

PN-AB#-909
71493

SISTEMAS AGROFORESTALES

Los setos de contorno de plantas perennes leñosas (cultivo en hileras) reducen la erosión, mejoran la estructura del suelo, aumentan el rendimiento de los cultivos alimentarios y producen una cantidad abundante de forraje y leña

S&T/FENR Agroforestación
SERIE N° 12
Habitación 515-D, SA-18
Agencia para el Desarrollo
Internacional
Washington, D.C. 20523
7 de julio de 1987

SISTEMAS AGROFORESTALES

Los setos de contorno de plantas perennes leñosas (cultivo en hileras) reducen la erosión, mejoran la estructura del suelo, aumentan el rendimiento de los cultivos alimentarios y producen una cantidad abundante de forraje y leña

**S&T/FENR Agroforestación
SERIE N° 12
7 de julio de 1987**



**AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL
Estados Unidos de América**

**Escrito por Michael D. Benge, funcionario agroforestal,
Servicio de Ciencia y Tecnología, Oficina de Silvicultura,
Medio Ambiente y Recursos Naturales, Agencia para el Desarrollo
Internacional, Washington, D.C. 20523**

INDICE

	<u>Página</u>
Introducción	5
Setos de contorno	7
Fotografías: Laderas antes áridas y expuestas a la erosión se convierten en sistemas productivos y sostenibles	11
Fotografías: Las raíces primarias de la leucaena penetran y consolidan el suelo y se forman terrazas indirectas	12
TOXICIDAD DE LA MIMOSENA	13
Fotografías: Sistemas agroforestales sostenibles y producción de leña	15
Fotografías: Cabras atadas con un ronzal son alimentadas con leucaena y los arroyos que se habían secado han vuelto a fluir	16
Fotografías: Pela circular de "rodrigones vivos para el ñame"	18
Cultivo en hileras	19
Selección de género/especie	23
Establecimiento y aprovechamiento	26
FINCAS MODELO	26
ESPACIAMIENTO ENTRE SETOS	27
ESPACIAMIENTO ENTRE HILERAS	27
SIEMBRA	28
ADVERTENCIA	29
CANTIDAD DE SEMILLAS	29
Leucaena	30
Fotografía y dibujo: Zanjas de contorno	30

	<u>Página</u>
ESCARIFICACION de la leucaena	31
INOCULACION de la leucaena	32
Gliricidia	33
ESCARIFICACION de la gliricidia	34
INOCULACION de la gliricidia	34
PODA DE SETOS	34
RENDIMIENTO	35
RODRIGONES PARA EL CULTIVO DEL ÑAME	36
Conclusión	38
REFERENCIAS	40
APENDICE I: Película de World Neighbors sobre el entramado en A	
Otras: Publicaciones de la Serie Técnica de S&T/FENR Agroforestación	

SISTEMAS AGROFORESTALES

Los setos de contorno de plantas perennes leñosas (cultivo en hileras) reducen la erosión, mejoran la estructura del suelo, aumentan el rendimiento de los cultivos alimentarios y producen una cantidad abundante de forraje y leña*

Introducción

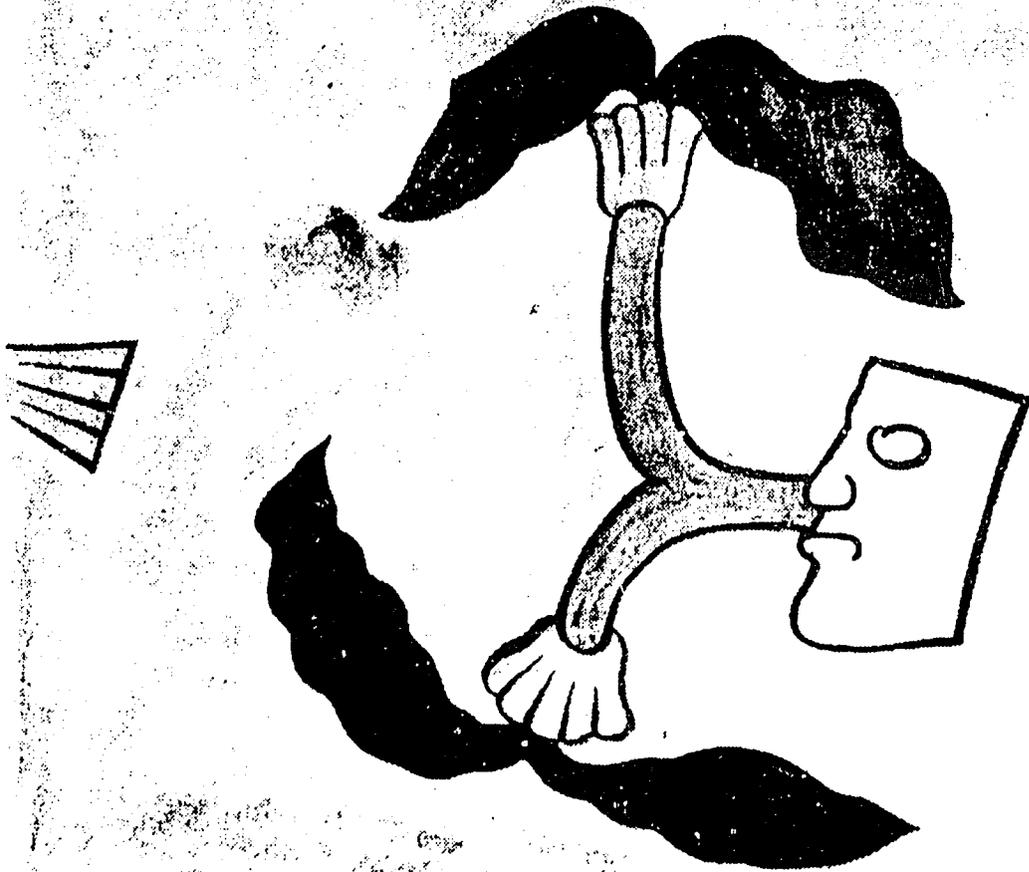
Los sistemas agroforestales que utilizan plantas perennes leñosas fijadoras de nitrógeno, tales como la Leucaena leucocephala y la Gliricidia sepium, sembradas en setos de contorno en las laderas (o en hileras en terrenos llanos), han demostrado ser un método barato y eficaz para controlar la erosión del suelo, mejorar su estructura y aumentar el rendimiento de los cultivos. Al mismo tiempo, estos sistemas producen una cantidad abundante de forraje y leña.

Según investigaciones realizadas en el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), en Ibadán, Nigeria, la Leucaena leucocephala (leucaena) cultivada en hileras --cortada e incorporada al suelo como abono vegetal-- triplicó la producción de maíz en un periodo de cinco años en comparación con las parcelas experimentales cuyo suelo no recibió ningún abono. Sólo agregando una cantidad, poco

*Por Michael D. Benge, funcionario agroforestal, Servicio de Ciencia y Tecnología, Oficina de Silvicultura, Medio Ambiente y Recursos Naturales, Agencia para el Desarrollo Internacional, Washington, D.C. 20523. El presente informe es una versión revisada de Agro-forestation Systems Using Leucaena as Erosion Control Barriers, que se publicó en 1980.

económica, de abono químico (nitrógeno) se podían obtener cosechas equivalentes (IITA, 1986). A pesar de que los setos de plantas perennes leñosas ocupan espacio que normalmente ocuparían los cultivos de plantas alimentarias, el rendimiento sostenido y más elevado de los cultivos alimentarios, además del abundante forraje y leña que se produce en estos sistemas, compensa con creces esa pérdida de espacio.

Estos tipos de sistemas agroforestales no son nuevos; se cree que los aztecas, los nahuas y otras civilizaciones en Centroamérica --cuyo alimento principal era el maíz-- empleaban sistemas similares con el fin de proporcionar elementos nutritivos para mantener la producción y controlar la erosión en las laderas empinadas que cultivaban. Esto también sentó las bases para el rebrote forestal después de la caída de sus civilizaciones. Ambientes similares que se han cultivado continuamente, casi nunca experimentan un rebrote forestal. La Leucaena leucocephala desempeñó un papel tan importante en esas civilizaciones que fue representada en pictografías.



Primera mención de la leucaena: México, región centro-occidental, hacia el año 1550 a. de J. C. Pictografía náhuatl (azteca) que representa un "uazin", que significa "lugar donde crece la leucaena" (Academia Nacional de Ciencias, 1977).

Según Djikman (1950), a principios del siglo XIX la Leucaena leucocephala ya se reconocía en Indonesia como un cultivo protector del café y la teca, rico en elementos nutritivos. Según las investigaciones, en esa región se registró un aumento de casi el 100% en el crecimiento de la teca cuando se plantaba junto con la leucaena, en comparación con las parcelas experimentales plantadas sólo con teca. La leucaena, con su sistema de raíces profundas, se puede comparar con una bomba que atrae elementos nutritivos de las capas de tierra inferiores a las que la mayoría de las plantas no pueden llegar, transfiriéndolos a las hojas e incorporándolos al mantillo cuando se descomponen las hojas secas.

En 1923, en Naalad, un pequeño barrio de las Filipinas, se comenzó a utilizar la leucaena como un cultivo protector rotativo en barbecho, para terracear laderas empinadas y como capa vegetal protectora para aumentar y sostener el rendimiento de tabaco, maíz, cebolla y otros cultivos. La producción agrícola es mucho más elevada en Naalad que en otras aldeas cercanas (Benge, 1977).

Setos de contorno

El primer proyecto conocido en el que se empleó la leucaena en setos de contorno (cultivo en hileras) para controlar la erosión en laderas y aumentar la producción de maíz lo llevó a

cabo, en 1953, el Servicio de Conservación de Suelos en Alabang, Rizal, Filipinas. Una variedad común de leucaena --menos productiva que las nuevas variedades gigantes de alto rendimiento-- se plantó con una variedad local de maíz en varias pendientes muy erosionadas de más de 25% con suelos desprovistos de materia orgánica. Se plantaron hileras dobles de leucaena, espaciadas 10 cm. entre las hileras y 10 cm. en la hilera, con 1 metro de separación en el contorno de la ladera y se sembró maíz entre los setos; la leucaena se podó cada 2 meses y el material de poda se colocó entre los setos para que se descompusiera. El cultivo intercalado continuo de maíz se realizó a lo largo de un periodo de 4 años. El rendimiento de maíz aumentó en un 380% en comparación con la parcela experimental, y la erosión fue de menos del 2,5% que la de dicha parcela (Hernández, 1961).

Posteriormente, a principios del decenio de 1980, el Gobierno filipino lanzó un programa de mejora de leucaena/maíz (maíz masaganan 33) en las Visayas, la región más importante en la producción de maíz, donde el rendimiento era sólo de 0,66 toneladas métricas por hectárea. (La media nacional era de 0,84 toneladas métricas). A los agricultores se les entregó semillas de leucaena y variedades de maíz mejoradas. También se les facilitó abono subvencionado para acelerar el establecimiento de sistemas de setos de contorno. Después del segundo año se dejó de facilitarles abono porque el sistema ya

lo proporcionaba. La producción de maíz registró un aumento apreciable en la región y para obtener ingresos adicionales, se vendió harina de hojas de leucaena a molinos forrajeros para uso nacional y para la exportación.

En 1975, Guevarra (1976), mientras realizaba investigaciones en la Universidad de Hawai, estimó que el equivalente de abono químico de una hectárea de leucaena gigante, cosechada durante un año y utilizada como abono vegetal, ascendía a más de 500 kg de nitrógeno (N), 200 kg de fosfato (P) y 500 kg de potasa (K). Cuando se aplicó como abono vegetal a una variedad de maíz híbrido forrajero de cruce único (H610), se obtuvo un rendimiento de 9 toneladas métricas por hectárea ocupada (Guevarra y colaboradores, 1978). También se descubrió que el material de poda de la leucaena es una fuente de nitrógeno más eficaz cuando se incorpora al suelo que cuando se emplea como capa vegetal protectora (Guevarra y colaboradores, 1978; Kang y colaboradores, 1981).

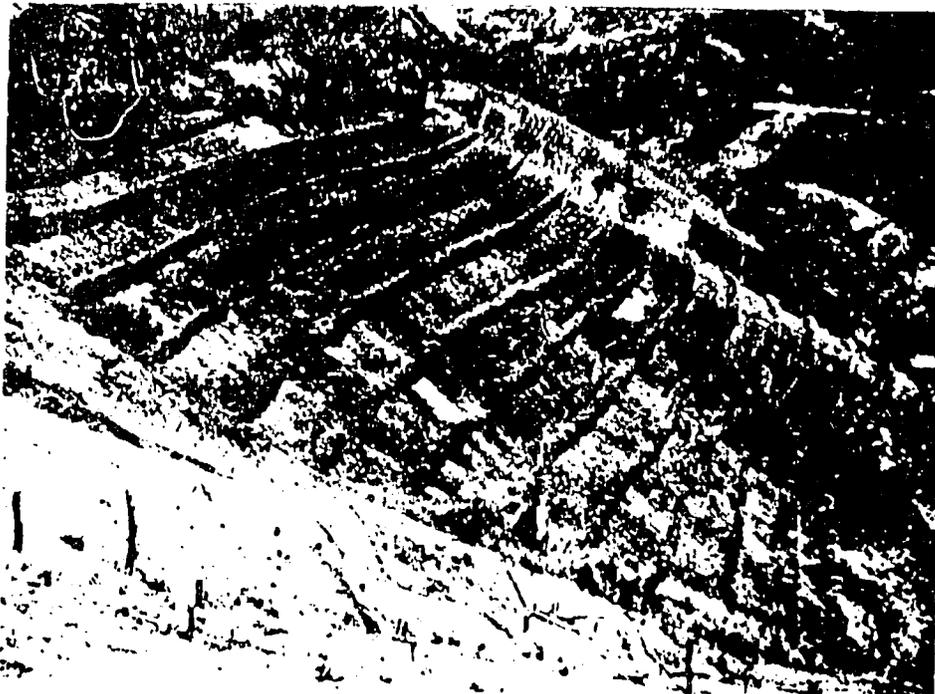
A principios del decenio de 1970, la isla de Flores en Indonesia se vio afectada por una serie de tifones y sequías sucesivas. Un sacerdote, aprovechando los alimentos que recibió, con arreglo a la Ley Pública 480, por medio de los Servicios Católicos de Socorro, inició un programa de "alimentos a cambio de trabajo" para establecer setos de

contorno de leucaena en las laderas gravemente erosionadas. El sacerdote se había enterado de esta técnica al leer algunos de los primeros libros sobre agricultura que había publicado el gobierno colonial holandés. Los setos se plantaron espaciados a 2-5 metros de distancia, según la inclinación del terreno.

Dado que en ese entonces no se disponía de las variedades gigantes, el sacerdote pagó en especie (alimentos proporcionados con arreglo a la Ley Pública 480) a las personas para que recogieran semillas de la variedad común de leucaena, que crecía abundantemente en toda la isla. En Flores, el método de cultivo acostumbrado era el de corte y quema. Gran parte de las tierras forestales donde antes crecía una vegetación tropical exuberante se había abandonado o degradado debido a la erosión y la esterilidad del suelo, los agricultores no podían sostener los rendimientos de los cultivos después de 2-3 años y los arroyos se estaban secando (Benge, 1980a).



Laderas antes áridas y expuestas a la erosión se convierten en sistemas de cultivo productivos y sostenibles mediante el establecimiento de setos de contorno de Leucaena leucocephala. En la isla de Flores, en Indonesia, la leucaena se ha plantado en setos de contorno para controlar la erosión y mejorar el suelo, obtener forraje y leña y aumentar el rendimiento de cultivos de plantas alimenticias. La leucaena sobrevive índices de lluvias anuales de apenas 700 mm sin efectos adversos y, gracias a sus profundas raíces primarias, puede sobrevivir la larga estación seca porque obtiene agua de profundidades que otras plantas no pueden alcanzar. Por consiguiente, la leucaena, a diferencia de otras plantas, permanece verde y sigue creciendo.





La larga raiz primaria de la leucaena y sus raíces laterales de crecimiento descendente penetran las capas de suelos arcillosos duros, con lo cual mejora la estructura del suelo, las raíces consolidan la tierra y se facilita la infiltración del agua, características importantes para estabilizar terrenos inclinados. Se establecen terrazas indirectas cuando los setos a lo largo de las líneas de contorno recogen la tierra arrastrada por las aguas.

(Fotografías por cortesía de World Neighbors).)



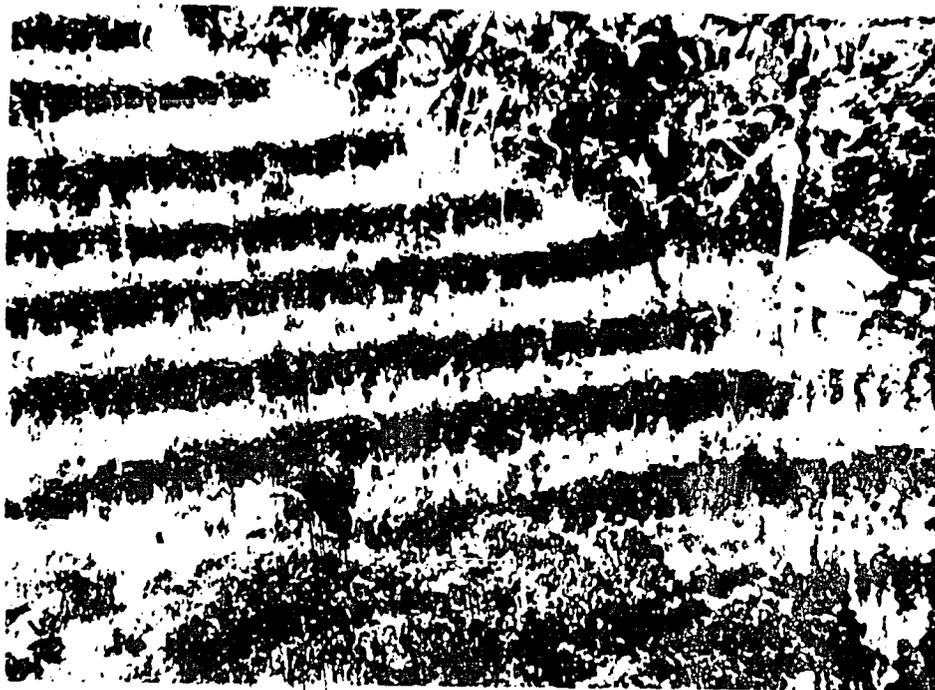
Desde el establecimiento de setos de contorno en Flores, los agricultores se han vuelto sedentarios y ya no practican el método de corte y quema, el rendimiento de los cultivos ha aumentado, la erosión se ha detenido y la leña y el forraje para el ganado que antes escaseaban ahora se obtienen abundantemente de los setos. El gobierno ha iniciado un programa para dar ganado a los agricultores para engorde en el establo y ahora se está exportando ganado a islas vecinas. Al ganado vacuno y caprino se les ata con un ronzal y se les alimenta con una dieta compuesta principalmente de leucaena, que contiene, peso en seco, hasta un 30% de proteína (Academia Nacional de Ciencias, 1977).

TOXICIDAD DE LA MIMOSENA. Tomando como base información procedente de Australia, se consideraba anteriormente que la toxicidad de la mimosena hacía que fuera poco recomendable dar a los rumiantes grandes cantidades de forraje de leucaena (Hegarty y colaboradores, 1979). No obstante, los científicos de la Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (Jones y Meggarrity, 1983); Jones, 1981; Jones y Lowery, 1984) descubrieron que las cabras en Indonesia y Hawái tenían poblaciones microbianas en el rumen que degradaban el goitrógeno DHP (el metabolito tóxico de la mimosena), y que cuando se les alimentaba sólo con leucaena, no mostraban ningún

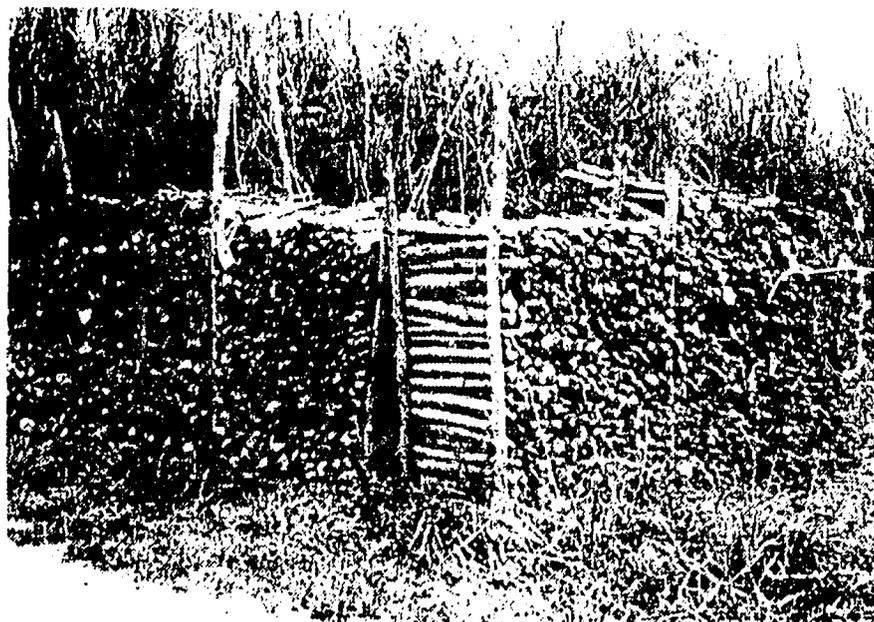
efecto tóxico y permanecían saludables. Además, las investigaciones demostraron que, estas poblaciones microbianas se podían transferir de rumiantes adaptados en Indonesia y Hawai a rumiantes no adaptados (ganado vacuno y caprino) en Australia (Jones y colaboradores, 1985).

Los agricultores están adaptando este sistema agroforestal a sus necesidades. También se están plantando árboles frutales entre los setos y su cosecha de frutos es superior a la de los árboles que no se abonan con leucaena. Las variedades gigantes de leucaena, que se introdujeron posteriormente, se están plantando entre los setos para que sirvan de "rodrigones vivos" para el ñame, el pimentero y otras plantas que producen especias (Benge, 1984). Ahora se ha establecido una escuela de tecnología agrícola para mejorar aun más la producción agrícola en Flores.

Para 1981, se habían establecido en Flores unas 20.000 hectáreas de setos de contorno de leucaena, pero lo más notable es que los propios agricultores establecieron más de 10.000 sin recibir ningún "alimento a cambio de trabajo" ni asistencia técnica del sacerdote católico y sus agentes de extensión. Ello demuestra que la técnica debe funcionar, ya que, de lo contrario, los agricultores no se molestarían ni se esforzarían por establecer los setos de contorno de leucaena. Esta técnica



Desde el establecimiento de setos de contorno en Flores, los agricultores que practicaban el método de corte y quema se han vuelto sedentarios. El rendimiento de los cultivos de plantas alimenticias ha aumentado; y la leña, que antes escaseaba en la isla, ahora abunda y se exporta a las islas vecinas.



(Cortesía del IITA)



Las cabras, que antes vivían en estado salvaje y perjudicaban gravemente al medio ambiente, ahora están atadas con un ronzal y se alimentan con leucaena que les ayuda a medrar. Después de que los setos de contorno se establecieron en Flores, los arroyos que habían permanecido secos durante 15 años volvieron a fluir todo el año. (Fotografías por cortesía de World Neighbors).



no sólo la utilizaron el sacerdote católico y los Servicios Católicos de Socorro, sino también otros grupos de misioneros y organizaciones privadas de carácter voluntario que trabajan en servicios de extensión agrícola en Flores y otras islas de Indonesia. Los servicios del Gobierno indonesio han adoptado esta técnica para ponerla en práctica en toda su región y actualmente se aplica desde la isla principal de Java hasta la remota isla de Timor.



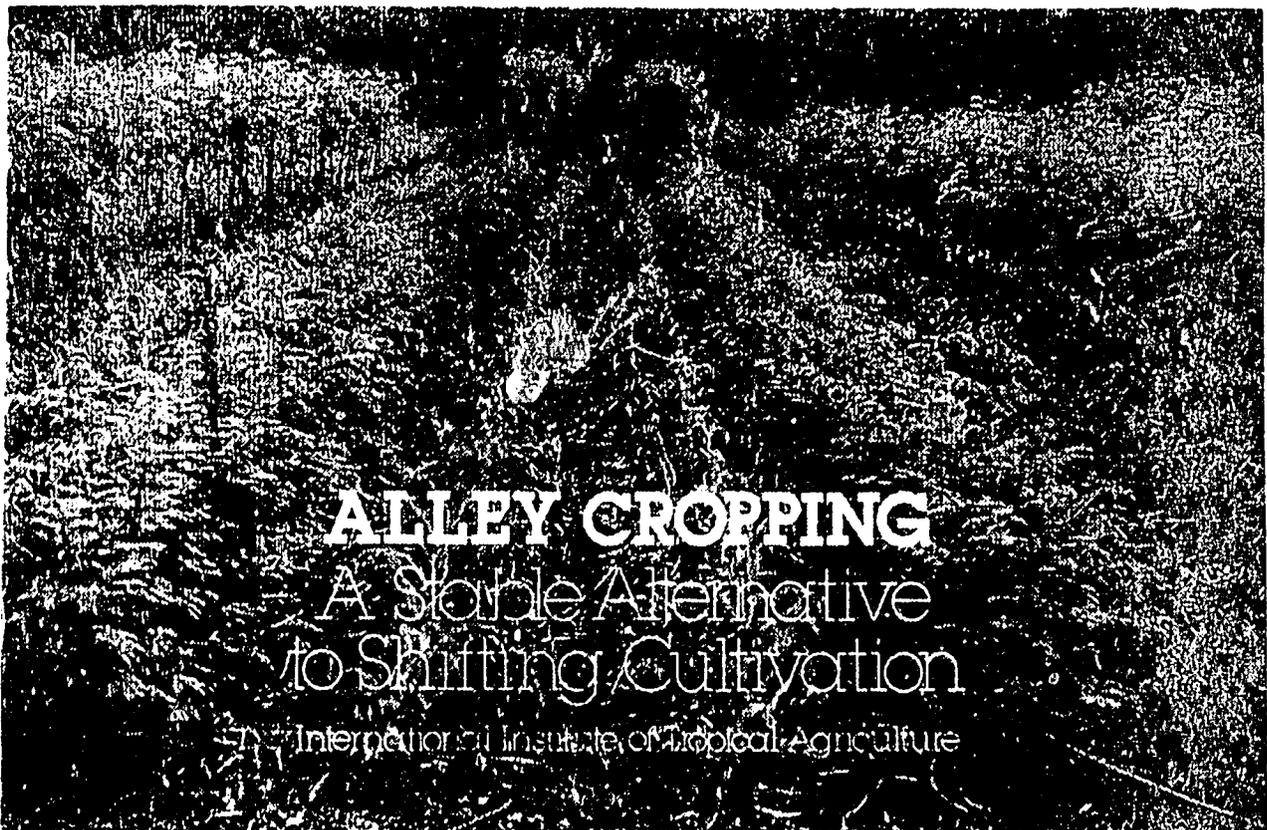
(Fotografias por cortesía de B. V. Parera.)

La leucaena se pela circularmente a la altura del pecho aproximadamente, lo cual hace que muera la parte superior del árbol y se caigan las hojas; por consiguiente, no se da sombra al ñame ni a otras plantas trepadoras que requieren luz. La pela a dicha altura deja bastante espacio en el tallo para que el árbol pueda brotar. Este se mantiene podado hasta que se cosecha el ñame. Después de la cosecha, se corta el palo que servirá de leña y del brote que servirá de "rodrigón vivo para el ñame."



Cultivo en hileras

A finales del decenio de 1970, los científicos B. T. Kang, G. F. Wilson y T. L. Lawson fueron los primeros en realizar investigaciones sobre el cultivo en hileras en el IITA*, uno de trece centros internacionales de formación e investigación agrícola sin fines lucrativos ubicado en Ibadán, Nigeria. El cultivo en hileras es un sistema en el que se siembran plantas alimenticias entre setos de plantas perennes leñosas. Los setos se recortan en el momento de la siembra y se mantienen



* El material que corresponde a la parte sobre el cultivo en hileras en el IITA, se sacó del folleto que el IITA publicó en 1984 sobre sus investigaciones: CULTIVO EN HILERAS: Una opción estable a la agricultura nómada.

podados hasta que se cosechan las plantas para evitar que den sombra y para reducir la competición con los cultivos de plantas alimenticias. Cuando no hay cultivos, los setos se dejan crecer completamente para que formen un cultivo protector. Brian Walker, presidente del Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo (1987), afirma en su libro, The Greening of Africa, que "las buenas técnicas como el cultivo en hileras son objeto de un cuidado análisis y, en todo respecto, el análisis está bien fundado desde el punto de vista científico".

El Centro Ganadero Internacional para Africa (ILCA), con sede en Addis-Abeba, Etiopia, se ha unido ahora al IITA en la investigación sobre el cultivo en hileras en Nigeria para desarrollar al máximo el componente ganadero de este sistema de cultivo. En el IITA en Ibadán, Nigeria, el IITA y el ILCA serán juntos fuente de conocimientos técnicos y guía para una red de investigación colaborativa, respecto al cultivo en hileras, entre esos dos organismos y los sistemas nacionales de investigación agrícola de Africa que cuentan con científicos de Nigeria, Malí, Kenya, Sierra Leona, Benin, Ghana, Zaire, Zimbabwe, Costa de Marfil, Togo, Guinea-Bissau, Malawi, Niger y Camerún.

Uno de los desafíos al que se ha enfrentado el IITA desde sus comienzos, ha sido el de hallar otras opciones a los sistemas de cultivo centenarios de agricultura nómada y de barbecho en maleza que predominan en las regiones tropicales, especialmente en Africa. La fertilidad y productividad de estos suelos tropicales se han mantenido mediante cortos periodos de cultivo (1 a 3 años) seguidos de largos periodos de barbecho de reconstitución en maleza (6 o más años).

La capacidad de reconstitución del barbecho en maleza (y de la agricultura nómada) se debe al rebrote de arbustos y árboles de raíz profunda que regeneran los elementos nutritivos de las plantas y añaden materia orgánica al suelo (Nye y Greenland, 1965). Durante el periodo de barbecho, la cubierta y los residuos vegetales protegen el suelo de la intensa lluvia y las raíces ayudan a consolidar el suelo, a aumentar la infiltración de agua y a reducir la escorrentía y la erosión. Además, la cubierta protectora de hojas secas y la sombra de los árboles y arbustos reducen la temperatura del suelo y lo mantienen en condiciones de humedad que favorecen el crecimiento de microorganismos y macroorganismos beneficiosos.

Esta sombra también reduce la invasión de la maleza (IITA, 1984). Además de restaurar la fertilidad del suelo, el barbecho en maleza proporciona alimento suplementario, forraje, rodrigones, leña y hierbas medicinales (Okigbo, 1983).

El cultivo en hileras mantiene las características esenciales del barbecho en maleza y la agricultura nómada y lo pueden adoptar fácilmente los agricultores de escasos recursos del trópico. Las plantas perennes leñosas fijadoras de nitrógeno proporcionan:

- elementos nutritivos al cultivo intercalado de plantas alimenticias mediante el material de poda aplicado como capa vegetal protectora: nitrógeno fijado biológicamente del aire y fósforo y potasio y microelementos nutritivos que obtienen las raíces profundas de las capas de tierra inferiores;
- sombra y material de poda, utilizado como capa vegetal protectora, que combaten las malas hierbas;
- condiciones favorables para el crecimiento de macroorganismos y microorganismos en el suelo;
- material de poda durante el cultivo (o forraje durante el barbecho), rodrigones y leña.

Selección de género/especie

Varios árboles y arbustos podrían ser adecuados para los setos de contorno y el cultivo en hileras, pero sólo unos cuantos se han sometido a prueba. Las plantas perennes leñosas leguminosas se prefieren a las no leguminosas por su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico. Las plantas perennes leñosas seleccionadas para el cultivo en hileras deberían tener casi todas las características siguientes: a) establecerse fácilmente, b) crecer rápidamente, c) tener un sistema de raíces profundas, d) producir un follaje denso, e) brotar fácilmente después del desmoche y regenerarse fácilmente después de la poda y f) proporcionar derivados útiles. Pocas especies tienen las citadas características y algunas presentan algunos obstáculos que deben superarse (IITA, 1984). La leucaena, por ejemplo, tiene un crecimiento inicial lento y sus plantas de semillero no compiten bien con las malas hierbas durante ese período; pero, una vez arraigadas, crecen vigorosamente.

La IITA descubrió que la Leucaena leucocephala y la Gliricidia sepium (gliricidia) serían excelentes para el cultivo en hileras en los entornos donde dan buenos resultados. A pesar de que la leucaena produjo efectos muy positivos, se añadió la gliricidia porque a) da al sistema

biodiversidad y lo protege contra insectos y enfermedades, b) tiene hojas más grandes y, por consiguiente, proporciona más materia orgánica porque su descomposición no es tan rápida como la de la leucaena y c) ayuda a equilibrar la producción de forraje del sistema, puesto que el ganado es un componente muy importante. Según los métodos de cultivo y las preferencias de los agricultores, el IITA suele alternar hileras de gliricidia con hileras de leucaena.

La gliricidia también se utiliza en muchos lugares como raticida eficaz derivado de una mezcla venenosa hecha al combinar hojas molidas con granos cocidos (Stanley y Steyermark, 1946). La fermentación hace que las bacterias conviertan la cumarina de las hojas en el agente hemorrágico dicumarol (Hockman, 1966). En muchas regiones de los países menos desarrollados, los roedores causan ingentes pérdidas después de la cosecha y representan un riesgo para la salud, y los sistemas agroforestales podrían proporcionar como derivados materias primas a industrias familiares que producirían venenos para el control de las ratas.

Las líneas de leucaena de que se dispone actualmente no dan buenos resultados en suelos altamente ácidos, pero el Dr. Mark Hutton ha obtenido un híbrido que es más tolerante. El Dr. Hutton y otro científico del Instituto Malayo de

Desarrollo Agrícola están perfeccionando esta línea y en tres años la tendrán lista para cultivo (Wong, 1987).

El Centro Ganadero Internacional en Addis-Abeba, Etiopía, ha constatado que la Sesbania sesban (nubiense) ofrece buenas perspectivas para las zonas altas y que produce más follaje que la leucaena en altitudes más elevadas (Tohill, 1987). A pesar de ser una fuente excelente de forraje para el ganado, este tipo de sesbania no es buena productora de madera.

La Chameaecytisus prolifer (tagasaste o árbol lucerna) y la Medicago arborea (árbol medik) son similares a la sesbania y pueden dar tan buenos resultados en altitudes más elevadas. En el Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para las Regiones Tropicales Semiáridas (ICRISAT), en Haidarabad, India, se están realizando investigaciones sobre el Cajanus cajan (una variedad perenne de guisante) para la producción de biomasa y para su empleo en sistemas agroforestales (Ong, 1987) y, en Haití, donde el Cajanus cajan es un alimento popular, se está sembrando en setos de contorno para controlar la erosión. No obstante, este sistema no será tan eficaz como el de la leucaena y la glizicidia, dado que muy poca materia orgánica o elementos nutritivos se incorporarán a los cultivos intercalados de plantas alimenticias. En Kenya, otra variedad de Sesbania sesban se está intercultivando con maíz y, según se

informa, el nitrógeno fijado biológicamente ha hecho que aumente considerablemente la producción de este grano (Getahun, 1987 y Spears, 1987).

Establecimiento y aprovechamiento

FINCAS MODELO. Los agricultores marginales y los que producen lo necesario para la subsistencia no pueden exponerse a los riesgos que supone un cambio, porque si éste no da buenos resultados podría significar una catástrofe para ellos y sus familias. Sin embargo, fácilmente adoptarán nuevos métodos siempre y cuando las innovaciones aumenten la producción de las plantas alimenticias, produzcan leña y forraje necesarios, representen mejoras en comparación con los métodos que han estado empleando y estén a su alcance desde el punto de vista de los recursos disponibles. Los encargados de la aplicación del proyecto deberán trabajar con líderes agrícolas para demostrar el mérito de los setos de contorno y el cultivo en hileras. Lo ideal sería que estos líderes dedicaran el 50% del terreno de sus fincas a la puesta en práctica de este sistema de cultivo, utilizando sus propios recursos, con el fin de comparar el sistema antiguo con el nuevo. Se les deberá asegurar que, al utilizar el nuevo sistema, la producción de plantas alimenticias, forraje y leña será igual o superior a la producción obtenida de los terrenos no sometidos a este

tratamiento. La mayoría de las investigaciones del IITA sobre el cultivo en hileras se ha realizado en terrenos relativamente llanos. Una vez que se haya demostrado el mérito del nuevo sistema, se deberá invitar a los agricultores de los alrededores a visitar la finca modelo, para que el agricultor líder pueda informar sobre el mayor rendimiento obtenido. Entonces, se deberá ofrecer asistencia a los agricultores que deseen establecer sistemas similares en sus fincas.

ESPACIAMIENTO ENTRE SETOS. Todos los sistemas de setos o de cultivo en hileras se deberán idear en estrecha colaboración con los agricultores para adaptarlos a las necesidades de éstos, quienes los ajustarán con el tiempo. En terrenos montuosos, el espaciamiento entre setos suele ser de 2 a 5 metros, según la inclinación del terreno y los cultivos que se estén intercalando. (En pendientes más inclinadas hay menos espacio entre los setos.) El IITA considera que la distancia de 4 metros entre setos en terrenos más llanos es satisfactoria para la producción de cultivos alimenticios con el empleo de un tractor o sin éste. Sin embargo, el espaciamiento debería ser de 2 metros si han de proporcionarse rodrigones in situ para el cultivo del ñame.

ESPACIAMIENTO ENTRE HILERAS. Según las especies, el IITA (1984) recomienda una distancia de 25-100 cm entre las plantas

perennes leñosas de las hileras, que es mucho más grande que la establecida en los setos de contorno para el control de la erosión en las laderas. Para este tipo de control se recomienda una distancia de 2,5 cm entre las plantas de las hileras, y una de 10 cm entre las hileras dobles de un mismo seto. La concepción y disposición de un sistema de setos de contorno se pueden hacer utilizando un simple entramado en A (tal como se ilustra en la película de World Neighbor que se puede obtener en inglés, francés y español; véase el Apéndice A).

SIEMBRA. La siembra directa es el método más fácil y barato de establecer setos de plantas perennes leñosas fijadoras de nitrógeno; y la siembra simultánea con una planta alimenticia, por ejemplo la del maíz, puede ser beneficiosa (Benge, 1980b; e IITA, 1984). Con este método de establecimiento, no se requiere ninguna labor adicional de escarda durante el crecimiento inicial. Las plantitas que empiezan a desarrollarse suelen ser muy frágiles, tienen un crecimiento inicial relativamente lento y no compiten bien con las malas hierbas. Si las plantas alimenticias se cultivan, escardan y fertilizan de vez en cuando, las plantitas crecen con más rapidez. Para la época de la recolección del maíz, la leucaena puede haber alcanzado una altura de 750 cm (IITA, 1984).

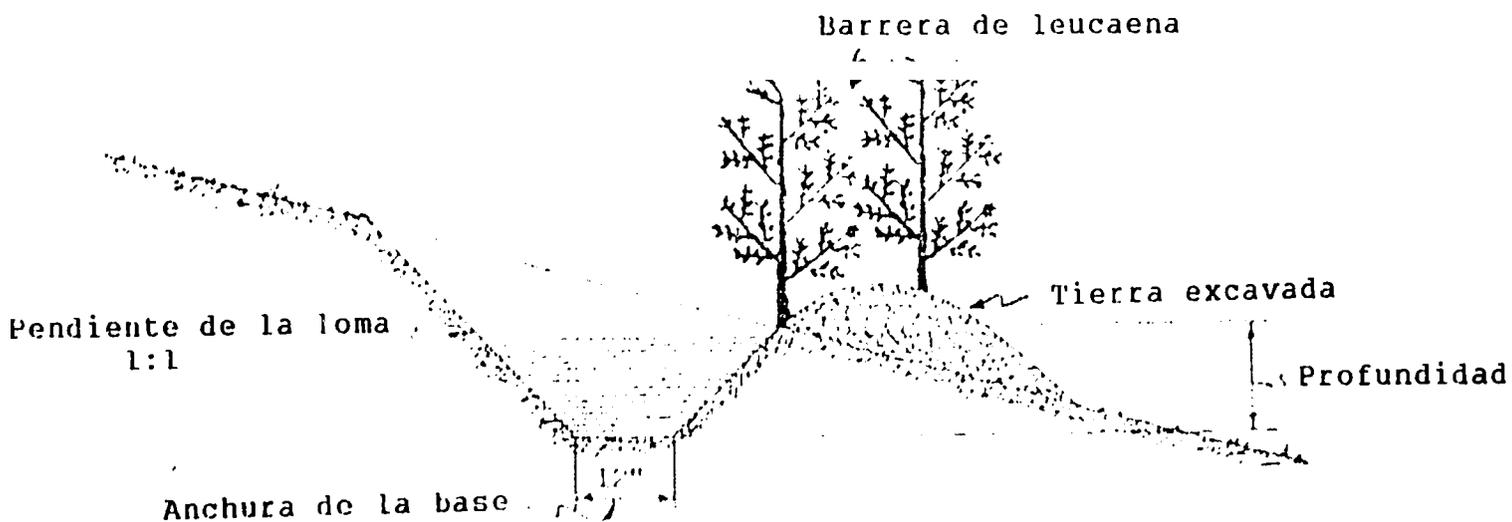
ADVERTENCIA. Los sistemas de setos de contorno y cultivo en hileras se establecen mejor mediante la siembra directa o el trasplante de plantas de semillero; este último supone más costos y mano de obra. Aunque algunas plantas perennes leñosas, como la gliricidia (de rápido arraigo) se establecen fácilmente con estacas, ello dará lugar a un crecimiento extensivo de las raíces laterales y a una fuerte competición con los cultivos de plantas alimenticias respecto a espacio, agua y elementos nutritivos (Benge, 1987).

CANTIDAD DE SEMILLAS. La cantidad de semillas necesaria para el establecimiento de setos depende de: a) la distancia entre las plantas de las hileras, la distancia entre las hileras de los setos (a veces, dobles hileras de plantas forman un solo seto) y la distancia entre los setos y b) la calidad de las semillas, que determina el porcentaje de germinación. La cantidad de semillas de gliricidia necesaria para establecer setos de contorno será mucho menor que la de leucaena, puesto que las plantas ocasionales de gliricidia estarían separadas por una distancia de 1 metro aproximadamente.



(Fotografía por cortesía de World Neighbors).

Para que haya un máximo control de la erosión y una máxima infiltración de agua en los terrenos inclinados, lo ideal sería cavar zanjas (canales) en el contorno de las laderas con una inclinación del 1% para que el exceso de agua baje por terreno escalonado o cubierto de hierba.



Leucaena. Un kilogramo de leucaena contiene más de 12.000 semillas. Para establecer setos de contorno como barreras eficaces para controlar la erosión en las laderas, se recomienda un seto de doble hilera con un espaciamiento de 2,5 cm entre las plantas de las hileras y una distancia de 10 cm entre las hileras del seto. Ello requerirá 120 semillas por metro o 1 kg por 100 metros para el seto de doble hilera (se ha añadido un 50% adicional para compensar las pérdidas debidas a semillas sin germinar, daños causados por insectos, etc.).

Puesto que se requieren grandes cantidades de semillas para estos setos de contorno cuyas plantas tienen muy poco espacio entre sí, es posible que sea necesario establecer semilleros para asegurarse de que haya suficientes semillas. La variedad de leucaena K67, produce semillas en abundancia, como también la variedad Cunningham y, por regla general, un árbol de la variedad K67 puede producir en un año más de 1 kg de semillas.

ESCARIFICACION de la leucaena. Las semillas de muchas plantas requieren escarificación para obtener una germinación uniforme. La leucaena se puede escarificar de la forma siguiente:

Hervir agua, retirarla del fuego y dejarla enfriar por 1 ó 2 minutos (la temperatura para preparar té o café instantáneo). Colocar las semillas en un recipiente y echarles el agua caliente; el volumen del agua deberá ser el doble del de las semillas. Revolver las semillas de forma que el tratamiento sea uniforme, dejar que se enfríe el agua y dejar las semillas en remojo durante la noche. Escurrir después las semillas y mientras están húmedas inocularlas con Rhizobium y plantarlas.

INOCULACION de la leucaena. Antes de sembrar las plantas leguminosas, es sumamente importante inocularlas con la debida cepa de Rhizobium para asegurar una óptima fijación de nitrógeno y producción. De lo contrario, se podría reducir la producción del sistema. No todos los suelos contienen la cepa correcta ni la cantidad necesaria de Rhizobium para inocular la planta debidamente. Según las investigaciones en el IITA (1984), el material de poda de plantas inculadas contribuyó 2,5 veces más nitrógeno que el de plantas no inculadas y la producción de granos de maíz aumentó en un 66%.

Entre las diferentes fuentes de donde se pueden obtener cantidades de inóculo para fines comerciales y de

investigación figuran las siguientes: USDA Germ Plasm Resources Laboratory, Attn. Dr. George A. White, Plant Introduction Officer, Bldg. 001, Room 322, Beltsville, Maryland 20705; Proyecto NIFTAL, P.O. Box "O", Pii, Hawaii 96799 y Nitragin Corp., 301 West Custer Ave., Milwaukee, Wisconsin 53209 (ambos por contrato con la Agencia para el Desarrollo Internacional), y CSIRO, Davies Laboratory, Private Mail Bag P.O., Townsville, Queensland, Australia. Los inóculos son baratos.

Los inóculos se deben almacenar a temperaturas que oscilen entre 0 y 7 grados centígrados, o entre 32 y 45 grados Fahrenheit, que es aproximadamente la temperatura de un refrigerador. Si no se dispone de refrigeración, deben guardarse en un lugar fresco y seco donde no les dé la luz solar. Después de la escarificación, hay que rociar las semillas de leucaena húmedas con una ligera capa de inóculo.

Gliricidia. El Centro Ganadero Internacional para Africa (ILCA) ha identificado cuatro líneas de gliricidia que ofrecen perspectivas alentadoras para el cultivo en hileras (Reynolds,

1986). Un kilogramo de gliricidia contiene aproximadamente entre 6.500 y 8.000 semillas. Cada vaina contiene entre 8 y 10 semillas; no se sabe cuántas semillas produce un árbol. La gliricidia se puede establecer con éxito mediante la siembra directa (Oakes y Skov, 1962), y la germinación completa toma entre 7 y 10 días.

ESCARIFICACION de la gliricidia. Glover (1986) afirma que no se necesita ningún tratamiento previo; sin embargo, Von Carlowitz (1986) enumera como tratamientos previos la inmersión en agua hirviendo o la escarificación mecánica.

INOCULACION de la gliricidia. La gliricidia, en la mayoría de los países de donde es oriunda o en donde se ha adaptado, es bien nodulada por las bacterias nativas (Allen y Allen, 1981; Banados y Fernández, 1954; DeSouza, 1966; Holland, 1924; Roskoski y colaboradores, 1980); sin embargo, algunos estudios realizados en Australia revelaron que, cuando se está introduciendo, la cepa más eficaz de Rhizobium es la CB3090 (Akkasaeng y colaboradores; documentos inéditos).

PODA DE LOS SETOS. Durante el cultivo, los setos de plantas perennes leñosas de rápido crecimiento tales como la leucaena y la gliricidia se deben podar cada 5 ó 6 semanas para impedir que den sombra a los cultivos intercalados. A medida

que éstos maduran, la poda se puede hacer con menos frecuencia. La intensidad de la poda varía según las especies. Los setos se pueden podar a una altura que oscile entre 25 y 75 cm, pero si se podan demasiado bajos y con demasiada frecuencia se puede producir acronecrosis. Se debe utilizar un machete o un cuchillo grande afilados; si no están afilados, pueden dañar la corteza y retardar el brote y producir acronecrosis. En cuestión de una hora, se puede podar una hectárea de setos de leucaena de un año de edad separados por un espacio de 4 m (IITA, 1984).

Cuando no haya cultivo, la frecuencia de la poda dependerá del tipo de productos que se obtengan de los setos: forraje o leña. Si se quiere obtener leña, la poda será menos frecuente; pero, para un sistema de producción de forraje de corte y traslado, habrá que podar diariamente una parte del seto.

RENDIMIENTO. Las variedades gigantes de leucaena producen grandes cantidades de biomasa, y el IITA (1984) informa que ha habido un rendimiento entre 15 y 20 toneladas de material de poda verde (5,0 a 6,5 toneladas de materia seca) por hectárea, con cinco podas anuales, de setos bien establecidos separados por un espacio de 4 m. La Academia Nacional de Ciencias (1977) informa que el contenido proteínico

de las hojas de leucaena oscila entre el 27 y el 34 por ciento (peso en seco). Kidd y Taogaga (1975) informan un rendimiento herbáceo anual de la gliricidia equivalente a 7,9 toneladas de materia seca por hectárea (espaciamento de 3 X 5 metros) cuando se poda dos veces al mes y se intercala con Taro. Glover (1986) informa un nivel proteínico medio de la gliricidia entre el 22 y el 27 por ciento (peso en seco). Los setos de leucaena y gliricidia plenamente desarrollados, posteriormente cultivados con maíz y caupí y podados periódicamente a una altura de 75 cm, produjeron más de 5,7 (leucaena) y 1,4 (gliricidia) toneladas de rodrigones (peso en seco) por hectárea. La mayoría de los rodrigones se produjeron cuando no se cultivaban plantas alimenticias.

RODRIGONES PARA EL CULTIVO DEL ÑAME. En muchos lugares del globo, el ñame es parte integrante de las técnicas de cultivo; pero la producción en muchas regiones de los países menos desarrollados ha disminuido debido a la escasez y al precio elevado de los rodrigones para el cultivo del ñame. Un sistema de setos o de cultivo en hileras proporciona abundantes rodrigones para las enredaderas como el ñame. El método favorito de los agricultores que someten a prueba el cultivo en hileras en la región centro-oriental de Nigeria, es el de cortar rodrigones del sistema y utilizarlos para el ñame en un terreno aparte (IITA, 1984).

Los sistemas de setos también se pueden crear de modo que proporcionen rodrigones vivos, como ocurre en Indonesia y las Filipinas (Benge, 1987). En esos lugares, los agricultores dejan que los árboles de los setos alcancen su máximo desarrollo y el ñame se planta en la base (véase la página 12). Algunas veces, se dejan crecer árboles entre los setos para que sirvan de apoyo al ñame, el pimentero, la vainilla y otras plantas trepadoras y, en este caso, se selecciona una variedad de leucaena de copa pequeña para reducir al mínimo la sombra que reciban otras plantas alimenticias.

El ñame prefiere la sombra durante el crecimiento inicial; pero, cuando el tubérculo comienza a formarse, debe recibir toda la luz posible para que alcance su máximo desarrollo. El árbol se pela a la altura del pecho, lo cual hace que muera la parte superior del árbol y se caigan las hojas casi inmediatamente. La parra trepa por las ramas, lo cual permite a la planta absorber el máximo de energías para la producción de ñame. El árbol producirá brotes en la base, que se cortan y utilizan como forraje o capa vegetal protectora. Después de la cosecha del ñame, se corta el palo seco que servirá de leña y del brote se deja crecer un nuevo tallo que servirá de rodrigón para el próximo cultivo de ñame.

Conclusión

La función principal del barbecho es la de permitir un rebrote forestal para: a) reconstituir los suelos mediante una creciente fertilidad del suelo y una mayor cantidad de materia orgánica, b) controlar el crecimiento de hierbas perjudiciales y difíciles de extirpar y c) romper el ciclo vital de hongos e insectos dañinos.

Imitando a la Madre naturaleza, los setos de plantas perennes leñosas fijadoras de nitrógeno aceleran el proceso de reconstitución. El nitrógeno se toma del aire y se fija en los nódulos de Rhizobium en las raíces, y las raíces profundas obtienen de las capas de tierra inferiores fósforo, potasio y microelementos nutritivos esenciales que se transfieren a las hojas y cuando éstas se descomponen, se incorporan al mantillo. La sombra de los árboles de leucaena, o de los setos plenamente desarrollados, contiene el crecimiento de las malas hierbas y rompe el ciclo vital de insectos y hongos (Benge, 1976; IITA, 1984).

Las raíces profundas de los setos rompen el suelo duro, dejan que el agua se infiltre, recargan los depósitos de agua freática y mantienen las corrientes de los arroyos. La materia orgánica entre los setos reduce la erosión y la acción de las lluvias y proporciona un microambiente para los microorganismos

que reconstituyen el suelo, y los setos de contorno reducen aun más la erosión.

En muchos lugares del trópico, las crecientes presiones sobre el suelo debidas a la explosión demográfica han dado lugar a períodos de barbecho más cortos. Ello produce una rápida pérdida de elementos nutritivos y una degradación del suelo, una disminución del rendimiento de los cultivos y la invasión de hierbas difíciles de extirpar. Dado que la mayoría de los agricultores de los países menos desarrollados carecen de medios económicos para adquirir factores de producción costosos, o a que no se dispone de ellos, es necesario crear una tecnología económica de aprovechamiento del suelo que pueda sostener la producción de cultivos como, por ejemplo, los sistemas de los setos de contorno o del cultivo en hileras que ha creado la IITA.

La principal ventaja que tienen los setos de contorno y el cultivo en hileras sobre el barbecho en maleza y la agricultura nómada reside en que las etapas de cultivo y de barbecho ocurren al mismo tiempo sobre el mismo terreno, lo cual permite al agricultor cultivar durante un largo período sin tener que dejar el terreno en barbecho.

REFERENCIAS

- Allen, O.N. y E.K. Allen, 1981. The Leguminosae: A Source Book of Characteristics, Uses and Nodulation. Wisconsin Press, Wisconsin, 812 págs.
- Banados, L.L. y W.L. Fernández, 1954. Nodulation Among the Leguminosae. Philipp. Agric. 37:529-533. Citado por Glover.
- Benge, M.D., 1987. Contour Hedgerows for Fodder, Planting Stock, Fuelwood and Increased Food Production and For Minimizing Soil Erosion in Highland Regions. S&T/FENR Agro-Forestation Series No. 29. Agencia para el Desarrollo Internacional, Washington, D.C.
- Benge, M.D., 1984. "Living" Yam Poles. S&T/FENR Agro-Forestation Series No. 26. Loc. Cit.
- Benge, M.D., 1980. Agro-forestation Systems Using Leucaena as Erosion Control Barriers. Documento escrito para la ocasión. Servicio de Apoyo al Desarrollo, Oficina de Agricultura, Agencia para el Desarrollo Internacional, Washington, D.C.
- Benge, M.D. 1980. Leucaena leucocephala: An Excellent Feed for Livestock. Technical Series Bulletin No. 25. Tecnología agrícola para los países en desarrollo. Oficina de Agricultura, Servicio de Asistencia Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional, Washington, D.C.
- Benge, M.D., 1977. How Naalad Farmers Plant Ipil-Ipil for Profit. Industria y agricultura modernas en Asia. Manila.
- Benge, M.D., 1976. BAYANI [Giant Ipil-Ipil (Leucaena leucocephala)] A Source of Fertilizer, Feed and Energy for the Philippines. USAID Agriculture Development Series. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, Manila.
- DeSouza, D.I.A., 1966. Nodulation of Indigenous Trinidad Legumes. Trop. Agric. Trinidad 43:265-267. Citado por Glover, 1986.
- Dijkman, M.J., 1950. Leucaena: A Promising Soil Erosion Control Plant. Econ. Bot. 4:337.349.
- Getahun, A., 1986. Correspondencia personal. Proyecto de explotación de fuentes renovables de energía en Kenya; Nairobi.
- Glover, N.L., 1986. Gliricidia sepium (Jacq.) Steud Germplasm Collection, Conservation and Evaluation. Tesis de maestría inédita, Universidad de Hawai.

- Guevarra, A.B., 1976. Management of Leucaena leucocephala (Lam. de Wit) for Maximum Yield and Nitrogen Contribution to Intercropped Corn. Tesis doctoral inédita. Universidad de Hawai.
- Guevarra, A.B., A.S. Whitney y J.R. Thompson, 1978. Influence of Intra-row Plant Spacing and Cutting Regimes on the Growth and Yield of Leucaena. Abstr., Agron. J. 70(b):1033-1037.
- Hegarty, M.P., C.P. Lee, G.S. Christie, R.D. Court y K.P. Haydock, 1979. The Goitrogen 3-hydroxy-4(1H)pyridone, a Ruminal Metabolite from Leucaena leucocephala: Effects in Mice and Rats. Aust. J. Biol. Sci. 32:27.
- Hernández, C.C., 1961. A New Method of Farming Hillsides. Coffee and Cacao Journal, Vol. 14, No. 5, Manila.
- Holland, T.H., 1924. Some Green Manure and Cover Plants. Dept. Agric. Ceylon Leaflet. 30. 6p. Citado por Glover, 1986.
- Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), 1984. Alley cropping: A Stable Alternative to Shifting Cultivation. IITA, Ibadán, Nigeria.
- Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), 1985. Annual Report for 1984, Ibadán, Nigeria.
- Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), 1986. Annual Report for 1985, Ibadán, Nigeria.
- Jones, R.J. 1981. Does Ruminal Metabolism of Mimosine Explain the Absence of Leucaena Toxicity in Hawaii. Aust. Vet. J. 57:55.
- Jones, R.J. y R.G. Megarrity, 1983. Comparative Toxicity Responses of Goats Fed on Leucaena leucocephala in Australia and Hawaii. Aust. J. Agric. res. 34:781.
- Jones, R.J., J.B. Lowry y R.G. Megarrity, 1985. Transfer of DHP-Degrading Bacteria from Adapted to Unadapted Ruminants. Leucaena Research Reports, Vol. 6.
- Kang, B.T., L. Sipkens, G.F. Wilson y D. Nangju, 1981. Leucaena [Leucaena leucocephala (Lam) de Wit] Prunings as Nitrogen Source for Maize (Zea mays L). Fert. Res. 2:279-287. Citado por IITA, 1984.
- Kidd, T.J. y T. Taogaga, 1984. Survival and Herbage Yield of Six Nitrogen Fixing Trees Intercropped with Taro in Western Samoa. Nitrogen Fixing Tree Research Reports 2:22-23. Citado por Glover, 1986.

- Academia Nacional de Ciencias (NAS), 1977. Leucaena: Promising Forage and Tree Crop for the Tropics. Academia Nacional de Ciencias, Washington, D.C.
- Nye, P.J. y D.J. Greenland, 1965. The Soil Under Shifting Cultivation. Technical Communication 51. Harpenden, Inglaterra; Commonwealth Bureau of Soils. Citado por IITA, 1984.
- Oakes, A.J. y O. Skov, 1962. Some Woody Legumes as Forage Crops for the Dry Tropics. Trop. Agric. 39:281. Citado por Glover, 1986.
- Okigbo, B.N., 1983. Plants and agroforestry in land use systems of W. Africa. En Plant Research in Agroforestry, ed. P.A. Huxley, págs. 25-41. Nairobi, Kenya: Consejo Internacional de Investigación Agroforestal. Citado por IITA, 1984.
- Ong, C.K., 1987. Correspondencia personal. Instituto Internacional de Investigación de Cultivos para el Trópico Semiárido (ICRISAT), Haidarabad, India.
- Reynolds, L. Correspondencia personal. Centro Ganadero Internacional e IITA, Ibadán, Nigeria.
- Roskoski, J. FL y colaboradores, 1980. Woody Tropical Legumes: Potential Sources of Forage, Firewood, and Soil Enrichment. En Tree Crops for Energy Co-Production on Farms. Servicio Nacional de Información Técnica, Springfield, Virginia, págs. 135-155. Citado por Glover, 1986.
- Spears, J., 1987. Correspondencia personal. Banco Mundial, Washington, D.C.
- Stanley, P. y J. Steyermark, 1946. Flora of Guatemala. Museo de Historia Natural, Chicago, 24 (2).
- Tothill, J.C., 1987. Correspondencia personal. Centro Ganadero Internacional, Addis-Abeba.
- Von Carlowitz, P.G., 1986. Multipurpose Tree & Shrub Seed Directory. Consejo Internacional de Investigación Agroforestal, Nairobi.
- Walker, B.W., 1987. Presidente del Instituto Internacional del Medio Ambiente y del Desarrollo (IIED). Correspondencia personal con M. Peter McPherson, Administrador de la Agencia para el Desarrollo Internacional, Washington, D.C.

Wong, C.C., 1987. Development of Acid-Soil Tolerant Leucaena Lines for Forage Production. Propuesta no solicitada del Instituto Malasio de Investigación y Desarrollo Agrícolas (MAARDI), Kuala Lumpur, financiada por el Servicio de Ciencia y Tecnología, Agencia para el Desarrollo Internacional, Washington, D.C.

2

Filmina Producida por Vecinos Mundiales

CONSERVANDO LA TIERRA CON EL NIVEL "A"



La gente de Vecinos Mundiales cree que el desarrollo puede ser logrado mediante la cooperación mutua. Su meta es un mundo mejor, que se logrará con la coparticipación de conocimientos, talentos, habilidades, dinero y -- más que nada -- amor.

CONSERVANDO LA TIERRA CON EL NIVEL "A"



1. Un puñado de tierra -- ¿qué valor tiene? ¡Es el recurso de más importancia en el mundo entero!



2. Los alimentos que comemos, la ropa, y casi todas las cosas que utilizamos vienen de la tierra.



3. Pero si los dejamos sin protección, la erosión puede destruir nuestros suelos preciosos.



4. La lluvia es una bendición cuando es absorbida por el suelo. Pero mucha lluvia puede llevar nuestros suelos y destruir nuestros campos.



5. Muchas veces, al sembrar en laderas, plantamos en hileras en dirección vertical. Es una mala práctica.



6. Debemos proteger el suelo en las laderas, sembrando siempre "al contorno": es decir, en hileras o sillones horizontales.



7. Además debemos construir zanjas y barreras al contorno, a través de las laderas.



8. En tierras rocosas, podemos utilizar las rocas y piedras para construir barreras, las cuales sirven para retardar el flujo de las aguas de lluvia, y retienen el suelo.



9. En donde no hay rocas, podemos cavar zanjas, al contorno y al nivel, para absorber el agua de lluvia. Barreras de hierba en el borde superior de las zanjas retienen el suelo.



10. Para poder marcar los contornos, utilizamos una herramienta especial, llamada el "Nivel Tipo A". El "Nivel A" es fácil de construir y usar. Es uno de los instrumentos más valiosos e importantes en el mundo . . .



11. . . . porque este instrumento -- el "Nivel A" -- puede salvar nuestros suelos.



12. Los únicos materiales que necesitamos para construir un Nivel A son estos: tres varas; un cordón o una liana; una piedra; y un machete. (Si las hay, podemos usar tablas en lugar de varas.)



13. Primero cruzamos dos de las varas y las amarramos fuertemente. (Si usamos tablas, se pueden utilizar clavos para asegurarlas.)



14. Ahora, amarramos una vara más corta a través de las dos primeras, formando una letra "A". Amarramos bien los dos extremos.



15. Luego, amarramos otro cordón o liana a la parte superior del Nivel A. El cordón se extiende hasta más abajo de la vara horizontal.



16. Atamos una piedra a este cordón, más abajo de la vara horizontal.



17. Ahora, el Nivel A está casi terminado; pero antes de usarlo, tendremos que encontrar el punto en la vara horizontal que nos indicará cuándo las dos patas están al nivel.



18. Primero, pongamos el Nivel A en posición vertical. Utilizando dos estacas, marcamos los dos puntos en donde las patas tocan el suelo.



19. Con un lápiz, marcamos el punto donde el cordón pasa en frente de la vara horizontal.



20. Levantamos el Nivel A, y lo ponemos en posición contrario.



21. Ahora la pata izquierda toca la estaca en el lugar originalmente ocupado por la pata derecha.



22. De nuevo, marcamos el punto en donde el cordón pasa en frente de la vara horizontal. (Por lo regular, las dos marcas estarán separadas; si por casualidad la tierra es nivel, las dos marcas caerán en el mismo lugar.)



23. Ahora, dividimos la distancia entre las dos marcas. Este es el punto que nos indicará cuando las dos patas están al nivel.



24. Para que esta marca no se borre, hacemos una incisión aquí con el machete. Cuando el cordón pasa en frente de esta marca, sabemos que las dos patas están al nivel.



25. El Nivel A está terminado. Estamos listos para comenzar a marcar contornos en nuestros campos.



26. Primeramente, observamos el campo en donde las barreras se construirán. Es conveniente comenzar cerca de la parte más alta del campo.



27. Cortamos unas cuantas estacas, las cuales servirán para marcar los contornos en donde se construirán las barreras o las zanjas.



28. Colocamos una estaca en el borde del campo. Desde aquí, comenzaremos a marcar el primer contorno.



29. Colocamos una pata del Nivel A en posición, al lado de arriba de la estaca, y apenas tocándola. Movemos la otra pata, hasta encontrar el punto en donde el cordón pasa en frente del punto indicado en la vara horizontal.



30. Con el cordón pasando precisamente el punto que indica que las dos patas están al nivel, colocamos otra estaca al lado de abajo de la segunda pata del Nivel A, y apenas tocándola.



31. Ahora levantamos el Nivel A, y seguimos adelante.



32. Colocamos la primera pata del Nivel A al lado de arriba de la segunda pata.



33. De nuevo, ajustamos la segunda pata del Nivel A, hasta que el cordón indica la posición nivel. Colocamos otra estaca más abajo de la segunda pata.



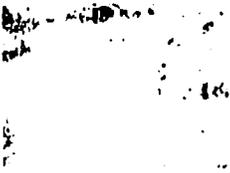
34. Continuamos de esta manera, hasta llegar al otro lado del campo. Verá que habremos puesto una línea de estacas, la cual nos indicará donde se hará la primera barrera al contorno. Pero no basta con una sola barrera.



35. Hay que construir una barrera por cada metro y medio de diferencia en elevación. En laderas con mucha pendiente, los contornos estarán cercas, uno al otro. En campos con poco declive, estarán más lejos.



36. Un método fácil de medir el metro y medio de diferencia en elevación entre contornos es retroceder hacia abajo desde la primera línea de estacas. Cuando las estacas están al nivel del ojo, sus pies indicarán el nivel de la segunda línea.



37. Continuamos marcando los contornos, a través de la ladera, hasta que llegamos al lado de abajo del campo.



38. Luego excavamos zanjas en las líneas indicadas por los estacas. Cada zanja debe tener medio metro de ancho, y medio metro de profundidad.



39. Sembramos hierba en el borde superior de la zanja. Una variedad alta y vigorosa como hierba elefante, napier o hierba Guinea es lo mejor.



40. Ahora, el campo está listo para la siembra, y está protegido contra la erosión.



41. Si el campo es rocoso, utilizaremos las rocas para construir barreras, siguiendo las líneas de estacas.



42. En algunos campos, tendremos que hacer barreras de los dos tipos. Donde hay piedras, haremos barreras de piedra; donde no las hay, cavaremos zanjas.



43. Cuando lleguen las lluvias, las barreras de hierba o de piedra retienen la tierra, evitando que sea llevada ladera abajo.



44. Según la tierra se acumula detrás de las barreras, se forman terrazas.



45. Al pasar unos pocos años, las barreras se verán como estas. Al retener y salvar el suelo, formando las terrazas, será mucho más fácil cultivar nuestros campos.



46. En muchas regiones de nuestro país, los suelos ya están protegidos contra la erosión con barreras al contorno.



47. Los agricultores están aprendiendo a proteger sus campos, sembrando siempre en hileras al contorno.



48. Al ver una ladera con barreras al contorno como estas, sabemos que aquí vive un agricultor que comprende el valor de sus suelos, y sabe conservarlos...



49. ... un agricultor que sabe que el suelo es el recurso de más valor en esta tierra.



50. Fin.

PREGUNTAS PARA CONSIDERACION

1. **¿Por qué dicen que el suelo es el recurso de más valor en la tierra?**
2. **¿Cuáles son los buenos resultados de las lluvias? ¿Cuáles los malos resultados que puedan ocurrir?**
3. **¿Cuáles son las malas prácticas que siguen los agricultores en su comunidad?**
4. **¿Cuáles son las buenas técnicas que practican los agricultores en su comunidad?**
5. **¿Qué quiere decir “siembra al contorno”?**
6. **¿Cómo puede un agricultor marcar contornos al nivel en sus campos?**
7. **¿En qué parte del campo debemos empezar a marcar los contornos?**
8. **Explique el uso del “Nivel Tipo A”.**
9. **¿Cuáles son los diferentes tipos de barreras que podemos construir?**
10. **¿Cuál debe ser la diferencia en elevación entre las barreras al contorno?**
11. **¿Qué tipo de ladera necesita más barreras: una ladera con mucho declive, o una con poco declive?**
12. **¿Qué tenemos que hacer, después de marcar las líneas al contorno con estacas?**
13. **¿De qué profundidad y de qué anchura debemos hacer las zanjas?**
14. **¿Cómo se pueden utilizar piedras y hierba para evitar la erosión?**

***NOTA:** Reúnase con sus vecinos a estudiar estas recomendaciones. Debe recordar que hay muchos otros problemas para solucionar y que usted solo no puede hacerlo. Los mismos problemas pueden ser resueltos cuando los individuos y las comunidades trabajan juntos, cada persona contribuyendo y cooperando para alcanzar una meta común.*

Materiales para orientación en desarrollo comunal, agricultura, planificación familiar y salud.

VECINOS MUNDIALES

Sede Internacional – 5116 North Portland Avenue – Oklahoma City, Oklahoma 73112 U.S.A.



**MATERIALES PARA
EL DESARROLLO**

AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT
WASHINGTON, D.C. 20523

INFORMATION MEMORANDUM

SUBJECT: Availability of Other S&T/FENR Agro-forestation
TECHNICAL SERIES Publications

Information on other subjects is available in the S&T/FENR Agro-forestation TECHNICAL SERIES given below. The numbering of this series has little relevance to the chronological order of the articles, publications or compilations. Rather, this is a list of subjects that I put together based on information that I feel is not easily available to field people. At that time, I gave a SERIES # to each subject on my list, and when I have enough information to cover the subject adequately, I complete the compilation. As new subjects come to light, I add them to the list.

As of this date, TECHNICAL SERIES # 1, 2, 4, 6, 7, 10, 12, and 14 through 31 are available. If you desire additional copies or a copy of one which you have not received, or would like me to mail copies to host country technicians or others, let me know and I will send the copies requested.

- #1. Selected Tree Seed Sources in Australia, India, Holland and the United States. However, this publication is dated, and I suggest that you send for a copy of Multipurpose Tree & Shrub Seed Directory (May 1986), International Council for Research in Agroforestry (ICRAF), P.O. Box 30677, Nairobi, Kenya.
- #2. The Potential of Starch Graft Polymers "Super Slurpers" for Forestry and Agriculture
- #3. Minimizing Livestock Damage to Trees Through the Use of Trenching, Living Fences and Game Repellant
- #4. The Comparative Advantages and Disadvantages of Root Trainers, Dibble Tubes, Plastic Bags and Bare-Rooting
- #5. Neem (Azadirachta indica juss): The Cornucopia Tree
- #6. Windbreak and Shelterbelt Technology for Increasing Agricultural Production
- #7. Growth Yield Increase of Trees Through Fertilization
- #8. Ground Preparation: Hillside Ditching, Catchment Systems, Trenching, Placement of Trees on Terraces to Increase Establishment and Growth Rate of Trees
- #9. Advantages of Vegetative Propagation and Tissue Culture for Seed Orchard Establishment
- #10. Casaurinas: Trees of Promise
- #11. Termite and Rodent Protection for Seedlings and Trees

- #12. Agroforestry Systems Using Contour Hedgerows for Soil Erosion Control, Plant Material Reproduction, Soil Improvement and Forage and Fuelwood Production (S&T/AGR Tech Series Bull. #26)
- #14. Jojoba: A Promising New Crop For Arid Lands
- #15. Solar Curing Barns, Fast-Growing Trees and Agroforestry Offer A Solution to the Deforestation Caused by Tobacco Production in Thailand, Tanzania, Sri Lanka, Nepal, Philippines and Other Developing Countries
- #16. Excerpts from: Evaluation of and Recommendations for Research on Fast-Growing Tree Species for Wood Energy Production in the Dendro-Thermal, Charcoal Production and Gasification for Irrigation Projects in the Philippines
- #17. Leucaena leucocephala: A Tree That "Defies the Woodcutter"
- #18. State-of-the-Art: Acacia albida
- #19. Guide Book for Rural, Cottage and Small and Medium Scale Industries and Paddy Rice Cultivation
- #20. Soils, Crops & Fertilizer Use (Peace Corps)
- #21. Handbook of Tropical and Subtropical Horticulture (USAID)
- #22. World Literature on Leucaena
- #23. Paulownia, "The Princess Tree," an Excellent Candidate for Agroforestry
- #24. Utilization of Neem (Azadirachta indica juss) and Its By-Products
- #25. Leucaena leucocephala: An Excellent Feed for Livestock
- #26. Living Yam Poles (English or French)
- #27. Moringa: A Tree That Purifies Water and Whose Leaves and Fruits Are Rich in Vitamins A & C, Protein, Calcium, Iron and Phosphorus
- #28. Fertilizing Fruit Trees with Leucaena and Other Legumes Results in Increased Growth and Yields
- #29. Contour Hedgerows for Fodder, Planting Stock, Fuelwood and Increased Food Production and for Minimizing Soil Erosion in Highland Regions
- #30. More Tree Planting Through School Nurseries

If you have any comments on the relevance of this information, I would like to hear from you.

Michael D. Benge
Agroforestation Officer
Bureau for Science and Technology
Office of Forestry, Environment, and
Natural Resources (S&T/FENR)
Rm. 515-D, SA-18
Agency for International Development
Washington, D.C. 20523
February 27, 1987