

EL USO DE LOS ARBOLES COMO MEJORADORES DE LOS SUELOS Y DE LA PRODUCTIVIDAD DE LAS GRAMINEAS FORRAJERAS

Marta Hernández

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Matanzas, Cuba**

Uno de los principios básicos de la sostenibilidad en los sistemas agrícolas es devolver los nutrientes extraídos con vistas a mantener una cantidad adecuada de estos en el suelo.

En este sentido, el empleo de fertilizantes minerales ha desempeñado un importante papel. Así, en Cuba durante 1985 la agricultura no cañera aplicó cerca de 1 000 000 de toneladas y el consumo de este insumo fue de 99,4 kg/ha de superficie agrícola, cifra mayor que la empleada en Estados Unidos y México, pero a partir de 1990, debido a las dificultades económicas, su utilización disminuyó bruscamente y solo se empleó un 20-25 % de la cantidad aplicada en condiciones normales (Muñiz, 1997).

En la actividad pecuaria esta situación es más alarmante, ya que desde el año 1992 los pastizales prácticamente no reciben fertilización.

En otros países el uso de fertilizantes también ha decaído notablemente, debido al aumento de los precios. Por ejemplo en Venezuela, donde existen aproximadamente 5 000 000 de hectáreas establecidas de pastos mejorados, solo un 7 % (372,8 ha) se fertilizan (Arriolas, 1992).

La tendencia mundial en los últimos años ha sido la de reducir el uso de fertilizantes minerales, no solo por sus altos costos, sino también por los daños que provoca en la ecología, el potencial productivo de los suelos agrícolas, la calidad de los alimentos y la salud del hombre.

El suelo, como se conoce, es uno de los recursos esenciales para la producción agrícola y está sujeto a los procesos de deterioro debido al mal manejo. Los estudios han demostrado que cuando el suelo ha sido fuertemente erosionado, el rendimiento de las cosechas disminuye desde un 20 hasta un 60 %, comparado con el obtenido en los no erosionados (Massee, 1990).

Cuba, al igual que la mayoría de los países en desarrollo, presenta degradación de los suelos y existen 4,2 millones de hectáreas con problemas de erosión (Febles, Riverol y Treto, 1995).

Por todo lo antes expuesto, es necesario buscar alternativas que promuevan un incremento en los rendimientos y que a su vez no provoquen daños en la fertilidad de los suelos.

En la literatura se plantea que la inclusión de árboles y arbustos (especialmente leguminosos) en los pastizales o en otros cultivos puede ser una buena opción, debido, entre otros aspectos, a su contribución en la disminución de la erosión, el mejoramiento de la fertilidad del suelo a través del aporte de nitrógeno atmosférico y el reciclaje de nutrientes y en el estímulo a la diversidad biológica (Hanson y Cassman, 1994; Sarria, Gómez, Rodríguez, Molina, Molina y Murgueitio, 1994; Libreros, 1995).

En cultivos como el arroz y el maíz, al incluir árboles y aplicar una cantidad menor de fertilizantes minerales, se han informado rendimientos comparables con los obtenidos cuando se aplican las cantidades recomendadas, por lo que los árboles constituyen una opción para economizar fertilizantes, fundamentalmente nitrogenados (Alvarez y Alferez, 1984; Jeyaraman, Purushothaman y Govindaswamy, 1989; Gizachew, 1992).

En esta reseña se tratará el efecto que producen los árboles en la fertilidad de los suelos, así como en la producción y calidad de los pastos y forrajes. El objetivo que se persigue con la inclusión de los árboles es desarrollar sistemas sostenibles de producción que eviten el deterioro del equilibrio ecológico y de la capacidad productiva de los suelos.

Uso de los árboles como mejoradores de la fertilidad del suelo

En sentido general los árboles, provistos de un poderoso sistema radical, son capaces de movilizar los nutrientes minerales necesarios a las plantas y a los animales desde las capas profundas de la tierra e incorporarlos a la superficie, con lo que se alcanza un mayor reciclaje.

De los elementos minerales el N es el que comúnmente limita el crecimiento de las plantas; sin embargo, este puede ser obtenido por medio de procesos naturales, ya sea por fijación del N₂ o mediante el reciclaje.

En este sentido, los árboles leguminosos tienen la ventaja de fijar el N₂ atmosférico mediante los rizobios que viven en simbiosis con sus raíces e incorporarlo a través de la hojarasca y las ramas muertas; ello reviste gran importancia para el trópico si se tiene en cuenta que el 93 % de los suelos de América son deficientes en N, y en el caso particular de Cuba se plantea que el 60,8 % son muy poco productivos y hay 3 000 000 de

hectáreas afectadas por la baja fertilidad (Febles et al., 1995), en los que está presente la deficiencia de nitrógeno.

Según Brewbaker (1987) existen 650 especies de árboles conocidos y se sospecha que esta cifra pueda llegar a varios miles que poseen la capacidad de fijar N₂; las cantidades de nitrógeno fijado varían desde 30 hasta 500 kg de N/ha en dependencia de la especie, el clima y el tipo de suelo. En la tabla 1 se exponen los resultados informados para algunas especies arbóreas.

Tabla 1. Cantidad de N₂ fijado.

Especie	N (kg/ha/año)	Autor
<i>Alnus acuminata</i>	30	Dommergues (1987)
<i>Leucaena leucocephala</i>	500	Dommergues (1987)
<i>Gliricidia sepium</i>	40-200	Gómez, Murgueitio, Molina, Molina, Molina y Molina (1995)
<i>Sesbania sesban</i>	300	Rao (1988)

Como se conoce, el fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos tropicales y limita el desarrollo de los cultivos; sin embargo, los resultados de la literatura confirman que el uso de los árboles también puede contribuir al incremento de este elemento. Ello puede deberse a la interacción con las micorrizas que aumentan la absorción del sistema radical e incrementan la toma de ciertos nutrimentos, especialmente del fósforo.

En este sentido se ha informado que *G. sepium* puede presentar una infección de micorrizas arbusculares en sus raíces que varía entre un 25 y 82 %, lo que le permite desarrollarse bien en suelos con un contenido bajo de fósforo disponible (Kang y Mulongoy, 1987). Byra-Reddy y Bagyaraj (1989) informaron que aproximadamente el 40 % del fertilizante fosfórico puede ser ahorrado si se inocula la leucaena con *Glomus versiforme*.

Un estudio desarrollado en Costa Rica por Paniagua, Kass, Mazzarino, Soto, Szott, Díaz-Romeu, Fernández y Jiménez (1994) demostró que se podía mantener un nivel adecuado de P para la producción de los cultivos con la sola aplicación de ramas y hojas de *Erythrina poeppigiana* y, además, que si conjuntamente se fertilizaba con dosis bajas de P mineral el sistema podía sostenerse durante 20-30 años. Ello resulta importante, especialmente para los países que no tienen fuentes locales de fósforo y deben importar el fertilizante fosfórico a precios altos.

En los sistemas en que está presente el árbol la materia orgánica del suelo se mantiene en niveles satisfactorios para su fertilidad; el reciclaje de las bases en los residuos de los árboles puede reducir la acidez del suelo o frenar el proceso de acidificación, además de controlar la erosión y disminuir las pérdidas de materia orgánica y nutrimentos (Young, 1989).

Gómez (1991), al estudiar en un agrosistema natural en Colombia el efecto de la gliricidia en el suelo y en el reciclaje de nutrientes, encontró que las cantidades recicladas de N, P, K, Ca y Mg fueron: 75,9; 2,5; 25,3; 90,3 y 23,6 kg/ha/año, respectivamente. La composición química del suelo se muestra en la tabla 2; como se puede observar, después de un año la MO se incrementó en 1 %, también aumentaron los contenidos de P y K y en menor medida el Mg; el Ca no presentó diferencias notables.

Estos resultados indican que la hojarasca depositada es una fuente importante de materia orgánica y otros elementos nutritivos que se incorporan al suelo para ser nuevamente utilizados por las plantas.

Las condiciones físicas del suelo también son favorecidas, ya que las raíces de los árboles mejoran su estructura (al romper las capas duras), la porosidad y la capacidad de retención de agua y tienden a reducir la salinidad.

No solamente es importante mejorar las condiciones físicas y químicas de los suelos, sino también las biológicas, ya que la fauna edáfica contribuye a la descomposición de los residuos vegetales; los árboles pueden beneficiar la actividad biológica debido al aporte de materia orgánica (la cual constituye una fuente de energía para el desarrollo de los organismos vivos del suelo), además de proteger al suelo de la luz directa y el calor, lo cual crea un microclima más propicio para su desarrollo biológico.

Los estudios preliminares desarrollados en Cuba para evaluar el aporte del follaje de *Bauhinia purpurea* sobre la macrofauna de un suelo Ferralítico Rojo (Sánchez y Hernández, 1997) mostraron un mayor predominio de los diplópodos, los oligoquetos y los isópodos y además se encontró una mayor cantidad de individuos cuando se incorporó el 100 % del follaje de este árbol. Esto reviste gran importancia si se tiene en cuenta que los oligoquetos (lombrices) son los animales más efectivos para mejorar el suelo.

Tabla 2. Análisis comparativo de suelo
(tomado de Gómez, 1991).

Nutrientes	Años	
	1990	1991
MO (%)	2,61	3,60
P (ppm)	133	152
K (meq/100 g)	1,05	1,28
Ca (meq/100 g)	10,8	9,6
Mg (meq/100 g)	4,3	4,6

Los resultados expuestos avalan lo beneficioso que resultan los árboles en el mantenimiento y mejoramiento de la fertilidad del suelo.

No obstante, para un buen reciclaje de nutrientes se debe tener en cuenta la tasa de descomposición, la cual estará en dependencia de la especie, entre otros factores. En este sentido, las especies con una baja tasa de descomposición de sus hojas y sus tallos (debido a una relación alta C/N) presentan un menor reciclaje de nutrientes, como ocurre con *Cassia siamea* (Sánchez y Moreno, 1992); en el caso de la leucaena la descomposición es rápida.

Si la relación C/N es alta se forma una cobertura muerta en el suelo que contribuye a mejorar su estructura y lo protege del impacto de la lluvia y la radiación solar, además de controlar las malezas y la erosión.

Aporte de nutrientes al sistema

El reciclaje de nutrientes a través de la caída natural del follaje, de las ramas y los frutos o mediante la poda es un aspecto importante, ya que por esta vía se pueden incorporar al suelo minerales como el Ca, K, Mg y S; las cantidades incorporadas estarán en dependencia de la especie y de las condiciones edáficas.

En este sentido, Arguello, Kass y Bermudez (1987) plantearon que el total de nutrientes de las podas de gliricidia comparado con el de *Erythrina poeppigiana* y *Gmelina arborea* contenía más potasio, menos magnesio y una cantidad de calcio intermedia entre el valor de las otras dos especies.

En otro estudio realizado en Filipinas, Friday y Friday (1990) informaron que el follaje de la leucaena tenía un mayor contenido de N que el de la gliricidia (3,7 vs 2,8 %), los cuales fueron empleados como setos vivos en plantaciones de napier (*Pennisetum purpureum*).

Los estudios realizados por Bronstein (1984) en Costa Rica en asociaciones de *E. poeppigiana* y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) mostraron una tasa de crecimiento elevada en la gramínea debido al reciclaje de nutrientes a través de la caída de las hojas del árbol (185,6; 12,2 y 64,1 kg de N, P y K/ha/año, respectivamente).

Los resultados de experimentos realizados a largo plazo en un suelo alfisol degradado de Nigeria demostraron que las parcelas con cultivo en callejón, después de 5 años de un manejo intensivo, presentaron un estado nutricional más elevado que las parcelas sin árboles (Nair, Rao y Fernández, 1994). En Cuba Febles, Ruíz y Simón (1995) informaron que cuando a un pastizal conformado por *Paspalum notatum*, *Andropogon caricosum* e *Hyparrhenia rufa* se le incorporó más de 1 000 árboles de guayabo (*Psidium guajaba*) y 183 árboles de algarrobo (*Samanea saman*), la MO del suelo se elevó de 3,45 a 4,19 %, el nitrógeno ascendió de 5,18 a 6,28 mg/100 g y el fósforo de 0,88 a 2,84 mg/100 g.

Rodríguez y Murgueitio (1995), al analizar un sistema silvopastoril con pasto estrella y *Erythrina fusca*, encontraron un aumento en los niveles de materia orgánica y nitrógeno orgánico al compararlo con los lotes que tenían solamente la gramínea; lo mismo sucedió con el P y el K, por lo que se alcanzó una producción sostenida de forraje sin la aplicación de fertilizantes externos.

En un experimento desarrollado en Costa Rica, mediante la poda anual de *E. poeppigiana* se produjeron 23 t de MS/ha/corte y 331 kg de N, 32 de P, 156 de K, 319 de Ca y 86 kg de Mg (Giraldo et al., citados por Libreros, 1997). Estos valores, particularmente los de N, son adecuados para mantener las áreas forrajeras con una producción aceptable y se encuentran en el rango empleado en Cuba hace algunos años.

La inclusión de los árboles leguminosos en los sistemas ganaderos, como se demuestra por los datos expuestos con anterioridad, aporta al suelo una cantidad significativa de nitrógeno, materia orgánica, así como otros elementos esenciales para el buen desarrollo de los pastizales.

Es importante continuar los estudios del efecto de los árboles en el reciclaje de los nutrientes y su contribución en la fertilidad de los suelos, ya que estos últimos constituyen la base de una agricultura sostenible.

Influencia de los sistemas con árboles en la productividad de las gramíneas

La asociación de árboles leguminosos con gramíneas puede enfocarse de dos formas: en la primera se aprovecha la producción de la gramínea y la del árbol asociado como forraje; mientras que en la segunda el follaje del árbol se emplea como abono verde para la gramínea.

Nitis, Lana, Suarna, Sukanten y Putra (1987), al asociar *G. sepium* con gramíneas y leguminosas rastreras, encontraron un mayor rendimiento en *Cenchrus ciliaris* que en *Panicum maximum*, lo cual atribuyeron a la habilidad del cenchrus para utilizar más eficientemente los nutrientes que este último; además, la gliricidia asociada al cenchrus presentó una mayor formación de nódulos, por lo que el pasto tuvo más N disponible. Estos mismos autores, cuando asociaron la gliricidia con leguminosas herbáceas, hallaron un mayor rendimiento en *Stylosanthes hamata* que en *Centrosema pubescens*, lo cual fue relacionado con el crecimiento menos vigoroso de este último (tabla 3).

Tabla 3. Rendimiento de gramíneas y leguminosas rastreras en asociación con *G. sepium* (tomado de Nitis et al., 1987).

Especies	Rendimiento (g de PS/m ²)	
	Lluvia	Seca
Gramíneas		
<i>C. ciliaris</i>	467,53	600,33
<i>P. maximum</i>	344,58	532,84
Leguminosas		
<i>C. pubescens</i>	144,09	108,29
<i>S. hamata</i>	245,26	351,68

Libreros, Benavides, Kass y Pezo (1993) informaron que en un estudio realizado en Costa Rica sobre un suelo de baja fertilidad, los rendimientos del pasto se incrementaron al aplicar al suelo cantidades crecientes de follaje de poró (*E. poeppigiana*). Además se observó que la sola presencia del árbol, aun sin depositar su follaje, estimulaba una producción de pasto mayor que la obtenida en ausencia de este (tabla 4).

En otro trabajo desarrollado en Pinto, Magdalena, con árboles de guácimo (*Guazuma ulmifolia*), cañahuate (*Tabebuia chrysea*), orejero (*Enterolobium cyclocarpum*) y carbonero (*Senegalia sp.*), se encontró un 91,5 % más de disponibilidad de biomasa de *P. maximum* al compararlo con un testigo sin árboles (Giraldo et al., citado por Libreros, 1997).

La asociación de Green panic con leucaena produjo más forraje verde (120,2 t/ha) y seco (28 t/ha), los cuales fueron más altos en un 8,7 y 4,3 % respectivamente que cuando el pasto fue sembrado puro (Raut y Gill, 1987).

En otro trabajo desarrollado por Raut y Gill (1987a), pero con buffel y bermuda, se comprobó también las ventajas que ofrece la asociación de estas gramíneas con la leucaena, al incrementarse los rendimientos de forraje verde, materia seca y proteína (tabla 5).

Algunos estudios han demostrado que la caña, a pesar de ser una especie heliófita, puede convivir en mezcla con los árboles. En Colombia se han obtenido beneficios adicionales cuando esta crece junto a un árbol que se conoce comúnmente como caracolí (*Anacardium excelsum*). En este sistema se ha observado que las ramas podadas constituyen una fuente de leña para los hornos de los trapiches y/o sirven como combustible para las estufas domésticas; la presencia de los árboles disminuye el daño causado por los vientos al cultivo de la caña, además de propiciar el reciclaje de los nutrientes por la caída natural de las hojas o por la poda de las ramas, que al descomponerse forman un colchón de abono beneficioso para esta gramínea.

Tabla 4. Materia seca depositada, exportada y total de poró y king grass (tomado de Libreros et al., 1993).

MS (t/ha/año)	Testigo sin árboles	Niveles de follaje en el suelo (%)			
		0	33	66	100
Producida					
Poró	-	9,0	8,6	8,2	9,2
Pasto	12,4*	21,0 ^c	20,6 ^c	26,6 ^b	30,3 ^a
Total	12,4*	30,0 ^c	29,2 ^c	34,8 ^b	39,5 ^a
Exportada					
Poró	-	9,0	6,3	2,2	0
Pasto	12,4*	21,0 ^c	20,6 ^c	26,6 ^b	30,3 ^a
Total	12,4*	30,0	26,9	28,3	30,3
Poró depositado	-	0	2,3	6,0	9,2

a,b,c Valores con superíndices no comunes difieren a $P < 0,01$

* Diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento 0 %

Tabla 5. Efecto de la leucaena en los rendimientos de forraje y de proteína (t/ha/año).

Tratamiento	FV			MS			PC
	L	G	L+G	L	G	L+G	
Leucaena	15,7	-	-	4,7	-	-	1,2
Buffel	-	10,8	-	-	2,7	-	0,2
Bermuda	-	15,1	-	-	3,9	-	0,4
Leucaena + buffel	18,5	2,6	21,1	5,5	0,7	6,2	1,5
Leucaena + bermuda	15,7	2,5	18,2	4,7	0,7	5,4	1,3

L: leguminosa

G: gramínea

En la India, Gill y Patil (1985) informaron que la caña puede asociarse con la leucaena, siempre que esta última sea podada a una altura de 50 cm, ya que las podas por encima de este valor afectan marcadamente la producción de dicho cultivo (tabla 6).

Los estudios desarrollados en la EEPF "Indio Hatuey" en guinea asociada a *Leucaena leucocephala*, *Albizia lebbek* y *Bauhinia purpurea* demostraron que los mayores rendimientos se obtuvieron cuando se incorporó el 100 % del follaje de estas arbóreas, además de que se logró una mayor área cubierta por la gramínea. Unido a esto la gramínea mejoró su calidad, ya que el pasto en presencia de los árboles tuvo un mayor contenido de PB que cuando creció en monocultivo (9,6 vs 7,3 %), de acuerdo con los resultados informados por Hernández y Cárdenas (1996).

A partir de los datos expuestos se deduce que en los sistemas silvopastoriles no solo se obtiene un incremento sustancial de los rendimientos, sino que la calidad de la biomasa es mejor (Libreros, 1997a), ya que el contenido de proteína cruda de las gramíneas que crecen bajo los árboles es superior en un 40-75 % al compararlo con el de aquellas que crecen solas, debido a que la sombra, al atenuar la intensidad de la luz y la temperatura foliar de las plantas, modifica el tenor proteico.

Tabla 6. Rendimiento de leucaena y caña.

Tratamientos	MS (t/ha)	
	Leucaena	Caña
Leucaena (sin cortar)	14,9	-
Caña	-	59,8
Leucaena (sin cortar) + caña	14,8	24,0
Leucaena (corte 50 cm) + caña	2,4	44,4
Leucaena (corte 100 cm) + caña	6,7	40,6
Leucaena (corte 150 cm) + caña	7,7	39,7
Leucaena (corte 200 cm) + caña	7,4	29,5

CONCLUSIONES

El empleo de los fertilizantes minerales se ha visto limitado por el incremento de sus precios en el mercado internacional, además de los daños que ocasionan al medio ambiente.

Entre las alternativas para suplir las deficiencias de nutrientes que se presentan en las áreas ganaderas pudieran estar los árboles leguminosos, los cuales mejoran la fertilidad de los suelos e incrementan la productividad de los pastos.

Las ventajas que proporcionan los árboles están relacionadas con la fijación del N₂ atmosférico, el suministro de materia orgánica, el aporte de biomasa forrajera de alto contenido proteico y el reciclaje de nutrientes, además de que mejoran la estructura del suelo, lo protegen del arrastre por el agua y el viento y activan los procesos biológicos.

Las cantidades de N que pueden fijar están entre 30 y 500 kg/ha/año, en dependencia de la especie, el clima y el tipo de suelo.

Entre las arbóreas más utilizadas como abono verde se destacan *L. leucocephala* y *G. sepium*.

A pesar de los resultados alentadores discutidos en esta reseña, aún quedan aspectos del manejo de los árboles que necesitan ser estudiados, con el fin de poder recomendar su empleo a una escala mayor.

CONCLUSIONS

The use of mineral fertilizers has been limited due to the increment of prices in the international market as well as the damages they cause to the environment.

Among the alternatives to supply nutritional deficiencies in livestock areas we could mention the legume trees which are able to improve soil fertility and herbage productivity.

The advantages in using legume trees are related with atmospherical N₂ fixation, organic matter supply, the availability of high proteic forage foliage and nutrient recycle as well as soil structure improvement, soil erosive protection against rain and wind and the activation of biological processes.

The amount of N fixation are considered among 30 and 500 kg of N/ha/year taking into consideration the tree species, climate and soil type.

L. leucocephala and *G. sepium* are considered to be among the most utilized trees for green manure.

In spite of the encouraging results discussed in this review, there are some other management factors with trees which need further studies in order to recommend legume trees for a more extensive scale of use.

REFERENCIAS

- ALVAREZ, F.R. & ALFEREZ, A.C. 1984. The effect of intercropped *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit. as organic fertilizer on the growth and yield of corn. ***Leucaena Research Reports***. 5:59
- ARGUELLO, H.; KASS, D. & BERMUDEZ, W. 1987. Nutrient release from prunnings of *Gliricidia sepium*. In: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: Management and improvement. Proceedings of a Workshop held at CATIE. Turrialba, Costa Rica. ***NFTA Special Publication 87-01***, p. 73
- ARRIOJAS, L.I. 1992. Aspectos relevantes de la fertilización de pastizales. En: Producción e investigación en pastos tropicales. (Ed. Clavero, T.). Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia, Venezuela. p. 43
- BREWBAKER, J. 1987. N fixing species for agroforestry use similar to those of *Gliricidia sepium*. In: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: Management and improvement. Proceedings of a Workshop held at CATIE. Turrialba, Costa Rica. ***NFTA Special Publication 87-01***, p. 223
- BRONSTEIN, G.E. 1984. Producción comparada de una pastura de *Cynodon nlemfuensis* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 110 p.
- BYRA-REDDY, M.S. & BAGYARAJ, D.J. 1989. Phosphate response curves of VA mycorrhiza inoculated and uninoculated leucaena. ***Leucaena Research Reports***. 10:22
- DOMMERGUES, Y.R. 1987. The role of biological nitrogen fixation in agroforestry. In: Agroforestry. A decade of development. (H.A. Steppeler and P.K.R. Nair, Eds.). Nairobi, Kenya. p. 245
- FEBLES, G.; RUIZ, T.E. & SIMON, L. 1995. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvopastoriles a la ganadería tropical y subtropical. Mesas redondas y conferencias. Seminario Científico Internacional XXX Aniversario del Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 55
- FEBLES, J.M.; RIVEROL, M. & TRETO, EOLIA. 1995. Manejo agroecológico de la fertilidad de los suelos en el trópico. Conferencias y mesas redondas. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana, Cuba. p. 11
- FRIDAY, J.B. & FRIDAY, K.S. 1990. Production of foliar biomass in hedgerows in the Philippines. ***Leucaena Research Reports***. 11:115

- GILL, A.S. & PATIL, B.D. 1985. Agro-forestry studies of leucaena with sugarcane. **Leucaena Research Reports**. 6:35
- GIZACHEW, LEMMA. 1992. Leucaena in Ethiopia. Five year's results from Bako Research Centre. **Agroforestry Today**. 4(3):7
- GOMEZ, MARIA E. 1991. Reserva natural El Hatico. CIPAV, Colombia. (Mimeo)
- GOMEZ, MARIA E.; MURGUEITIO, E.; MOLINA, C.H.; MOLINA, C.H.; MOLINA, E.J. & MOLINA, J.P. 1995. I. Matarratón (*Gliricidia sepium*). En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. CIPAV, Colombia. p. 13
- HANSON, R.G. & CASSMAN, K.G. 1994. Soil management and sustainable agriculture in the developing world. 15th World Congress of Soil Science. Acapulco, México. Vol. 7a. Commission VI: Symposia. p. 17
- HERNANDEZ, MARTA & CARDENAS, M. 1996. Empleo de la bauhinia como abono verde en *Panicum maximum*. Resúmenes. Taller Internacional "Los Árboles en los Sistemas de Producción Ganadera". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 96
- JEYERAMAN, S.; PURUSHOTHAMAN, S. & GOVINDASWAMY, M. 1989. Leucaena as a substitute for nitrogen fertilizer in lowland rice (IR-20). **Leucaena Research Reports**. 10:24
- KANG, B.T. & MULONGOY, K. 1987. *Gliricidia sepium* as a source of green manure in a alley cropping system. In: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: Management and improvement. Proceedings of a Workshop held at CATIE, Turrialba, Costa Rica. **NFTA Special Publication 87-01**, p. 44
- LIBREROS, H. 1995. La sostenibilidad y los sistemas de producción agropecuaria: la agroforestería como alternativa. En: Memorias del Seminario Internacional sobre sistemas silvopastoriles. Casos exitosos y su potencial en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia. p. 41
- LIBREROS, H.F. 1997. Los árboles forrajeros en sistemas silvopastoriles. Establecimiento y manejo de árboles asociados con pastos. 2da. Parte. **El Cebú**. No. 296, p. 34
- LIBREROS, H.F. 1997a. Los árboles forrajeros en sistemas silvopastoriles. Una alternativa sostenible en ganaderías tropicales. 1era. Parte. **El Cebú**. No. 295, p. 40
- LIBREROS, H.F.; BENAVIDES, J.E.; KASS, D. & PEZO, D. 1993. Productividad de una plantación asociada de Poró (*Erythrina poeppigiana*) y King Grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*). I. Efecto de la adición de follaje al suelo sobre la producción y calidad de la biomasa. Memorias. II Seminario Centroamericano y del Caribe sobre Agroforestería y Rumiantes Menores. San José, Costa Rica. Vol. 2, p. 82
- MASSEE, T.W. 1990. Simulated erosion and fertilizer effects on winter wheat cropping intermountain dryland area. **Soil Science Society of America. Journal**. 54:1720
- MUÑIZ, O. 1997. Manejo integrado de la nutrición de los cultivos. Resúmenes. IV Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo y Reunión Internacional de Rhizosfera. Matanzas, Cuba. p. 9
- NAIR, P.K.; RAO, M.R. & FERNANDES, E.C. 1994. Tree crop interaction in sustainable agroforestry systems. 15th World Congress of Soil Science. Acapulco, México. Vol. 7a. Commission VI: Symposia. p. 17
- NITIS, I.M.; LANA, K.; SUARNA, M.; SUKANTEN, W. & PUTRA, S. 1987. Growth and yield of *Gliricidia sepium* in association with grass, ground legumes and trees. In: *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: Management and improvement. Proceedings of a Workshop held at CATIE. Turrialba, Costa Rica. **NFTA Special Publication 87-01**, p. 205
- PANIAGUA, AMELIA; KASS, D.L.; MAZZARINO, MARIA J.; SOTO, MARIA L.; SZOTT, L.; DIAZ-ROMEY, R.; FERNANDEZ, C. & JIMENEZ, M. 1994. Cambios en fracciones orgánicas e inorgánicas de fósforo en suelos con el uso de sistemas agroforestales. **Agroforestería en las Américas**. Año 1, No. 2, p. 14
- RAO, D.L.N. 1988. Nitrogen fixation by trees in salt affected soils-principles and applications. In: Advances in management of salt-affected soils. Training Course. CSSRI. Karnal, India
- RAUT, M.S. & GILL, A.S. 1987. I. Intercropping studies in green panic with forage shrubs. **Leucaena Research Reports**. 8:34
- RAUT, M.S. & GILL, A.S. 1987a. II. Forage production in a leucaena-grass intercrop. **Leucaena Research Reports**. 8:35
- RODRIGUEZ, LYLIAN & MURGUEITIO, E. 1995. 3. Género *Erythrina*. En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. CIPAV, Colombia. p. 89
- SANCHEZ, J.F. & MORENO, R. 1992. Adaptation of some leguminous trees for agroforestry use in the north coast of Colombia. **Leucaena Research Reports**. 13:13
- SANCHEZ, SARAY & HERNANDEZ, MARTA. 1997. Efecto del follaje de *Bauhinia purpurea* como abono verde sobre la macrofauna del suelo. Programa y Resúmenes. III Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Universidad Central de Las Villas, Cuba. p. 16
- SARRIA, PATRICIA I.; GOMEZ, MARIA E.; RODRIGUEZ, LYLIAN; MOLINA, J.; MOLINA, C. & MURGUEITIO, E. 1994. Pruebas de campo en el trópico con el uso de biomasa para sistemas integrados y sostenibles de producción animal. CIPAV, Colombia. 39 p.

YOUNG, A. 1989. Ten hypotheses for soil-agroforestry research. *Agroforestry Today*. 1(1):13

Recibido el 15 de diciembre de 1997