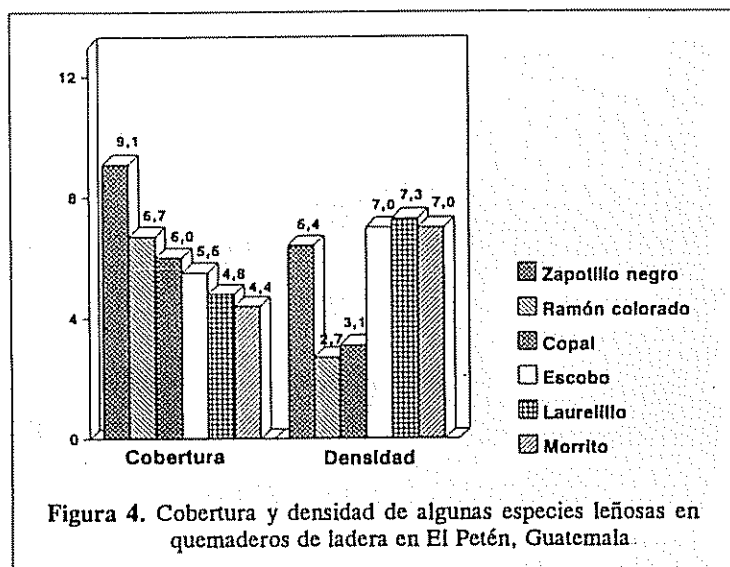
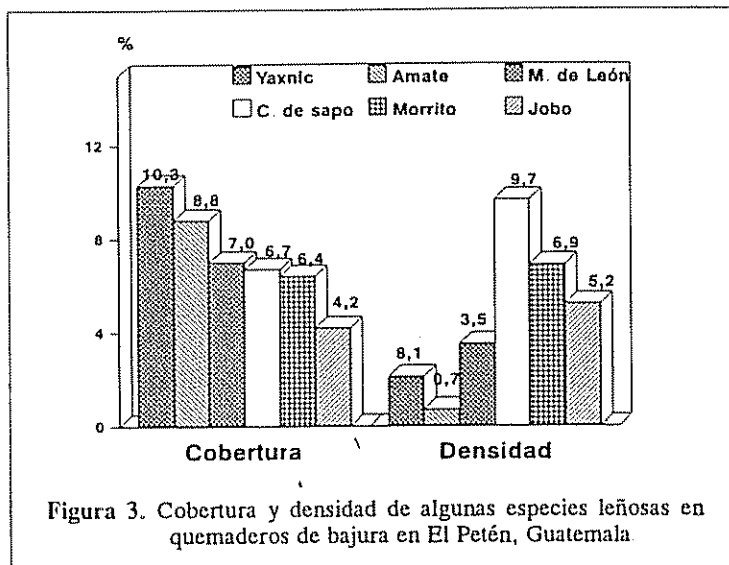


Figura 2. Cobertura y densidad de algunas especies leñosas en guamiles de ladera en El Petén, Guatemala.





## RESULTADOS Y DISCUSION

### a. Composición florística de los bosques secundarios.

El estudio de composición presentado, comprendió los siguientes objetivos:

- Identificación de las especies existentes en cada ambiente, con sus parámetros poblacionales más usuales.
- Ofrecer un estimador de la oportunidad de selección de cada especie, por los animales.

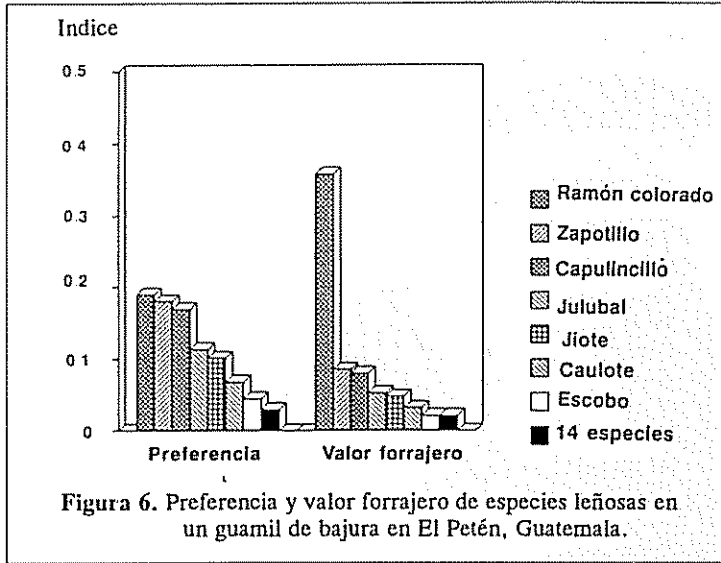
En cuanto a cobertura y densidad, el análisis de componentes principales mostró diferencias sólo para los pastizales. Sin embargo, se observó que existen especies que por su prevalencia, pueden caracterizar bien a los quemadales o a los guamiles, independientemente de las condiciones topográficas de cada uno (Figuras 1, 2, 3 y 4).

En los guamiles destacan *Cecropia peltata*, *Lonchocarpus guatemalensis*, *Heliocarpus donell-smithii* y el *Cassia bicapsularis*.

Por su parte, en los quemadales resaltan el *Vitex gaumeri*, *Ardisiapaschalis* y *Chrysophila argentea*. Varias especies presentaron niveles altos de densidad o cobertura en tres o más ecosistemas: *C. peltata*, *H. donell-smithii*, *Spondias mombin* L. *guatemalensis*, el Cuero de sapo y el Tabaquillo (no se conocen los nombres científicos).

### PREFERENCIA POR OVINOS EN DIFERENTES AMBIENTES

En las figuras 5 y 6 se presentan las especies con mayor índice de preferencia en tres ecosistemas. Es alta la cantidad de leñosas aceptadas por los ovinos, ya que de un total de 105 especies detec-



**Cuadro 1.** Algunos nombres comunes, técnicos y familia de algunas especies arbóreas, encontradas en bosques secundarios de El Petén, Guatemala.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Jobo	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae
Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae
Anonillo	No se pudo encontrar	Anonaceae
Cojón	<i>Stemmadenia donnel-Smithii</i>	Apocynaceae
Malerio blanco	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	Apocynaceae
Malerio col.	<i>Aspidosperma cruenta</i>	Apocynaceae
Huevo de chuco	<i>Thevetia ahouai</i>	Apocynaceae
Mano de león	<i>Dendropanax arboreus</i>	Araliaceae
Escobo	<i>Chrysophila argentea</i>	Arecaceae
Guano macho	<i>Sabal mexicana</i>	Arecaceae
Guano hembra	<i>Sabal moristana</i>	Arecaceae
Sombra ternero	<i>Cordia bicolor</i>	Boraginaceae
Jiote	<i>Bursera simaruba</i>	Burceraceae
Manchiche	<i>Cassia bicapsularis</i>	Caesalpinaceae
Pucté	<i>Bucida buceras</i>	Combretaceae
Chechén blanco	<i>Sebastiania longicuspis</i>	Euphorbiaceae
Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Gutiferae
Cedro	<i>Cedrella odorata</i>	Meliaceae
Chaltecococo	Caesalpinaceae	Caesalpinaceae
Ixcanal	<i>Acacia</i> sp.	Mimosaceae
Sare	<i>Acacia</i> sp.	Mimosaceae
Pepeto	<i>Inga</i> sp.	Mimosaceae
Pimienta	<i>Pimenta dioica</i>	Mirtaceae
Ramón blanco	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae
Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>	Moraceae
Amate	<i>Ficus</i> sp.	Moraceae
Chimón	<i>Ficus</i> sp.	Moraceae
Matapalo	<i>Ficus</i> sp.	Moraceae
Manax	<i>Pseudolmedia spuria</i>	Moraceae
Ramón colorado	<i>Trophis racemosa</i>	Moraceae
Morrito	<i>Ardisia paschalis</i>	Myrsinaceae
Quebracho	<i>Lisyloma bahamense</i>	Mimosaceae
Cuero de sapo	No se pudo encontrar	Papilionaceae

tadas, 42 fueron consumidas por lo menos una vez, y de ellas, doce tuvieron un alto nivel de aceptación. Entre ellas, solamente seis aparecen en diferentes ecosistemas: *Pouteria* sp., *Ch. argentea*, *Bursera simaruba*, *Ficus yuponensis*, *Julubal* y el cordoncillo (no se conoce el nombre científico). Cuadro 1.

El potencial de explotación de este tipo de ambientes para la producción animal, demanda un manejo de la propagación de las especies más aceptadas y con mayor valor nutritivo.

La probabilidad de cada especie de “participar” en la dieta animal (Pi), combina la aceptabilidad y la presencia en un ambiente específico, orientando las estrategias de manejo para explotar los sitios con mayor potencial inicial.

**DIGESTIBILIDAD Y PROTEINA CRUDA DEL FOLLAJE**

La mayor parte de las leñosas forrajeras reportadas por otros autores, son comunes en los bosques secundarios de El Petén. Esto confirma el planteamiento de que las características del grupo ecológico de árboles, crecen al inicio de las sucesiones y tienen cualidades deseables para la producción animal (Benavides, 1991; Pineda, 1988). Los valores de DIVMS y PC de las muestras, permitieron seleccionar las especies más promisorias, las cuales fueron sometidas a la siguiente fase del trabajo (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Digestibilidad *in vitro* de la materia seca y contenido de proteína cruda de follajes arbóreos, consumidos por ovinos en El Petén, Guatemala.

Especie	Parte	DIVMS, (%)	PC, (%)
Clavel ( <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> )	Hoja apical	79,0	20,4
Clavel	Hoja basal	67,1	18,1
Chaya ( <i>Cnidoscolus chayamansa</i> )	Hoja apical	74,2	29,9
Chaya	Hoja basal	74,8	27,1
Chaperno ( <i>L. guatemalensis</i> )	Hoja apical	73,7	20,2
Chaperno	Hoja basal	25,1	18,7
Amate ( <i>Ficus</i> sp.)	Hoja apical	69,9	14,3
Amate	Hoja basal	72,6	14,6
Tora ( <i>Verbesina</i> sp.)	Hoja apical	70,8	15,9
Tora	Hoja basal	68,0	16,0
Chichipince ( <i>Hamelia patens</i> )	Hoja apical	69,6	18,5
Chichipince	Hoja basal	53,7	16,4
Ramón blanco ( <i>B. alicastrum</i> )	Todas las hojas	59,0	16,1
Ramón blanco	Hoja apical	67,7	13,4
Ramón blanco	Hoja basal	66,6	12,0
Tabaquillo	Todas las hojas	62,3	21,9
Ramón colorado ( <i>T. racemosa</i> )	Hoja apical	57,7	13,4
Ramón colorado	Hoja basal	55,3	12,3
Caulote ( <i>Guazuma ulmifolia</i> )	Hoja apical	54,9	17,1
Caulote	Hoja basal	53,7	14,1
Guarumo ( <i>Cecropia peltata</i> )	Hoja apical	54,3	21,2
Guarumo	Hoja basal	49,2	18,4
Mano de león ( <i>D. arboreum</i> )	Hoja apical	53,9	12,7
Mano de león	Hoja basal	51,4	11,4
Jobo ( <i>Spondias mombin</i> )	Hoja apical	53,4	12,6
Jobo	Hoja basal	45,7	9,1
Escobo ( <i>Chrysophila argentea</i> )	Hoja apical	47,7	17,7
Capulincillo ( <i>Trema micrantha</i> )	Hoja apical	43,3	14,6
Capulincillo	Hoja basal	29,1	13,6
Zapotillo ( <i>Pouteria reticulata</i> )	Hoja apical	35,2	14,1
Zapotillo	Hoja basal	31,5	11,7
Jiote ( <i>Bursera simarouba</i> )	Todas las hojas	34,3	14,2

La mayoría de las especies tienen un contenido de PC bastante superior al de las gramíneas tropicales y en varios casos, también es superior al valor de los concentrados comerciales. Varias especies también presentan elevados valores en DIVMS.

Considerando que en la alimentación a base de pastos, el principal nutrimento limitante es la energía, estos valores de digestibilidad implican la posibilidad de mejorar no sólo la disponibilidad, sino también la calidad de las dietas para los animales. Similares resultados han sido reportados por otros autores en diferentes ambientes ecológicos (Benavides, 1983; Araya, 1991).

#### CONSUMO DE FOLLAJES ARBÓREOS POR OVINOS EN CORRAL

Con base en los resultados de laboratorio y a lo observado en las evaluaciones de preferencia en pastoreo, se seleccionaron ocho especies para evaluarse en un experimento de consumo voluntario. Las especies fueron *Hamelia patens* (chichipince), *Ficus yoponenesis* (amate), *Lonchocarpus guatemalensis* (chaperno), *Cecropia peltata* (guarumo), *Trophis racemosa* (ramón colorado), *Brosimum alicastrum* (ramón blanco), *Spondias mombin* (jobo) y *Dendropanax arboreus* (mano de león).

**Cuadro 3.** Consumo de materia seca de ocho especies leñosas por ovinos en corral.

Especies	Consumo MS % Peso vivo*	Desviación típica
<i>Cecropia peltata</i>	2,1 <sup>a</sup>	0,4
<i>Brosimum alicastrum</i>	2,0 <sup>ab</sup>	0,9
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	1,4 <sup>bc</sup>	0,4
<i>Hamelia patens</i>	1,3 <sup>bc</sup>	0,3
<i>Dendropanax arboreus</i>	1,1 <sup>c</sup>	0,4
<i>Trophis racemosa</i>	1,1 <sup>c</sup>	0,7
<i>Ficus yoponensis</i>	0,5 <sup>d</sup>	0,2
<i>Spondias mombin</i>	0,3 <sup>d</sup>	0,2

\*/ Valores con letras iguales no difieren significativamente,  $p < 0,05$ .

Los resultados del análisis de varianza indican que los promedios de consumo de MS por especie (como % del peso vivo), son significativamente diferentes (Cuadro 3).

Las cuatro especies más consumidas, con niveles superiores a 1,3%, satisfacen entre el 50 y el 75% de los requerimientos diarios de energía digestible (ED) para mantenimiento (NCR, 1981).

Estas mismas especies, al nivel de consumo alcanzado, satisfacen completamente los requerimientos de proteína cruda total. Los consumos de las cuatro especies restantes, no permiten rebasar un 35% de la energía necesaria para mantenimiento y un 60% de las necesidades de proteína.

Estos resultados indican que dietas elaboradas con base en especies como las estudiadas en el presente experimento, pueden ser un buen suplemento al pasto, para satisfacer los requerimientos de energía y proteína para mantenimiento, ganancia de peso o producción de leche en rumiantes menores.

Muchas especies leñosas tienen un contenido de proteína cruda superior al de muchas gramíneas tropicales; incluso en algunos casos, éste es superior al valor de los concentrados comerciales El Petén, Guatemala (Foto Proyecto OLAFO).

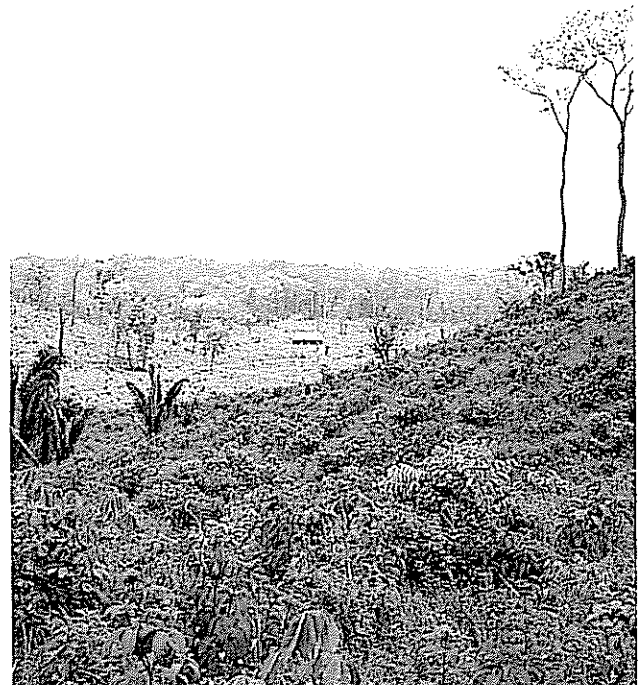
## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Existen especies leñosas en los bosques secundarios, con potencial forrajero para su aprovechamiento en sistemas de producción con rumiantes menores.

Estas especies, por sus cualidades nutricionales y palatabilidad, pueden constituirse en buenos suplementos de la base alimentaria de un sistema de manejo silvo-

pastoril. Asimismo, pueden mejorar la dieta del ganado en pastoreo y aportar un volumen de forraje en los meses de escasez.

Las posibilidades de aprovechamiento de las especies encontradas, están condicionadas a posteriores estudios que determinen con más precisión, su potencial productivo, sus requerimientos de fertilización, sus características de manejo agronómico y su capacidad para obtener con rumiantes, adecuados niveles de producción de leche o carne. □

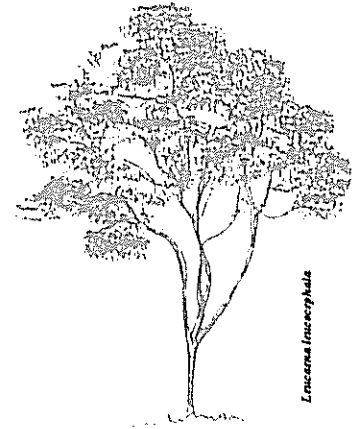


## BIBLIOGRAFIA

- ARAYA, J. 1991. Identificación y caracterización de especies de árboles y arbustos con potencial forrajero en la región de Puriscal, Costa Rica. *In* Reunión Internacional sobre Investigación en Caprinocultura (1, 1991, El Zamorano, Hond ) Memorias Tegucigalpa, Honduras, s n p. irr.
- BATEMAN, J.V. 1970. Nutrición animal: manual de métodos analíticos. México, D F., Méx., Herrero. 468 p.
- BEGON, M.; HARPER, J.L.; TOWNSEND, C.R. 1986. Ecology: individuals, populations and communities. London, G B., Blackwell Scientific Publications p 521-522.
- BENAVIDES, J.E. 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. El Chasqui (C R ) no 25 : 6-36.
- BENAVIDES, J.E. 1992. Agroforestería y alimentación de cabras en América Central. *In* Taller sobre Sistemas Silvopastoriles (1992, Vilcabamba, Ecuador) Memorias. s n t s p. Sin publicar.
- BLAIR, J.G. 1989. The diversity and potential value of shrubs and tree fodders. *In* Workshop on Shrub and Tree Fodders for Farm Animals (1989, Denpasar, Indonesia) Proceedings. Ed. by C Devendra. Ottawa, Canada, IDRC. p. 2-11.
- BUDOWSKY, G. 1983. Manejo de bosque secundario proveniente de un potrero abandonado: una práctica agroforestal secuencial. Turrialba, C.R., CATIE. 5 p. Presentado en: Curso Corto sobre Técnicas Agroforestales (1983, Turrialba, C.R.)
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1992. Pautas para un plan de desarrollo sostenible en un área de uso múltiple de la reserva de la biosfera Maya: Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central. CATIE Serie Técnica Informe Técnico no. 119. 63 p. Sin publicar.
- CHESSON, J. 1983. The estimation and analysis of preference and its relationship to foraging models. Ecology (EE UU ) 64(5) : 1297-1304.
- CURTIS, J.T.; McINTOSH, R.P. 1950. The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters. Ecology (EE UU ) 31(3) : 434-450.
- DEVENDRA, C. 1989. The use of shrubs and tree fodders by ruminants. *In* Workshop on Shrub and Tree Fodders for Farm Animals (1989, Denpasar, Indonesia). Proceedings. Ed. by C Devendra. Ottawa, Canada, IDRC. p. 42-60.
- GÓMEZ-POMPA, A.; RICO, V.M. 1976. Estudio de las primeras etapas sucesionales de una selva alta perennifolia en Veracruz, México. *In* Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Ed. por A. Gómez-Pompa; C. Vázquez-Yanes; S. Del Amo; A. Butanda. México, D.F., Méx., Editorial Continental. p. 641-671.
- GRIEG-SMITH, P. 1983. Quantitative plant ecology. 3 ed. Berkeley, Calif., EE UU., University of California Press. Studies in Ecology. v. 9. 359 p.
- IVORY, D.A. 1989. Major characteristics, agronomic features and nutritional value of shrubs and tree fodders. *In* Workshop on Shrub and tree fodders for farm animals (1989, Denpasar, Indonesia). Proceedings. Ed. by C. Devendra. Ottawa, Canada, IDRC. P. 22-40.
- KIRA, T.; KUMURA, A. 1983. Dry matter production and efficiency in various types of plant canopies. *In* Plant research and agroforestry. Ed. by P.A. Huxley. Nairobi, Kenia, ICRAF. p. 347-364.
- LEONARD, H.J. 1986. Recursos naturales y desarrollo económico en América Central: un perfil ambiental regional. Trad. por G. Budowsky y T. Maldonado. San José, Costa Rica, IIED/CATIE. 267 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1981. Nutrient requirement of goats, angora, dairy and meat goats in temperate and tropical countries. Washington, D.C., EE UU., National Academy Press. 90 p.
- PINEDA, M.O. 1988. Identificación y evaluación de follajes arbóreos en la región de Las Verapaces, potencialmente útiles para la alimentación de rumiantes. Cobán, Gua., Universidad de San Carlos/Centro Universitario del Norte. 26 p.
- TILLEY, J.; TERRY, K. 1963. A two stages techniques for the *in vitro* digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society (G.B.) 18(2) : 131-163.
- TOLEDO, M.V.M. 1976. El ejido y la selva tropical húmeda: una contradicción económica y social. *In* Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Ed. por A. Gómez-Pompa; C. Vázquez-Yanes; S. Del Amo; A. Butanda. México, D.F., Méx., CECOSA. p. 641-671.
- TORRES, F. 1985. El papel de las leñosas perennes en los sistemas silvopastoriles. Turrialba, C.R., CATIE. 121 p.
- VALENCIA, I. 1991. El potencial forrajero de algunas especies leñosas adaptables en la sierra ecuatoriana: reporte preparado para el Proyecto de Apoyo al Sector Forestal. Quito, Ecuador, DESFIL. 13 p.

# Cuantificación de raíces poco profundas. La geometría arbórea facilita la investigación sobre raíces <sup>1</sup>

M. Van Noordwijk <sup>2</sup>  
L.Y. Spek <sup>3</sup>  
P. Purnomosidhi <sup>4</sup>



*Las raíces hacen mucho por las plantas. Proporcionan soporte físico, absorben el agua y los nutrientes, almacenan carbohidratos durante las estaciones frías o secas y producen hormonas. Las raíces más gruesas cercanas al tronco del árbol -llamadas raíces proximales- ayudan a fijar la planta y poseen tejidos de transporte; mientras que las raíces finas toman el agua y los nutrientes.*

*Debido a que la investigación agroforestal está enfocada a las interacciones entre cultivos y árboles, la mayoría de nuestra atención debe dirigirse hacia las raíces finas. La competencia por agua y nutrientes depende de la distribución relativa de las raíces finas, tanto de los árboles como de los cultivos.*

*Si el número de raíces finas, especialmente aquellas en la capa superficial del suelo, se puede predecir con bastante exactitud, a partir del diámetro y orientación de las raíces gruesas cercanas al tronco; entonces los estudios sobre raíces requerirán mucho menos mano de obra y serán menos destructivos que los métodos estándares utilizados de zanjeo y excavado profundo.*

Los investigadores han realizado un gran esfuerzo para cuantificar los sistemas radicales finos de los árboles que son utilizados en agroforestería alrededor del mundo.

Existen dos formas estándares para determinar los parámetros radicales. Una es medir todas las raíces de una sola planta; la otra es muestrear raíces en un volumen de suelo conocido y extrapolarlo al volumen de suelo de la planta. Para cultivos anuales sembrados con un patrón de siembra regular, ambas formas son posibles, pero en poblaciones vegetales agroforestales, el primer enfoque es casi imposible debido a que los sistemas radicales son demasiado grandes. Para árboles forestales que estén espaciados en

forma regular, los investigadores normalmente utilizan el segundo método. Sin embargo, se requiere de mano de obra intensiva; ya que los sistemas radicales se pueden extender por grandes áreas -hasta 50 m del tronco- por lo tanto, se debe muestrear un alto volumen. Además, la distribución radical tiende a ser irregular, por lo que existe gran variabilidad entre las muestras y se requiere de un gran número de muestras de repetición. En los sistemas agroforestales, que son más diversos y con un espaciamiento de árboles menos regular que en las plantaciones, el número de posiciones muestrales aumenta rápidamente.

<sup>1</sup> Traducido de Agroforestry Today, Abril-Jun. 1995, v. 8 no. 2, por Ariadne Jiménez, CAIIE.

<sup>2</sup> Meine van Noordwijk es especialista en suelos, trabaja con ICRAF en el Sudeste de Asia, P.O. Box 161, Bogor 16001, Indonesia; FAX: (62 251) 315 567.

<sup>3</sup> Louise Spek trabaja para la Universidad de Utrecht, Holanda

<sup>4</sup> Pratikno Purnomosidhi trabaja con ICRAF, en el Sudeste de Asia.

## LAS RAÍCES Y LA PRODUCCIÓN DE RAÍCES SECUNDARIAS

En el siglo XV, Leonardo da Vinci sostuvo que el área de superficie de un corte transversal del tronco principal, es igual a la suma del área de superficie del corte transversal de las ramas del árbol. Esta regla sencilla de geometría, podría indicar una resistencia constante al flujo de agua en el tronco principal, las ramas grandes o pequeñas. Para los troncos de los árboles, los requisitos de estabilidad y fortaleza pueden ser tan relevantes como la capacidad de transporte de agua, a la hora de determinar los diámetros del tronco. Una regla similar podría ser aplicada a los sistemas radicales, pero primero debemos probar esta suposición.

En la medición forestal hay una norma similar, donde la biomasa arbórea sobre el suelo puede ser estimada con razonable exactitud, a partir de mediciones del diámetro del tronco a una altura estandarizada. También se han realizado algunos intentos para relacionar la biomasa radical con el diámetro a la altura del pecho, pero esas relaciones probablemente dependan de la especie arbórea y del sitio. Puede resultar más seguro establecer primero relaciones en una raíz, con raíces secundarias individualmente, entre el diámetro cercano al tronco y el tamaño total, y buscar más adelante relaciones entre el rebrote y la suma de todas las raíces. Groot y Soumaré (1995) encontraron una relación empírica entre el diámetro de la raíz proximal y el largo del eje radical.

Estamos desarrollando y probando un nuevo método que deberá, como lo indicamos en el título de este artículo, simplificar y acelerar la investigación en raíces (van Noordwijk y

Purnomsidhi, en preparación).

Un engrosamiento secundario de las raíces ocurre en respuesta a la necesidad de transportar tejido, dondequiera que se desarrollen raíces finas. Si la disminución del diámetro de una raíz, con raíces secundarias, desde la base del tronco (diámetro mayor) a las puntas de las raíces más finas, sigue la regla que hipotetizó Da Vinci -que si la suma del área en un corte transversal (o su diámetro al cuadrado) permanece constante, podemos utilizar un modelo fractal<sup>6</sup>. Fractal se refiere a la unidad básica de forma o figura, con independencia del tamaño, edad o posición.

Un modelo fractal contiene reglas esenciales de información sobre la producción de raíces secundarias requeridas para reconstruir el patrón completo. Si se pueden definir patrones de producción de raíces secundarias reales de esta manera, la medición del diámetro radical proximal en la base del tronco y las reglas de producción de raíces secundarias, como se observan en cualquier parte del sistema radical, serían suficientes para predecir el largo total de la raíz, la distribución del diámetro de ésta y su largo por unidad de peso seco (largo de raíz específico).

Desarrollamos una ecuación para derivar la relación entre el tamaño total del sistema radical y el diámetro de las raíces proximales, para dos patrones de producción de raíces secundarias: dicótomo y espinapez (Spek y van Noordwijk 1994; van Noordwijk *et al.*, 1994). Para predecir el largo total de la raíz a partir del diámetro de la raíz proximal, la información básica requerida para las ecuaciones son los largos del internudo, como una función del diámetro de la raíz y el factor de proporcionalidad ( $\alpha$ ) entre las superficies de las áreas en un corte transversal, tanto antes como después de la producción de raíces secundarias. Para determinar la longitud de la raíz más larga, se requiere mayor información sobre las reglas de producción de raíces secundarias, especialmente sobre el tamaño relativo del eje principal y de las raíces secundarias.



<sup>6</sup> Fractal = Dícese de figuras geométricas virtuales, formada por un número infinito de elementos infinitamente pequeños, contenidos en una superficie finita. Se pueden representar con la ayuda de ordenadores, siguiendo determinados algoritmos. Así llega a ponerse de manifiesto la regularidad oculta de modelos de fenómenos naturales que aparentemente son desordenados.

## LA TEORÍA EN PRÁCTICA

Desarrollamos un protocolo para la investigación en raíces, basado en los diámetros de la raíz proximal (Caja 1) y para pruebas asumiendo la producción fractal de raíces secundarias como tal (Caja 2).

Sometimos a prueba el método en un estudio preliminar de los sistemas radicales de 18 árboles en Lampung Norte, en Indonesia, en un suelo Ultisol ácido. La mayoría de los árboles se encontraban en un huerto casero y tenían aproximadamente seis años. No encontramos una relación significativa entre el diámetro de la raíz y  $\alpha$  para ninguno de los árboles que fueron estudiados, confirmando que la producción de raíces secundarias es similar para todos los tamaños de raíces.

Encontramos diferencias considerables entre los sistemas radicales de varios árboles, en el valor promedio del factor de proporcionalidad. Hubo mucho menos variación en los patrones tronco-producción de raíces secundarias de los mismos árboles; por lo tanto, los patrones radicales no pueden predecirse a partir de la producción de raíces secundarias del tronco.

El porcentaje de las raíces arbóreas verticales, expresado como la suma del diámetro de las raíces proximales al cuadrado, osciló entre el 11 % y el 85 % (Cuadro 1). Hubo una clara relación entre la suma de los diámetros radicales al cuadrado y el cuadrado del diámetro del tronco a la altura del pecho. La suma de los diámetros de las raíces proximales al cuadrado fue de 50-200%, del diámetro del tronco a la altura del pecho.

Podemos entonces utilizar el diámetro del tronco para obtener un índice de raíces

poco profundas, dividiendo la suma de los cuadrados entre el diámetro del tronco al cuadrado. Este índice será independiente -o casi independiente- del tamaño del árbol; en nuestra investigación su valor osciló entre 0.14 y 2.13 (Cuadro 1). *Leucaena* fue el árbol con el índice más alto de raíces poco profundas en este suelo ácido; el mango tuvo el índice más bajo.

Si el patrón de raíz-producción de raíces secundarias, está relacionado con la función de las raíces del árbol, el método de raíz fractal proporcionará una prueba simple para la investigación en raíces. Los científicos del ICRAF están utilizando actualmente una combinación de la producción de raíces secundarias fractales y mediciones directas de captación de agua, por medio de un medidor de flujo de sabia metros, en raíces individuales (Ong y Khan, 1993). Existe también la necesidad de determinar la sostenibilidad de la producción de raíces secundarias fractales, de acuerdo al tipo de suelo, precipitación y régimen de poda.



**Cuadro 1.** Patrones radicales de algunos árboles de uso múltiple en un suelo ácido, en Lampung, Indonesia: estudio preliminar de árboles de 5-7 años (en su mayoría en huertos caseros).

ESPECIES	Raíz: $\Sigma$ raíz radio área basal, A	Tronco: $\Sigma$ raíz, radio área basal, B	Índice de raíces poco profundas (1-A)/B
<i>Leucaena leucocephala</i>	0.17	0.39	2.10
<i>Parkia speciosa</i>	0.23	0.46	1.60
<i>Psidium guajava</i>	0.11	0.74	1.20
<i>Gliricidia sepium</i>	0.18	0.94	0.87
<i>Ceiba pentandra</i>	0.45	0.95	0.58
<i>Gnetum gnemon</i>	0.15	1.53	0.56
<i>Calliandra calothyrsus</i>	0.75	0.64	0.39
<i>Peltophorum dasyrachis</i>	0.74	0.69	0.38
<i>Durio zibethinus</i>	0.75	1.14	0.22
<i>Artocarpus integer</i>	0.84	0.86	0.10
<i>Mangifera indica</i>	0.85	1.04	0.14



**Caja 1**

**RAÍCES PROXIMALES E ÍNDICE DE RAÍCES POCO PROFUNDAS**

1. Excave cuidadosamente la primera parte de las raíces proximales en la base del tronco (Figura 1). Para un árbol pequeño, una media esfera de 0.3-m puede ser suficiente, para árboles más grandes se requiere una media esfera de 0.5- a 1-m. Mientras se está excavando, todas las raíces principales deben dejarse intactas; no se puede evitar la destrucción de la mayoría de las raíces finas. Verifique raíces "sinker" (raíces orientadas verticalmente iniciando en raíces horizontales, a menudo cercanas al tronco del árbol, que profundizan).
2. Mida el diámetro de todas las raíces proximales -aquellas raíces originando en la base del tronco o laterales de la parte superior de la raíz pivotante- y clasifíquelas por su orientación (ángulo con un plano horizontal). Las mediciones de los diámetros de las raíces deben hacerse fuera del rango del engrosamiento obvio, cercano al punto donde nacen las raíces secundarias o raíces tablares (éstas normalmente disminuyen rápidamente).
3. Mida el diámetro del tronco (sea como un diámetro "collar de la raíz" -a la base- o el diámetro del tronco a la altura del pecho, dependiendo del tamaño del árbol).
4. Calcule la suma de los cuadrados de los diámetros de las raíces para las raíces con una orientación horizontal (ángulo menor a 45°),  $\sum D_h^2$ , y vertical  $\sum D_v^2$ .
5. Un índice tentativo de raíces poco profundas es entonces calculado como  $D_t^2 / \sum D_h^2$ .

**Caja 2**

**PRUEBA DE LA CARACTERÍSTICA FRACTAL DE LA PRODUCCIÓN DE RAÍCES SECUNDARIAS RADICAL Y MEDICIÓN DE PARÁMETROS MODELO**

Exponga parte del sistema radical rastreando las raíces desde la base del tronco. Para cada punto de nacimiento de raíces secundarias donde ambos internudos, previo y subsecuente, han sido expuestos, mida su diámetro y largo. Un formulario para el registro de datos y el programa Genstat 5 para el análisis de los datos, puede obtenerse de los autores. El programa primero clasifica las raíces pertenecientes a un internudo común previo y calcula el parámetro  $\alpha$ . Luego, se analiza la regresión de  $\alpha$  y el largo de la unión en el diámetro de la raíz. Si ninguna de estas regresiones tiene un sesgo estadísticamente significativo, se corroboran las suposiciones básicas de los modelos fractales de producción de raíces secundarias. El valor promedio  $\alpha$  y el largo del internudo, pueden ahora ser utilizados en las ecuaciones para largo total, área de superficie y volumen, dadas por van Noordwijk *et al.* (1994); si alguna de estas regresiones tiene un sesgo significativo, se tendrán que desarrollar ecuaciones modificadas, por ejemplo el modelo numérico dado por Spek y van Noordwijk (1994). □

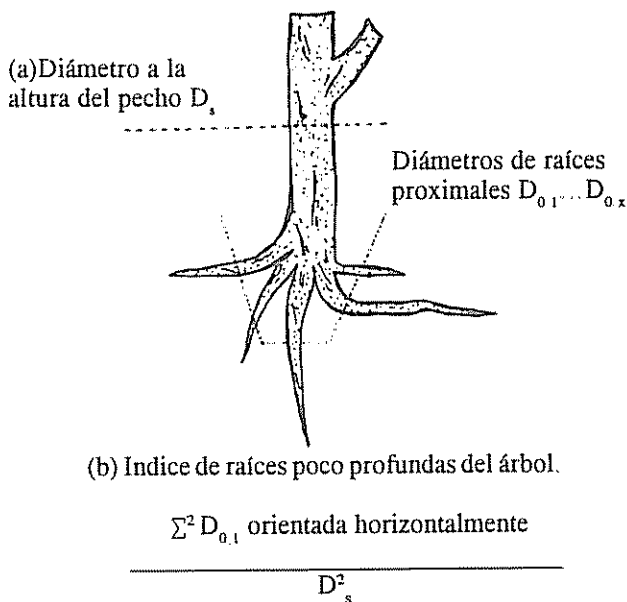


Figura 1. Comparación del diámetro del tronco a la altura del pecho y diámetros de raíces proximales de un árbol: (a) un índice tentativo de la competitividad de las raíces que puede ser derivado a partir de cada punto del nacimiento de las raíces secundarias; (b) cálculo del índice de raíces poco profundas

**REFERENCIAS**

GROOT J., J.R.; SOUMARÉ A. 1995 The roots of the matter: soil quality and tree roots in the Sahel. *Agroforestry Today (Kenia)* 7(1):9-11.

ONG, C.K.; KHAN, A.A.H. 1993 The direct measurement of water supply uptake by individual tree roots. *Agroforestry Today (Kenia)* 5(4) : 2-4.

SPEK, L.Y.; VAN NOORDWIJK, M. 1994. Proximal root diameters as predictors of total root system size for fractal branching models. 2. Numerical model. *Plant and Soil (EE UU)* 164 : 119-127.

NOORDWIJK, M. VAN; PURNOMOSIDHI, P. 1995. Root architecture in relations to tree-soil-crop interactions and shoot pruning in agroforestry. *Agroforestry Systems. (Holanda)* 30(1-2) : 161-173.

NOORDWIJK, M. VAN; SPEK L.Y.; WILLIGEN, P. 1994. Proximal roots diameters as predictors of total root system size for fractal branching models. 1. Theory. *Plant and Soil (EE UU)* 164 : 101-117.

## ¿ Cómo Hacerlo ?

# GUAYABA EN POTREROS: ESTABLECIMIENTO DE CERCAS VIVAS Y RECUPERACIÓN DE PASTURAS DEGRADADAS <sup>1</sup>

Eduardo Somarriba <sup>2</sup>

La adaptación de guayaba (*Psidium guajava* L.) al ambiente de los potreros permite utilizarla en cercas vivas o para recuperar potreros degradados.

En Costa Rica, es común encontrar potreros "infestados" con árboles de guayaba (*Psidium guajava* L). Estos potreros se encuentran en sitios con más de 2000 mm/año de lluvia, desde el nivel del mar hasta 1100 m de altitud y en una gran variedad de suelos, incluyendo suelos degradados y compactados.

La guayaba es considerada una maleza importante debido a que:

1) El ganado (además del hombre y las aves) dispersa las semillas y favorece el establecimiento de las plántulas (Somarriba, 1985b, 1986),

2) Los árboles rebrotan fácilmente, dificultando su erradicación en forma mecánica,

3) El ganado no consume el follaje de guayaba, lo cual favorece la sobrevivencia y desarrollo de los árboles,



El ganado no consume el follaje de guayaba sólo sus frutos, lo que favorece la sobrevivencia y desarrollo de los árboles (Foto E. Somarriba)

4) Las plántulas sobreviven a la intensa competencia radicular del pasto y al constante pisoteo del ganado (Somarriba, 1988a),

5) En rodales muy densos, la sombra de los árboles reduce el crecimiento del pasto y modifica desfavorablemente la composición botánica de la pastura (Somarriba, 1988b).

<sup>1</sup> Investigación realizada por el Proyecto Agroforestal UNU - CATIE.

<sup>2</sup> Profesor, investigador Apdo Postal 108 CATIE, Turrialba. Costa Rica Fax: (506) 556 1891 Email: Esomarri@catie.ac.cr

En contraste, los árboles de guayaba producen leña de excelente calidad (Somarriba y Beer, 1985) y fruta para consumo animal o venta (Somarriba, 1985ab).

La agresividad y rusticidad de las plántulas de guayaba pueden aprovecharse para el establecimiento de cercas vivas, que además de delimitar potreros y propiedades producen leña y frutos.

El Sr. Teodomilton Guerra, un pequeño ganadero en Guabito, Changuinola, Panamá (10 m elevación, precipitación 2500 mm/año, suelos aluviales fértiles), asegura que las cercas vivas de guayaba son una mejor opción que las leguminosas comúnmente recomendadas para ese fin (poró blanco, *Erythrina fusca*; madero negro, *Gliricidia sepium*; y poró gigante, *E. poeppigiana*). Según este finquero, la guayaba no es dañada por el ganado, crece bien en el pastizal y tanto su leña como sus frutos pueden comercializarse fácilmente (a diferencia del poró blanco y el poró gigante). Por otro lado, esta especie no se "traga" el alambre de púas y las cercas tienen una longevidad de más de 25 años.

*"La agresividad y rusticidad de las plántulas de guayaba pueden aprovecharse para el establecimiento de cercas vivas, que además de delimitar potreros y propiedades, producen leña y frutos."*

La cerca se establece fácilmente mediante "pedazos de boñiga" conteniendo plántulas de guayaba, los cuales son depositados sobre el pasto, a lo largo de la cerca. Cuando los arbolitos tienen entre 10-20 cm de altura, se ralea dejando una sola planta. Durante los siguientes dos años, se hacen algunas podas hasta 1.5 m de altura para asegurar un tronco libre que facilite el manejo del alambre, el cual puede sujetarse a los árboles a los dos años de edad.

La transformación de pastizales improductivos en áreas reforestadas es un tema de actualidad y la utilización del potencial invasor de los árboles de guayaba, podría aprovecharse para este fin.

Parece factible obtener en 4-5 años, rodales puros y densos de guayaba, "infestando" los pastizales a recuperar mediante la oferta de frutas al ganado ( unos 11 kg/ animal/día).



Plántulas de guayaba crecen en la boñiga, facilitando su reproducción (Foto E. Somarriba).

*"La transformación de pastizales improductivos en áreas reforestadas es un tema de actualidad y la utilización del potencial invasor de los árboles de guayaba, podría aprovecharse para este fin".*



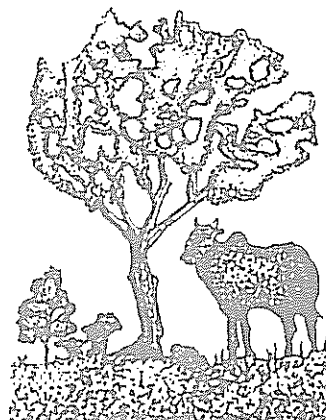
Los árboles de guayaba rebrotan fácilmente, lo que garantiza la obtención de leña y de material para reproducir (Foto E. Somarriba)

Se ha observado, que posterior al abandono de un potrero con árboles de guayaba, se desarrolla un "charral" dominado casi exclusivamente por esta especie. El sotobosque no contiene plántulas de guayaba, quizás indicando la incapacidad de esta especie de establecerse bajo la sombra de árboles de la misma especie.

¿Pero, cuán persistentes son estos charrales? ¿Que vegetación desarrolla posteriormente? No conocemos estas respuestas, pero es posible visualizar estos charrales de guayaba como una vegetación transitoria, productora de madera y fruta, que puede manipularse para el establecimiento de otras coberturas. Por ejemplo, si la idea es establecer plantaciones forestales para la producción de madera, se podrían abrir "callejones" en el charral para "enriquecerlo" con especies valiosas. Si se desea controlar erosión, fijar carbono atmosférico o regular el escurrimiento superficial (como parte de un manejo de agua a nivel de la cuenca) se puede dejar el charral sin manipulación de ningún tipo. □

## BIBLIOGRAFIA

- SOMARRIBA, E. 1985a. Árboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) en pastizales. 1. Producción de fruta y potencial de dispersión de semillas. Turrialba 35 (3) : 289-295.
- SOMARRIBA, E. 1985b. Árboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) en pastizales. 2. Consumo de fruta y dispersión de semillas. Turrialba 35 (4) : 329-332.
- SOMARRIBA, E.; BEER, J. 1985. Árboles de guayaba (*Psidium guajava* L.) en pastizales. 3. Producción de leña. Turrialba 35 (4) : 333-338.
- SOMARRIBA, E. 1986. Effects of livestock on seed germination of guava (*Psidium guajava* L.). Agroforestry Systems (Holanda) 4 : 233-238.
- SOMARRIBA, E. 1988a. Guava (*Psidium guajava* L.) trees in a pasture: population model, sensitivity analyses and applications. Agroforestry Systems (Holanda) 6 (1) : 3-17.
- SOMARRIBA, E. 1988b. Pasture growth and floristic composition under the shade of guava (*Psidium guajava* L.) trees in Costa Rica. Agroforestry Systems (Holanda) 6 : 153-162.



## Noticias Agroforestales

### INICIA PROGRAMA PARA EL DESARROLLO AGROFORESTAL DEL SUR DEL ESTADO ARAGUA, VENEZUELA

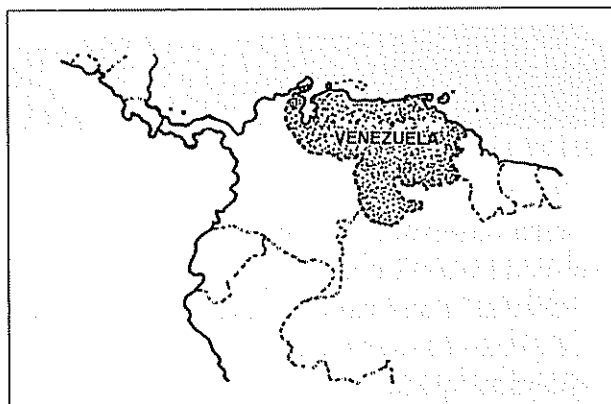
La Fundación para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología del Estado Aragua (Venezuela), coordinará un programa de desarrollo sustentable en la parte sur del estado, basado fundamentalmente, en la promoción del desarrollo humano a través de actividades agroforestales.

El componente básico principal lo constituirá la producción de maderas, tanto finas como para pulpa de papel, leña, carbón, postes, frutas y alimentos para animales.

La diversidad de actividades y especies propuestas responden a la necesidad de tener diferentes alternativas de producción, dada la amplia gama de condiciones agroecológicas del sur de Aragua. De esta forma será posible diversificar la producción y estabilizar el ingreso familiar, al mantener cosechas durante todo el año, ofreciendo una gama más amplia de productos al campesino para comercializar y contribuyendo con la consolidación de las unidades de producción, minimizando riesgos y permitiendo un uso más eficiente de los recursos disponibles.

En las figuras 1 y 2 se observan el Estado de Aragua y el área a desarrollar por el proyecto, respectivamente. El programa comprenderá unas 385.000 hectáreas de diversas condiciones agroecológicas, por lo que se plantean distintas alternativas que van desde modelos similares al Taungya, hasta plantaciones monoespecíficas forestales.

Para este programa FUNDACITE-Aragua, se ha planteado dos etapas: la primera consistió en la elaboración del perfil del programa y la consolidación del equipo interinstitucional de trabajo, que apoyará la propuesta de financiamiento ante el Pro-



grama de Cooperación técnica de la FAO. Solo queda integrar un grupo de profesionales de FUNDACITE-Aragua, la Gobernación del Estado Aragua, el Ministerio de Agricultura y Crfa, el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables y la Corporación para el Desarrollo del Centro del país; así como la presentación de la versión final de la propuesta, a la FAO.

La segunda etapa se inició a finales de 1995 y comprende la elaboración del programa en profundidad, con todos sus elementos técnicos, financieros, sociales y económicos. Este programa será presentado a los organismos multilaterales de financiamiento, para su estudio. La idea ha sido expuesta en diversos escenarios y existe mucha expectativa sobre su realización, sobre todo por sus objetivos que incluyen el desarrollo agroforestal del sur del Estado desde un enfoque sustentable; reducción de la pobreza crítica que vive gran parte de los habitantes de esa zona; un uso más eficiente de los recursos suelo-agua. También se quiere promover la conservación de las cuencas de las aguas superficiales ubicadas en el área a desarrollar, las cuales constituyen la principal fuente de abastecimiento de agua potable de la capital de la república, Caracas.

Para mayor información escriba a: MSc. Catalina Ramos. Coordinadora Programa Agroforestal. FUNDACITE ARAGUA, Av. Las Delicias diagonal al Museo Aeronáutico, frente al Museo de Arte. Maracay, Estado Aragua. Telefax: 043-331421. Email: caramos@dino.conicit.ve



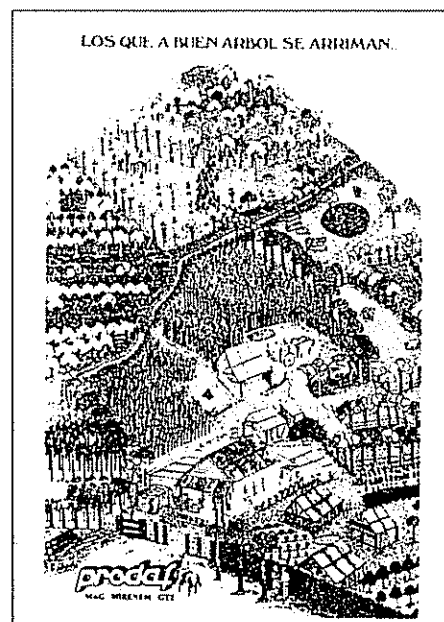
## MATERIALES DIDACTICOS SOBRE RECURSOS NATURALES

La exposición de problemas y sus soluciones presentados de una manera sencilla y práctica, fue la meta que se propuso la Fundación Ecotrópica de Costa Rica, continuando el proceso iniciado por PRODAF, en la elaboración de materiales didácticos destinados a fortalecer el trabajo de capacitación y extensión de técnicos, en el área de manejo de cuencas y recursos naturales de la región.

El primer paquete llamado "Juegos Ecológicos", consiste en varios rompecabezas que vienen en dos tamaños: grande y pequeño. Estos rompecabezas abarcan los siguientes temas: Manejo de cuencas hidrográficas a US\$61 (US\$7 el pequeño); Sistemas Silvopastoriles US\$27 (US\$7 el pequeño); Uso y manejo de suelos US\$25 (US\$7 el pequeño) y Planificación de finca US\$37 (US\$7 el pequeño).

El segundo paquete consta de varias láminas reflexivas con sus respectivas guías técnicas en tamaño grande e incluye los temas: Cafetal arbolado US\$25; Cultivo de cítricos US\$27; Cortina tapavientos US\$33 y "Sembrando para el futuro" a US\$30, en formato VHS. El primer video se titula "Sembrando en las escuelas" y presenta el desarrollo de un programa de educación ambiental (8 minutos duración). Le sigue "Sembrando para el futuro", donde se presenta la acción de una comunidad que se une para manejar sus recursos naturales (14:10 minutos). "Del bosque a la finca" es el tercer video que plantea desde la perspectiva de los agricultores y ganaderos, el desarrollo de sistemas agroforestales como una vía intermedia entre el monocultivo y el bosque nativo (15 minutos).

Finalmente, el último video muestra el proceso de comunicación y producción de materiales didácticos gráficos, desde el punto de vista grupal, de ahí su nombre "Así lo vemos nosotros" (11 minutos de duración).



Además, han publicado "Nuestro congreso", un manual para el desarrollo de diagnósticos rurales participativos y "Los que a buen árbol se arriman", que constituye la experiencia desplegada por el Proyecto de Desarrollo Agrícola Forestal, PROFAF.

Si está interesado en adquirir alguno de estos materiales comuníquese con la: **Fundación Ecotrópica. Telefax (506) 416 6359. Apdo. Postal 60-6600 Puriscal, San José, Costa Rica.**

## BIBLIOGRAFIA SOBRE MANEJO DE BOSQUES NATURALES EN EL NEOTROPICO

El Centro Internacional de Investigación Forestal (CIFOR) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), iniciaron a mediados de este año la preparación de una bibliografía sobre temas relacionado con el manejo de los bosques naturales en la América Tropical. Esta bibliografía estará disponible en publicación impresa y en diskete, a mediados de 1996.

Para esta actividad se contará con la colaboración de varios centros de documentación forestal, tanto dentro como fuera de la región latinoamericana.

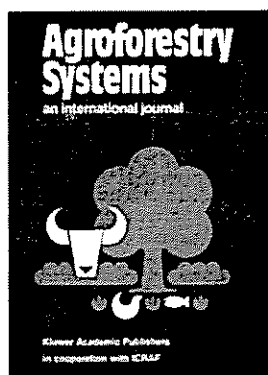
Ambos centros de investigación centraron su esfuerzo para abarcar el grupo de la literatura gris o no

publicada, que representa una elevada proporción de lo que se ha escrito, sobre el manejo de bosques naturales en la región.

Si usted desea obtener mayor información o colaborar aportando referencias relevantes que considera deberían incluirse en la bibliografía, tales como artículos o informes técnicos, descripción de proyectos o programas, manuales, guías de campo, audiovisuales, etc., por favor sírvase tomar contacto con:

**Carlos Granados. Biblioteca Orton/INFORAT. CATIE 7170. Turrialba, Costa Rica. Tel: (506) 556-0858. Fax: (506) 556-0501. Email: cgranado@catie.ac.cr. ❖**

## Reseñas de Libros



### **Agroforestry education and training: the Latin American perspective**

Special issue Agroforestry Systems Journal 28 (1),  
1994/1995. Kluwer Academic Publishers in  
cooperation with ICRAF. P.O.Box 17,3300 AA  
Dordrecht, The Netherlands. NLG 1128.00/USD  
628.00 (4 volúmenes)

Esta publicación contiene las ponencias de algunos de los participantes del mini-taller internacional sobre Educación profesional y entrenamiento agroforestal en América Latina, que tuvo lugar en Taxco, México, en mayo de 1993.

El evento fue organizado por el Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible de la Universidad de Chapingo, México, con el apoyo financiero de la Fundación Rockefeller. A este evento antecedieron otros dos sobre la misma temática que tuvieron lugar en Nairobi, Kenya, en 1982 y en Gainesville (Florida), Estados Unidos, en 1988.

En el primer artículo se postula que existe un vínculo entre lo que se investiga y lo que se enseña. Sobre esta base, los autores prevén un cambio en la educación agroforestal en los próximos años, ya que la investigación básica actualmente en curso obligará a enseñar no sólo lo que funciona (énfasis actual), sino también el cómo funciona (es decir, los mecanismos, interacciones entre componentes, etc.).

El resto de los artículos describen programas de educación y entrenamiento agroforestal en América Latina (algunos de ellos

existentes y otros en gestión). Con especial detalle se presentan los programas de postgrado en CATIE, Costa Rica y de la Universidad de Florida en Gainesville. Se incluyen además, algunos programas que tocan la capacitación y la investigación agroforestal solo en forma colateral.

Con excepción del artículo de J.P. Lassoie *et al.*, los demás artículos son puramente descriptivos. Dada la naturaleza dinámica de la docencia y la capacitación agroforestales, de las fuentes de financiamiento para estos rubros, de los intereses de la comunidad científica, de las ONG's, etc.; es muy probable que los programas aquí descritos ya hayan perdido vigencia. Aparte del valor actuarial de la enumeración de estos programas de enseñanza y capacitación, se termina de leer esta publicación dudando de su utilidad. □

Dr. Eduardo Somarriba  
Investigador y profesor  
de Agroforestería, CATIE

\*\*\*\*\*

## MUJERES DE MAÍZ...

Editorial del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA.  
Apdo. Postal 55-2200 Coronado,  
Costa Rica. Tel (506) 229 02222  
Fax (506) 229 4741.  
Precio: \$ 12.00

"Mujeres de Maíz" es el título de una reciente publicación co-editada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en la cual se resumen los resultados de una investigación iniciada en 1991, en relación con la contribución de la mujer rural a los procesos de producción y comercialización de alimentos.

Particularmente, el documento analiza las posibilidades conferidas por las políticas no gubernamentales en Centroamérica y Panamá para el acceso a la mujer campesina al crédito, a la tierra, la capacitación, la investigación y extensión agrícolas; así como los recursos tecnológicos empleados por la figura femenina en la producción rural alimentaria y su doble papel doméstico y productivo, entre otros aspectos.

Estudios de casos efectuados en Centroamérica dan cuenta de la importancia de las mujeres en la producción y comercialización en las pequeñas unidades de producción. Las mujeres representan al menos el 25% de la fuerza laboral del sector agrícola; su aporte en horas de trabajo agrícola es considerable (considerado en este estudio de medio jornal diario -cuatro horas- el promedio); realizan tareas claves en el ciclo productivo de granos básicos y están al frente de un número creciente y significativo de parcelas, si se considera que el 20% de los hogares rurales están jefeados por mujeres, según las estadísticas oficiales.

El estudio considera que la no participación de las mujeres en el agro incidirá notablemente en el



éxito que puedan tener las políticas agropecuarias en los países de la región.

Esta publicación puede adquirirse en la Sede Central del IICA y en las oficinas del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza: Biblioteca ORTON, Apdo. Postal 7170, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Tel (506) 556 0858, Telex 8005 CATIE, C.R. Fax (506) 556 0501. □