

POTENCIAL DE TRES LEGUMINOSAS PARA CULTIVO
EN CALLEJONES EN TERRENOS DE LADERA

• P O R

Julio Fuentes Toro

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION

DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROFIS:	6422
FECHA:	8/sep/93
ENCARGADO:	VILLARREAL

EL ZAMORANO, HONDURAS

Abril, 1993

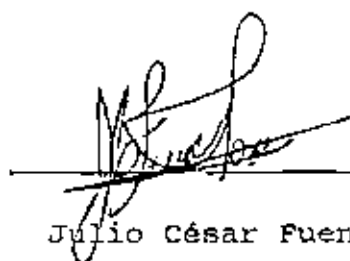
RECIBIDO 05 MAYO 1993

POTENCIAL DE TRES LEGUMINOSAS PARA CULTIVO EN CALLEJONES EN
TERRENOS DE LADERA

Por

Julio César Fuentes Toro

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos del autor.



Julio César Fuentes Toro

Abril - 1993

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios sobre todas las cosas por haberme permitido ser lo que soy hoy.

A mi madre por todo su amor y comprensión, a mi padre por todo su apoyo, a mis hermanos, tíos y a mi abuelo.

Y en memoria de mi abuelita Carminda (Q.D.D.G.)

AGRICULTURA WILSON TORRES
 ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
 1972

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor principal Dr. Silvio E. Viteri por sus consejos y apoyo, y a mis asesores secundarios Dr. Juan Carlos Rosas e Ing Nelson Agudelo por su colaboración.

A mis compañeros de trabajo en la sección de Microbiología de Suelos Luis Caballero, Robert Walle, Marieza, Tomasa y Joaquin y a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la culminación de este trabajo.

A la GTZ por haber financiado mis estudios.

A mis amigos de siempre Jeromino Vélez, Gerardo Torres, Randolpho Fúnez, José Luis Matamoros y Santiago Mejía por todo los buenos ratos que pasamos en la EAP.

A Gaby por los momentos felices que pasamos juntos.

Y a Bueso y Reconco, sigan adelante.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pag
Título	i
Derecho del autor.	ii
Dedicatoria.	iii
Agradecimientos.	iv
Tabla de contenidos.	v
Índice de cuadros.	vii
Índice de anexos.	viii
I. INTRODUCCION.	1
II. REVISION DE LITERATURA.	4
A. Definición de Agroforestería	4
B. Uso de <i>Cajanus cajan</i> en cultivo en callejones.	8
C. Uso de <i>Leucaena</i> en cultivo en callejones.	10
D. Uso del madreando en cultivo en callejones.	16
III. MATERIALES Y METODOS	21
A. Etapa 1. Establecimiento del Ensayo.	21
1. Selección del terreno	21
2. Reconocimiento del terreno.	21
3. Determinación de las obras físicas.	24
4. Construcción de las obras físicas.	24
5. Establecimiento de las barreras vivas	24
a. Vivero	24
b. Trasplante	25
c. Siembra directa.	25
6. Trazado de las parcelas	25
7. Mantenimiento	26
B. Etapa 2. Incorporación de la Biomasa al suelo.	26
1. Siembras de 1991.	26
a. Siembra de primera	26
b. Siembra de postrera.	27
2. Siembras de 1992.	27
a. Siembra de primera	28
1) Tratamientos.	28
2) Poda e Incorporación de biomasa	28

3) Siembra	29
4) Fertilización	29
5) Labores de campo.	29
6) Diseño experimental	30
7) Variables	30
b. Análisis foliar de las barreras	
vivas	30
c. Siembra de postrera	31
1) Tratamientos	31
2) Incorporación de Biomasa	31
3) Siembra.	31
4) Fertilización.	32
5) Labores de campo	32
6) Variables estudiadas	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.	34
V. CONCLUSIONES.	50
VI. RECOMENDACIONES	51
VII. RESUMEN	52
VIII. LITERATURA CITADA	55
IX. ANEXOS.	60

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Producción de biomasa de tres leguminosas usadas como barreras vivas en terrenos de laderas.	35
Cuadro 2. Contenido de nutrimentos en el follaje de las leguminosas usadas en el estudio . . .	39
Cuadro 3. Cantidad de N, P, K, Ca y Mg agregado al suelo a través de la incorporación de biomasa de las leguminosas	39
Cuadro 4. Efectos de la incorporación al suelo de la biomasa de las leguminosas sobre el crecimiento de maíz	41
Cuadro 5. Efecto de la incorporación biomasa al suelo de tres leguminosas sobre la nodulación y crecimiento de frijol común . .	41
Cuadro 6. Efectos de la incorporación de biomasa al suelo de tres leguminosas sobre el crecimiento y rendimiento de grano del frijol común	43
Cuadro 7. Efectos de la incorporación de biomasa de tres leguminosas sobre algunas características químicas del suelo.	46
Cuadro 8. Efectos de la incorporación de biomasa de tres leguminosas sobre las variación en el contenido de potasio, calcio y magnesio del suelo	48

INDICE DE ANEXOS

	Pag
Anexo 1. Esquema del perfil del suelo en tres sitios del terreno donde se efectuó el experimento. Lizapa, Honduras, 1992.	61
Anexo 2. Clave dicótoma para la selección de las prácticas de conservación de suelos.	62
Anexo 3. Distribución de los tratamientos en el terreno de ladera. Lizapa, Honduras, 1992. . .	63

I. INTRODUCCION

En la mayoría de las regiones agrícolas de Honduras, los sistemas de producción son de subsistencia; es decir, los agricultores producen granos básicos casi exclusivamente para autoconsumo. En la mayoría de casos, las áreas destinadas a este sistema de agricultura son las laderas, las cuales, debido al efecto constante de la erosión presentan un grado de la productividad de suelo muy bajo. En consecuencia, los rendimientos son muy bajos ni siquiera alcanzan a cubrir la demanda de granos básicos a nivel familiar. La agroforestería se presenta como una buena alternativa para ayudar a solucionar este problema. Los sistemas agroforestales se definen como sistemas de manejo sostenido de la tierra, los cuales incrementan su capacidad productiva y combinan la producción de cultivos, plantas forestales y animales, en forma simultánea o secuencial en la misma unidad de terreno, aplicando prácticas culturales de la población local (Tracy y Pérez, 1986). Entre los beneficios que proporciona la agroforestería se cuentan el mejoramiento de la productividad del suelo, la producción de leña y la producción de alimento tanto para el hombre como para los animales. Este estudio está dirigido a evaluar el potencial de tres leguminosas para el establecimiento de sistemas agroforestales que garanticen el control de erosión y la producción sostenida de granos básicos y con el tiempo ayuden a suplir las necesidades de leña y forraje que generalmente tiene el agricultor. De las tres

leguminosas incluidas dos son arbóreas y una arbustiva. Las arbóreas son la leucaena (Leucaena leucocephala) y el madreao (Gliricidia sepium) y la arbustiva es el gandul (Cajanus cajan)

A. Objetivos

Los objetivos de este estudio son los siguientes:

1. General

Incrementar la producción de granos básicos en terrenos de ladera, mediante el uso de prácticas agroforestales apropiadas para el pequeño agricultor.

2. Específicos

- a. Comparar la capacidad de producción de biomasa de la leucaena, el madreao y el gandul, establecidas como barreras vivas en un terreno de ladera.
- b. Evaluar los efectos de la incorporación de la biomasa producida por cada una estas leguminosas, sobre algunas de las características que determinan la productividad del suelo.
- c. Determinar si los cambios de la productividad del suelo, influenciadas por la incorporación de biomasa, ayuden a incrementar la producción de granos básicos.

Para lograr estos objetivos el estudio se dividió en dos etapas principales. La primera etapa comprende el establecimiento del sistema agroforestal de cultivo en callejones en el campo y la segunda etapa la utilización de la biomasa producida por las barreras vivas para la

rehabilitación de la productividad del suelo. Obviamente el estudio es a largo plazo y en esta tesis, como parte de este estudio, se reportan los resultados correspondientes al primer año de la segunda etapa.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Definición de Agroforestería

Agroforestería es un sistema de manejo de tierra de acuerdo a los principios de rendimiento sostenido haciendo posible un incremento en el rendimiento total, combinando cultivos y plantas forestales y/o ganado, simultáneamente o en forma escalonada, con la aplicación de prácticas compatibles con las prácticas culturales de la población local (Bene et al., 1977) (citado por Combe y Budowski, 1978).

Agrosilvicultura comprende, en cierto sentido, un sistema de cultivos de plantas y animales, los cuales forman un ciclo biológico sencillo. En términos concretos, los componentes forestales están integrados con agricultura y ganadería, con el fin de maximizar el rendimiento y optimizar la conservación de una área determinada (Douglas et al., 1976) (citado por Combe y Budowski, 1978).

Si los árboles usados en estos sistemas son especies que fijan nitrógeno atmosférico (Leguminosa x Rhizobium y Actinorrizales x Frankia), éstos pueden contribuir a incrementar la fertilidad del suelo. Si el componente forestal es usado solo para madera, muy pocos nutrimentos son removidos del ecosistema (Combe y Budowski, 1978).

Las técnicas agroforestales se refieren al manejo de la tierra e implican la combinación de árboles forestales con granos y ganadería, o una combinación de ambos. La asociación puede ser simultánea o escalonada, al mismo tiempo y en el

mismo espacio. El objetivo es incrementar la producción por unidad de área, bajo el principio de establecer un sistema que garantice un rendimiento sostenido (Combe, 1978).

La aplicación de estas técnicas agroforestales promueven la diversificación de cultivos, baja los riesgos de producción y, en particular, facilita al pequeño agricultor el manejo de las fluctuaciones del mercado (Combe y Budowski, 1978).

La introducción de componentes forestales en asocio con cultivos anuales o perennes o con ganadería puede tener un efecto decididamente favorable para cambiar la situación de los agricultores de subsistencia (Combe y Budowski, 1978).

El cultivo de árboles dentro del cultivo agrícola se clasifica como una práctica agrosilvícola. Las prácticas agrosilvícolas, además de contribuir a la conservación de suelos, mediante la reducción del impacto del goteo y la escorrentia y el rompimiento de la fuerza del viento, aumentan el rendimiento del terreno a través de la producción de forraje, biomasa para abono orgánico, leña y madera para construcción (Tracy y Pérez, 1986).

Las prácticas agrosilvícolas más conocidas en pequeñas fincas de ladera incluyen cercos vivos o hileras de árboles como complemento a otras obras de conservación de suelos (Tracy y Pérez, 1986).

El cultivo en callejones es un sistema agroforestal donde se siembran cultivos alimenticios entre barreras de árboles, preferiblemente leguminosas de rápido crecimiento,

establecidas en contorno de la ladera. Las barreras se manejan como setos que se podan varias veces durante la época de lluvias para proporcionar abono verde a los cultivos y evitar el exceso de sombra. La experiencia en varios países indica que este sistema puede mantener los rendimientos de maíz a un nivel de 1.9 t/ha en forma sostenible (Lathwell, 1990; Leonard, 1992). Estos mismos autores realizaron podas durante el crecimiento de árboles utilizados como cultivo permanente. La biomasa resultante fue incorporada o aplicada como mulch al suelo en las hileras del cultivo anual. La incorporación del material podado al suelo suministro más nitrógeno al cultivo anual que su aplicación como mulch. Este menor aporte, fue debido a la volatilización del N del mulch, en forma de amoníaco.

Los sistemas agroforestales han sido identificados como una alternativa de gran potencial en las estrategias de manejo sostenido de los suelos tropicales, debido a su potencial para mantener la fertilidad inicial del suelo y el rendimiento de los cultivos por más tiempo y además diversificar el sistema de producción buscando una mejoría en la condición económica del agricultor. El sistema de cultivo en callejones ha sido considerado como uno de los más versátiles, efectivos y fácilmente adoptables por la mayoría de agricultores (DiStefano, 1991). En la mayoría de ensayos realizados en varios países, se ha logrado aumentar el rendimiento en forma sostenible, especialmente donde la fertilidad del suelo es

relativamente baja. Por ejemplo, en un ensayo de seis años en Nigeria, el rendimiento de maíz bajo este sistema se mantuvo a un promedio de 2 t/ha en comparación con un promedio de 0.6 t/ha en el testigo (Leonard, 1992).

Los resultados de otros ensayos indican que el sistema puede proveer un total de N que fluctúa entre 97.4 y 162 kg/ha por año. De esta cantidad entre 32 a 78 kg/ha están inmediatamente disponibles para el cultivo; el resto se pierde por volatilización y/o lixiviación, de la misma forma como ocurre en el caso de abonos químicos nitrogenados, por ejemplo la urea (Leonard, 1992).

Se ha demostrado además que el uso de abono verde o leguminosas como mulch es biológica y económicamente eficiente, tanto para restaurar como para mantener el nivel de nitrógeno del suelo para la producción de granos básicos. Probablemente esto es debido al proceso de liberación del nitrógeno de los abonos orgánicos el cual es totalmente diferente al que ocurre en los fertilizantes químicos (Palm y Sánchez, 1989).

La lista de las características básicas que deben tener las especies de árboles usadas en cultivo en callejones reportada por Kang *et al.* (1990) incluye facilidad de establecimiento, sistema radical profundo, rápido crecimiento, tolerancia a la poda y alta producción de follaje. La habilidad de fijar nitrógeno debe estar correlacionada con un alto contenido de nitrógeno en las hojas y una rápida

descomposición, cuando dicha biomasa es incorporada al suelo como materia orgánica.

Otras características deseables que se deben tener en cuenta en la selección de especies de árboles para agroforestería son la arquitectura del árbol, patrones de enraizamiento, fenología y composición química y nutricional de las hojas (Palm, 1991).

B. Uso de *Cajanus cajan* en cultivo en callejones

Mediante investigaciones de laboratorio y campo, se ha encontrado que las hojas de leguminosas con alto contenido de polifenoles solubles (*Inga edulis* y *Cajanus cajan*) se descomponen y mineralizan el nitrógeno a una tasa más lenta que las que tienen bajo contenido de polifenoles (*Erythrina* sp). La mayor liberación de nitrógeno para las tres especies anteriores ocurrió durante el primer mes después de su incorporación al suelo, lo cual coincidió con la mayor descomposición de la biomasa (Palm y Sánchez, 1989). En un experimento con arroz, en el cual en la primera cosecha se aplicaron 3.3 t/ha de mulch de cada una de estas leguminosas, se encontró que *Cajanus cajan* liberó 24 kg/N/ha, *I. edulis* 27 kg/N/ha y *Erythrina* sp 40 kg/N/ha. En la segunda cosecha se compararon las mismas cantidades de mulch con una fertilización de 100 kg/N/ha. Con *C. cajan* el rendimiento fue de 1.35 t/ha, con *Inga* 1.97 y con *Erythrina* sp. 1.22; mientras que con fertilización el rendimiento fue solo 0.97 t/ha. (Palm

y Sánchez, 1989).

Además, se ha encontrado que Cajanus cajan es una especie tolerante al aluminio, al igual que Leucaena diversifolia, la cual presenta un adecuado desarrollo en terrenos con problemas de toxicidad debido a este elemento (Palm y Sánchez, 1989).

Delgadillo et al. (1991) combinó cuatro especies de leguminosas arbóreas (Inga edulis, Cajanus cajan, Erythrina sp. y Gliricidia sepium) con cultivos anuales de arroz y frijol. La primera poda de las especies arbóreas se realizó a los 7 meses después de la siembra, a alturas de 25, 50 y 75 cm, a excepción de G. sepium, debido a su lento crecimiento. La poda a 25 cm produjo la mayor cantidad de biomasa para las tres especies, debido a que se aportó mayor cantidad de tallos que en las otras alturas de poda. Dicha cantidad fluctuó entre 2.9 a 3.8 t/ha. En promedio, independiente de la altura de poda, la especie que más aportó biomasa al suelo fue Cajanus cajan con 2.9 t/ha, posiblemente debido a la mayor producción de tallos y ramas con relación a las hojas. Respecto al tiempo de descomposición de la biomasa, C. cajan ocupó el segundo lugar después de la Erythrina sp.. La mayor altura de planta en el cultivo de arroz se obtuvo en los callejones de C. cajan, debido posiblemente a la competencia por luz, ya que C. cajan, desarrolló alturas considerables. Como consecuencia de la altura de planta alcanzada por el arroz en los callejones de C. cajan ocurrió un acame de 50-80% y el rendimiento fue de 1.61 t/ha.

Locatelli et al. (1991) observó que las podas favorecieron la sobrevivencia de Cajanus cajan y que el corte de ramas secas promovía nuevos brotes.

Carsky (1989) (citado por Lathwell, 1990) reportó que Cajanus cajan agregaba al suelo 10.4 ton/ha de materia seca y 229 Kg/ha de nitrógeno. Además, determinó la acumulación en el suelo del nitrógeno mineralizado, entre 0 a 70 días después de la incorporación del material verde de la leguminosa, y encontró que en el caso del Cajanus cajan a los 0, 25, 42, 56 y 70 días se acumularon 3, 62, 85, 68 y 61 kg de N/ha, respectivamente.

C. Uso de Leucaena en cultivo en callejones

En ensayos establecidos en la región sur de Honduras, se obtuvo un buen crecimiento de cipia (Leucaena salvadorensis), leucaena (Leucaena leucocephala) y madreao (Gliricidia sepium), en sitios con pH arriba de 5 y alturas menores de 600 m. En 6 meses, la cipia y la leucaena alcanzaron alturas de 2.5- 3.0 metros y el madreao casi 2 m (Leonard, 1992).

Salazar y Palm et al. (1989) estudiaron tres especies de leguminosas para agroforestería, Inga edulis, Erythrina sp. y Leucaena leucocephala, usando dos anchos de callejones (4 y 8 m) y dos testigos, uno dejando los residuos del cultivo anterior en el campo y el otro sin residuos. Estas especies mostraron una alta sobrevivencia a los tres meses, pero I. edulis y L. leucocephala crecieron más lento y fueron atacadas

por insectos defoliadores. Las podadas se efectuaron a los 7 y 11 meses después de la siembra. En el primer corte la producción de biomasa para las tres especies fue moderada en ambos anchos de callejones. En el segundo corte, en el ancho de 4 m, Inga, Erythrina y Leucaena produjeron 5.3, 4.6 y 2.5 t/ha, respectivamente. Mientras el aumento del segundo corte con relación al primero, en el callejón de 8 m, fue de 34, 25 y 299%, en el ancho de 4 m el incremento fue de 30, 18 y 474%, respectivamente. La mayor producción de biomasa para las tres especies resultó con el ancho de callejones de 4 m. La proporción de hojas fue de 75% para I. edulis, 43% para Erythrina y 59% para L. leucocephala. Esta proporción es importante, en cuanto a liberación de nutrimentos se refiere, ya que las hojas se descomponen más rápidamente que los tallos. Según reportes en la literatura las hojas de leucaena contienen más K, Ca, y Mg que las hojas de Inga pero niveles similares de P y N (Palm y Salazar 1989).

En otro estudio realizado con arroz, en el cual se agregó mulch de tres leguminosas (Inga edulis, Erythrina sp., y Leucaena leucocephala), se obtuvo un mayor rendimiento cuando se agregó mulch de L. leucocephala; el rendimiento aumentó a medida que se incrementó la cantidad de mulch. Mientras en el control el rendimiento fue de 1818 kg/ha, al agregar 10 t/ha/año el rendimiento se incrementó a 2163 kg/ha y con 20 t/ha/año a 2305 kg/ha/año. La producción de grano en las hileras del cultivo más cercanas a las hileras de árboles

disminuyó, comparada con las hileras del cultivo más lejanas. Con relación a los cambios en las propiedades químicas del suelo, el P disponible decreció de 6 a 4 mg/l, y el K de 0.18 a 0.14 cmol(+)/l. El Ca y Mg intercambiables incrementaron su contenido de 17 a 21 cmol(+)/l y 2.0 a 2.8 cmol(+)/l, respectivamente. El pH, en la capa arable del suelo (0-15 cm), se mantuvo en el rango de 5.8- 6.0 (Salazar *et al.*, 1989).

En un estudio, utilizando un diseño de bloques completos al azar, se comparó el rendimiento de hortalizas en parcelas dentro de una cerca viva de leucaena con parcelas libres de barrera viva. Las parcelas con setos de leucaena tenían 15 m de barrera viva distanciados 1 y 2 m. Las parcelas sin barreras vivas recibieron una dosis de nitrógeno equivalente a 100 y 200 kg/ha. Las hojas y los tallos de leucaena fueron incorporados antes de la siembra en los surcos de las parcelas correspondientes como fuente de nitrógeno y agregados como mulch después de la siembra. La primera siembra fue de repollo y el rendimiento en las parcelas con leucaena fue muy bajo comparado con aquel de las parcelas sin barrera viva. El primer reforzamiento con mulch de leucaena se hizo en la etapa de establecimiento de los setos de leucaena. La segunda siembra se hizo con maíz dulce y ya no se observó diferencias significativas entre los tratamientos con leucaena y el control suplementado con nitrógeno. El nitrógeno aportado por la leucaena ascendió a 67 y 136 kg/ha para la primera y segunda siembra, respectivamente (Demeterio, 1988).

En otro ensayo de cultivo en callejones, utilizando Leucaena leucocephala y Flemingia macrophylla como barreras vivas, con y sin fertilización, en una zona de altura media (1200 msnm) y clima semi-árido (900 mm de precipitación), se monitoreó los cambios de humedad del suelo durante el desarrollo del cultivo de maíz por medio de tensiómetros instalados en las parcelas. El agotamiento de la humedad fue similar bajo los setos y bajo las hileras de maíz, pero significativamente mayor en las parcelas con setos fertilizados comparado con las parcelas con setos no fertilizados. La leucaena produjo más biomasa que la flemingia, pero en las parcelas sin fertilización la aplicación al suelo de la poda de flemingia resulto en mayor rendimiento de maíz que cuando se aplicó podas de leucaena. Este estudio demostró que bajo condiciones de baja fertilidad leucaena extrajo más nutrimentos del suelo que flemingia lo cual causó una disminución en el crecimiento y rendimiento del maíz (Chirwa et al., 1991).

En cultivos continuos de maíz con barreras vivas de leucaena, distanciada 1 m y podadas cada dos meses durante un período de cuatro años en un terreno de ladera, la erosión fue reducida 2.5% y el rendimiento de maíz incrementado 380%, con relación al control (Benge, 1987; citado por Kang et al., 1990).

Duguma et al (1988) (citado por Palm, 1991) incluyó las especies Leucaena leucocephala, Gliricidia sepium y

Sesbania sesban en un estudio, en el cual las especies fueron podadas en una combinación de varios intervalos de tiempo (1, 2, 3 y 6 meses) y de alturas (25, 50 y 100 cm). Las tres especies aumentaron su producción de biomasa cuando se incrementó la altura de poda y el intervalo de tiempo entre podas. L. leucocephala tuvo la mayor producción de biomasa en todas las alturas y frecuencias de poda.

Kang et al. (1985) (citado por Lathwell, 1990) encontraron que el rendimiento de maíz cuando se agregó podas de leucaena fue de 2 t/ha mientras que sin podas el rendimiento fue solo 0.5 t/ha. La incorporación de biomasa de leucaena a cada cosecha de maíz representó un aporte al suelo de 110 kg N/ha. Cuando las parcelas además de la biomasa recibieron una fertilización de 80 kg N/ha (190 kg N/ha en total) la producción de maíz se incrementó a 3.3 t/ha. Esto demuestra que una aplicación combinada de N y podas de leucaena incrementan el rendimiento de maíz.

En otro estudio, la incorporación de mulch de leucaena, a un nivel de solo 5 ton/ha, no mostró incrementos significativos en el rendimiento de maíz. Sin embargo, cuando la aplicación subió a 40 ton/ha, el rendimiento de maíz se incrementó significativamente comparado con el rendimiento obtenido con la fertilización recomendada de 100, 40 y 8 kg de N, P, y K, respectivamente (Rodríguez et al., 1988).

En un estudio realizado con arroz y maíz en cultivo en callejones en suelos aluviales se evaluaron tres especies de

leguminosas (Inga edulis, Erythrina sp. y Leucaena leucocephala), con dos anchos de callejones (4 y 8 m). El diseño experimental fue el de parcelas divididas, con anchos de callejones en las parcelas principales y las leguminosas en las subparcelas. Se incluyeron además dos testigos (sin árboles), uno en donde los residuos del cultivo anterior fueron dejados en el campo y el otro donde los residuos fueron retirados. El rendimiento de arroz mostró, un ligero incremento en los tratamientos, un considerable incremento en el control con residuos y una disminución en el control sin residuos. Con el tiempo, el maíz mostró un marcado incremento en la producción de grano en los tratamientos, y una notoria disminución en los controles. Con respecto a las características químicas del suelo, los tratamientos mostraron un incremento del Ca y Mg, lo mismo que en el control con residuos, pero decreció en el control sin residuos; los niveles de P decrecieron en todos los tratamientos. Tanto la acidez como el K decrecieron en todos los tratamientos, con excepción del control sin residuos, en donde la acidez se incrementó notoriamente. El nitrógeno se incrementó en los tratamientos y decreció en los controles (Salazar, 1991).

Kang y Ghuman (1991) condujeron un experimento de cultivo en callejones en el cual utilizaron L. leucocephala y G. sepium con dos anchos de callejones, 2 y 4 m, y dos controles, uno sin arado y el otro con arado. Los resultados mostraron que durante la época seca, la leucaena tuvo un

crecimiento sustancial de 3 m, en menos de 3 meses. En la primera poda la Leucaena produjo alrededor de 40% más biomasa que el G. sepium. El rendimiento de maíz en los callejones de leucaena fue 45% mayor que en el control con arado, y 37% mayor que en el sin arado. El mayor rendimiento de maíz se obtuvo con leucaena, en un ancho de callejones de 2 m.

D. Uso del madreajeo en cultivo en callejones

En un experimento efectuado con el fin de estudiar los efectos del madreajeo (Gliricidia sepium) y el ipil-ipil (Leucaena leucocephala) a diferentes niveles de aplicación como mulch, se mostraron incrementos significativos en la producción de maíz. La incorporación de mulch de madreajeo a nivel de 30 t/ha, produjo un rendimiento de maíz superior al control sin fertilización y sin aplicación de mulch y similar al obtenido con una fertilización de 100, 40, 8 kg/ha de N, P y K, respectivamente. El ipil-ipil mostró resultados similares con aplicaciones de 40 t/ha de mulch (Rodríguez et al., 1988).

En otro estudio se evaluaron los efectos de Gliricidia sepium y Erythrina poeppigiana en combinación con aplicación de N sobre la producción de maíz (Zea mays) y frijol (P. vulgaris). El diseño experimental fue de parcelas divididas. Las parcelas principales estuvieron representadas por los niveles de N (150 y 0 kg/ha/año, en forma de nitrato de

amonio) y la subparcela por las leguminosas (Gliricidia sepium o Erythrina poeppigiana), establecidas como barreras vivas. Sin fertilización el rendimiento de maíz y frijol fue bajo, mientras que con la aplicación de 150 kg/ha de N se incrementó el rendimiento de frijol pero se redujo el del maíz. Sin fertilización, la producción de biomasa fue mayor para G. sepium que para E. poeppigiana y con el nivel de 150 kg/ha de N la producción de biomasa de G. sepium se incrementó y la de E. poeppigiana se mantuvo al mismo nivel (Sánchez *et al.*, 1990).

En cinco años de trabajo con cultivo en callejones con maíz y frijol, los mejores resultados fueron obtenidos con Gliricidia sepium con espaciamientos de 3 m entre callejones y 0.5 m entre plantas. El cultivo en callejones y las aplicaciones de mulch no tuvieron efecto significativo sobre la materia orgánica del suelo ni sobre el nitrógeno total, pero tuvieron un incremento en los cationes intercambiables (Jiménez *et al.*, 1988).

Palada *et al.* (1988) estudiaron los efectos del cultivo en callejones sobre el rendimiento de maíz-yuca y maíz-caupí en secuencia, utilizando parcelas con setos de Gliricidia sepium y Leucaena leucocephala con y sin fertilización, comparadas con un control sin setos y con fertilización. En el primer año de establecimiento de los setos, no se aplicó biomasa al suelo. El rendimiento de maíz y yuca no fue afectado por las hileras de leucaena y madreaje, pero el de

caupí fue reducido significativamente debido a la sombra de los setos. En el segundo año, con la aplicación de la biomasa resultante de las podas se observó un efecto positivo en el rendimiento de maíz y caupí con la biomasa de madreaje sin fertilizar. Este rendimiento fue similar al de las parcelas sin setos pero fertilizadas. Ambas barreras vivas redujeron el rendimiento de yuca en 15-35%; leucaena afectó más la reducción del rendimiento de yuca comparada con Gliricidia. Atta-Krah y Sumberg (1987) (citados por Kang et al., 1990) compararon los efectos del espaciamiento entre plantas en el crecimiento y producción de biomasa de la siembra directa de Gliricidia. Ellos observaron que, tres años después de la siembra, las plantas con mayor espaciamiento tenían tallos más gruesos que las plantas con menor espaciamiento. La mayor producción de biomasa se obtuvo en las parcelas establecidas con siembra directa y con el espaciamiento de 8 y 10 plantas por metro.

El potencial del cultivo en callejones con maíz y barreras vivas de L. leucocephala y Gliricidia sepium fue estudiada en el suroeste de Camerún. Las hileras de barreras vivas fueron sembradas cada 4 m dentro de las cuales se sembró maíz; estas barreras fueron podadas a 1 m de altura y la biomasa fue colocada como mulch en los surcos de maíz, 4 semanas después de la siembra. Los tratamientos estudiados fueron 4 niveles de N y mulch de dos leguminosas. En 1989 los tratamientos con N produjeron mayor rendimiento que los

tratamientos con mulch. En 1990 el tratamiento con mulch de leucaena produjo un rendimiento significativamente mayor (3.4 t/ha) que los demás tratamientos. El N proveído por madreajeo y leucaena fue de 22 y 33 kg/ha en 1989 y 77 y 176 kg/ha en 1990, respectivamente (Woldetatis et al., 1991).

Delgadillo et al. (1991) estudiaron el rendimiento de maíz, yuca y frijol sembrados como monocultivos y en asociación en cultivo en callejones de Erythrina poeppigiana y Gliricidia sepium por tres años consecutivos. Los rendimientos de los tres cultivos fueron pobres independientemente del sistema de siembra, debido al nivel de degradación que presentaba el suelo. Con la adición de cal y fertilizantes en el segundo año se lograron rendimientos aceptables los cuales disminuyeron durante el tercer año. Los sistemas de cultivos evaluados influenciaron por igual las propiedades físico-químicas del suelo. Durante el período de estudio el pH del suelo aumento desde 4.4 hasta 5.1, como resultado de la aplicación de cal a razón de 1 t/ha en el segundo año. Este aumento no causó una disminución en la saturación de Al debido a que los cultivos extrajeran una cantidad considerable de Ca, K y Mg. El contenido de materia orgánica del suelo no varió significativamente durante el estudio. El contenido de P disponible disminuyó con el tiempo en proporción a la extracción realizada por los cultivos. El único elemento que aumentó su disponibilidad con el tiempo fue el K.

Locatelli et al. (1991) en su estudio realizado con 10 especies de árboles leguminosas en un sistema de cultivo en callejones concluyó que G. sepium presentó concentraciones elevadas en sus hojas de la mayoría de nutrimentos analizados para el N la concentración fue de 3.61%, Ca 1.06%, Mg 0.27%, K 1.87% y P 0.25%.

Kang y Ghuman (1991) estudiaron Gliricidia sepium y Leucaena leucocephala, en cultivo en callejones, con dos anchos de callejones (2 y 4 m) y dos controles, uno sin arado y el otro arado. Los resultados demostraron que a un ancho de 4 m con G. sepium, el rendimiento de maíz fue mayor que en los controles.

III. MATERIALES Y METODOS

A. Etapas 1: Establecimiento del sistema agroforestal de cultivo en callejones en el Campo

1. Selección del terreno

El lote seleccionado para la ejecución de este ensayo fue un terreno de ladera en la comunidad de Lizapa, con una altura de 760 msnm, a 10 km de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), municipio de San Antonio de Oriente, departamento de Francisco Morazán, Honduras.

2. Reconocimiento del terreno

En el terreno se tomó la pendiente promedio, con un nivel de burbuja, la cual resultó ser de 45%. Además para hacer una descripción detallada del perfil del suelo se abrieron tres calicatas, la primera en la parte más alta de la ladera, la segunda en la parte media y la tercera en la parte baja. En la primera calicata (parte superior) se encontraron dos horizontes, el de intersección AC y el C. El AC presenta las características siguientes: profundidad 0-15 cm, color 7.5 YR 7/2 (gris encendido), textura arcillo-arenoso con grava, sin estructura, sin consistencia, abundante en micas, presencia de raíces muy finas y abundancia de grava gruesa. El horizonte C cuya profundidad empieza a los 15 cm tiene un color 5 YR 7/2 (gris encendido), textura arenosa con bastante grava y piedra angular, sin estructura ni consistencia, sin poros y con ausencia de raíces.

En la segunda calicata (parte intermedia) se encontró un suelo amorfo sin desarrollo con tres horizontes, AC, IC y C. El AC

con una profundidad de 0-17 cm, color 5 YR 6/3 café rojizo claro, textura arenoso-franco con abundante grava angular, sin estructura ni consistencia, con frecuencia de raíces muy finas y presencia de micas finas. El 1C tiene una profundidad que va desde los 17 hasta los 41 cm, color 5 YR 6/4 café rojizo claro, textura arenoso-franco con mucha grava y micas abundantes. El horizonte C comienza a una profundidad de 41 y en él se observa presencia de grava y piedras pequeñas y medianas, sin estructura y bien drenado.

En la tercera calicata (parte inferior) se encontraron tres horizontes, A₁, AC y C. El horizonte A₁ con una profundidad de 0-10 cm, color 7.5 YR 6/2 gris encendido, textura franco-arenoso con algunas gravas, sin estructura, con una consistencia friable, no adherente ni plástico, presencia de grava angular, con mucho poros y presencia de raíces finas. El AC tiene una profundidad que va desde los 10 hasta los 30 cm, color 10 YR 5/4 café amarillento, textura franco-arcillo-arenoso, sin estructura, consistencia dura en seco, ligeramente plástico y no adherente, sin poros, con presencia de grava mediana y frecuencia de raíces muy finas. El C cuya profundidad va desde los 30 hasta los 60 cm, presenta un color 7.5 YR 5/4 café, presencia de gravas y piedras, sin estructura ni consistencia, sin poros, ausencia de micas y con muchas raíces finas y medianas.

El número de horizontes encontrados en el perfil de la parte superior y media de la ladera indican que se trata de un suelo

decapitado es decir, que el horizonte A prácticamente no existe, debido a la erosión.

De acuerdo con estas características su clasificación corresponde a la de un suelo arenoso-franco Typic ustorthents, cuyo material parental es de origen volcánico (ignimbrita riolítica), con pedregosidad superficial y localizado en un clima ustico. El esquema de los cuatro horizontes del suelo se detalla en el anexo 1. Según Buol et al (1980) el horizonte A_1 , conocido como horizonte mineral, se caracteriza por que se forma en la superficie o adyacente a ella, en las cuales el aspecto importante es una acumulación de materia orgánica humificada íntimamente asociado con la fracción mineral y por consiguiente de un color más oscuro que los horizontes subyacentes. El horizonte AC, es un horizonte de transición entre A y C, que tiene propiedades subordinadas de A y C, pero no está dominado por características propias de A o C. El horizonte 1C representa una transición del horizonte A y C pero en el cual predominan las características de C. En el horizonte C se permiten muchos tipos de alteraciones en el material. Alteraciones por intemperización química en la profundidad del suelo son aceptables comúnmente bajo este horizonte. Es afectado poco por los factores de formación del suelo, está fuera de la zona de mayor actividad biológica y tiene acumulación de carbonatos de Ca y Mg o sales más solubles.

3. Determinación de las obras físicas

Con base en las características del perfil del suelo, se procedió a determinar las obras físicas de conservación más adecuadas para dicho terreno utilizando la clave dicótoma (ver anexo 2) que se encuentra detallada en el manual de prácticas de conservación de la Secretaría de Recursos Naturales de Honduras (Tracy y Pérez, 1986). De acuerdo con dicha clave las obras físicas más apropiadas resultaron ser zanjás de ladera.

4. Construcción de las obras físicas

Las zanjás de laderas se trazaron y construyeron con un desnivel de 0.5% para evacuar el agua en forma controlada. Las dimensiones de las zanjás fueron de 40 cm de ancho, 30 cm de profundidad y una inclinación del talud de 0.75:1. Estas zanjás de ladera fueron reforzadas con barreras vivas de las leguminosas que fueron seleccionadas para este experimento.

5. Establecimiento de las barreras vivas.

a. Vivero

Las leguminosas seleccionadas para este ensayo fueron leucaena, madreao y gandul. La leucaena y el madreao se sembraron en vivero utilizando bolsas plásticas con una mezcla de suelo:materia orgánica:arena en proporción 2:2:1. Después de la germinación, las plántulas fueron inoculadas con 1 ml por planta de medio líquido de cultivo de bacterias. Para la leucaena se utilizó la cepa EAP 4303 (TAL 82) originaria de E.U.A. y para madreao la cepa EAP 4202 (CIAT 3920) originaria de Colombia, ambas cepas pertenecen al género Rhizobium.

(Viteri et al., 1992). Después de tres meses de crecimiento en el vivero las plántulas fueron trasplantadas al campo.

b. Transplante

El transplante al campo se hizo en Junio de 1991, antes de la época de lluvias. En el campo las plántulas fueron establecidas como barreras vivas, al tres bolillo, en segmentos de 9 m cada una, a lo largo de las zanjas de ladera, a 20 cm del borde superior. La distancia entre plantas fue de 50 cm. Las leguminosas recibieron una fertilización de 30 g de 18-46-0 por planta al momento del trasplante. Para el caso de la leucaena el suelo se encaló con 50 g de cal hidratada (Ca(OH)_2) por planta para subir el pH, ya que según los reportes que se encuentran en la literatura la L. leucocephala no es tolerante a la acidez del suelo.

c. Siembra directa

El gandul fue sembrado directamente en el campo, también al tres bolillo, colocando tres semillas por postura, a 50 cm entre plantas. Esta leguminosa no fue inoculada, por no tener en la colección, en ese entonces, una cepa específica para gandul. Al igual que el madreño y la leucaena el gandul también fue fertilizado con 50 g de 18-46 -0 por postura, al momento de la siembra.

6. Trazado de las parcelas

Las parcelas fueron de 9 x 6 m, delimitadas arriba y abajo por zanjas de ladera reforzadas con la barrera viva de la leguminosa respectiva. Tanto los surcos para la siembra del

maíz como para el frijol se trazaron en cada parcela en contorno a la pendiente, separados 90 cm. Los bloques se distribuyeron de tal manera que el bloque I, quedó ubicado en la parte superior de la ladera, los bloque II y III en la parte media y el bloque IV en la parte más baja del lote. Los tratamientos dentro de cada bloque fueron distribuidos al azar (ver anexo 3).

7. Mantenimiento

Se hicieron limpiezas con machete para eliminar las malezas que crecieron en el área correspondiente a las barreras vivas y a las parcelas. Además se aplicó Mirex (dodecacloro-octahidro-1,3,4, metano-ciclobutapentaleno) para controlar sompopos (Atta sexdens) a una dosis de 30 g por sompopera ya que podían defoliar las barreras vivas. También se hicieron chapias (corte con machete) en los taludes y limpiezas del fondo de las zanjas de ladera para evitar la proliferación de malezas y acumulación sedimentos.

B. Etapas 2: Utilización de la biomasa producida por las barreras vivas.

1. Siembras de 1991

Durante el primer año del experimento (1991), además del establecimiento de las barreras vivas se empezó a sembrar maíz y frijol en las parcelas experimentales.

a. Siembra de primera

La siembra se llevó a cabo el 25 de Junio de 1991. Se sembró el maíz híbrido B-833 de la Dekalb. La siembra se

efectuó colocando dos semillas por postura a una distancia de 40 cm entre planta y 90 cm entre surcos. Se fertilizó a una dosis de 80 kg/ha de P_2O_5 en base a 18-46-0. Debido a la fuerte sequía que se presentó en ese año y a las condiciones críticas del suelo, el cultivo no pudo desarrollarse completamente, por lo tanto se decidió incorporar el cultivo al suelo, como fuente de materia orgánica..

b. Siembra de postrera

La siembra se realizó el 16 de septiembre de 1991. Se sembró frijol común, de la variedad Dorado. La semilla no fue inoculada debido a que estaba tratada con producto químico (Malathion). Las distancias de siembra fueron de 10 cm entre planta y 90 cm entre surcos, dejando dos semillas por postura. El cultivo recibió una fertilización de 45 kg/ha de 18-46-0. El rendimiento promedio obtenido fue de 303 kg/ha. Debido a que las barreras vivas aun no estaban suficientemente desarrolladas, aún no se hicieron podas, es decir aun no se aplicaron los tratamientos a las parcelas y por lo tanto no se tomaron datos del cultivo.

2. Siembras de 1992

En el segundo año del experimento (1992), se logró empezar a incorporar la biomasa de las leguminosas producida en las barreras vivas y a evaluar sus efectos sobre las propiedades del suelo y los rendimientos de maíz y frijol. Las características químicas del suelo al inicio del experimento fueron:

REUNTELA WILSON POTENCI
ESCUELA AGRICOLA PANAMEN
APARTADO 94
CARRERA 10000, NO. 10000

pH (H ₂ O)	5.4
pH (KCl)	4.1
Materia orgánica (%)	2.4
Nitrógeno total (%)	0.1
Fósforo (ppm)	2.1
Potasio (ppm)	305.0
Calcio (ppm)	1285.0
Magnesio (ppm)	274.0

Según el análisis el pH es fuertemente ácido, el porcentaje de materia orgánica es medio, el nitrógeno total es bajo, el fósforo es extremadamente bajo, equivalente a 6.7 kg/ha de P₂O₅. El potasio y magnesio son altos, mientras que el calcio es medio.

a. Siembra de Primera

1) Tratamientos

Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

1. Maíz con barrera viva de leucaena.
2. Maíz con barrera viva de madreño.
3. Maíz con barrera viva de gandul.
4. Control regional (maíz sin barrera viva).

2) Poda e incorporación de biomasa.

Antes de la siembra de maíz en 1992 se realizaron dos podas a las barreras vivas. La primera se realizó cuando la barrera viva tenía un metro de altura a los 7 meses y la segunda a los 9 meses, después del trasplante. La biomasa cosechada en cada una de estas dos podas se pesó e incorporó,

en partes iguales, en los surcos de cada parcela antes de la siembra. Ocho semanas después de la segunda poda se hizo una tercera poda cuando el maíz ya estaba establecido, por lo tanto se colocó en forma de mulch sobre los surcos, a lado y lado de las plantas de maíz. El control no recibió biomasa de las leguminosas.

3) Siembra

La siembra tuvo lugar el 17 de Junio de 1992. Se utilizó semilla de maíz del híbrido H-29. La siembra se efectuó en surcos paralelos a las zanjas de laderas, separados a 90 cm, depositando 2 semillas por postura a 40 cm. A los 12 días, después de la germinación, se raleó dejando una planta por postura.

4) Fertilización

En la época de primera, todas las parcelas fueron fertilizadas con 45 kg/ha de 18-46-0, al momento de la siembra. La aplicación fue en forma localizada, al fondo del surco (243 g por parcela). El control recibió además una fertilización suplementaria de 45 kg/ha de urea (243 g en cada parcela), a los 30 días después de la siembra. La aplicación de la urea se hizo en banda al lado de los surcos.

5) Labores de Campo

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron deshierbas periódicas con machete para controlar las malezas entre los surcos del cultivo. Además se realizaron aplicaciones de Volaton 1.5 granulado (fosfotioato) contra

cogollero (*Spodoptera frugiperda*), aplicando en el cogollo de cada planta la cantidad que se puede tomar en la punta de dos dedos. Esta cantidad fue equivalente a una dosis de 10-12 kg/ha.

6) Diseño Experimental

El diseño experimental usado fue el de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los bloques fueron trazados en forma perpendicular a la pendiente, para reducir el efecto de la pendiente sobre los tratamientos. Además, los bloques fueron ubicados de manera que cada uno representaba un sector de la pendiente (alta, media, baja).

7) Variables determinadas

En el caso de las barreras vivas se podó y pesó la producción de biomasa y además se tomaron muestras para análisis foliar. Los efectos de los tratamientos sobre el cultivo de maíz se midieron tomando el peso fresco y seco de la parte aérea de la planta. Para la toma de datos se utilizaron las plantas de los cuatro surcos centrales descartando un metro al inicio y al final de la parcela experimental. El peso fresco se determinó directamente en el campo; para el peso seco las muestras se secaron en un horno en el laboratorio a 80°C por 48 horas.

b. Análisis Foliar de las leguminosas

Para saber el contenido de nutrimentos contenidos en las hojas de las leguminosas establecidas como barreras vivas en

este ensayo, se procedió a tomar muestras de hojas de las plantas. Las muestras fueron tomadas a media altura de las barreras vivas, prefiriendo aquellas que mostraban mayor actividad fotosintética. Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Suelos del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana para el análisis foliar correspondiente.

c. Siembra de Postrera

1) Tratamientos

Los tratamientos fueron similares a los de la siembra de primera, con la diferencia que se sembró frijol común (Phaseolus vulgaris) en lugar de maíz. En este caso los tratamientos fueron:

1. Frijol con barrera viva de leucaena.
2. Frijol con barrera viva de madreao.
3. Frijol con barrera viva de gandul.
4. Control regional (frijol sin barrera viva).

2) Incorporación de Biomasa

Antes de la siembra del frijol común se hizo la cuarta poda de las barreras vivas. La biomasa procedente de cada leguminosa incorporó en los surcos con piocha, mezclándola bien con el suelo. Las cuatro parcelas experimentales correspondientes a cada tratamiento recibieron igual cantidad de biomasa de la respectiva leguminosa.

3) Siembra

La siembra se realizó el 23 de noviembre de 1992,

utilizando semilla de frijol común de la variedad Dorado. La semilla se inoculó antes de la siembra con un inoculante preparado con la cepa CIAT 899 de la bacteria Rhizobium leguminosarum b.v phaseoli (Viteri et al., 1992). El método de siembra fue a chorro corrido, y luego se raleó, dejando una planta cada 8 cm; la distancia entre surcos fue de 90 cm.

4) Fertilización

La fertilización al momento de la siembra consistió en una aplicación al fondo del surco de 600 g de 18-46-0 por parcela experimental. Esta aplicación es equivalente a 20 kg de N y 51.1 kg de P_2O_5 por hectárea. El control al igual que los tratamientos recibió la misma fertilización al momento de la siembra, pero luego recibió una aplicación en banda suplementaria de 45 kg/ha de urea, a los 50 días después de la siembra.

5) Labores de Campo

Para el control de malezas, antes de la siembra se hizo una aplicación de Gramoxone (paraquat) a una dosis de 2.0 L/ha, posteriormente se hicieron deshierbas manuales con machete para controlar las malezas entre los surcos del cultivo. También se realizaron aplicaciones de Agrimicin 100 a una dosis de 0.5 kg/ha para control de bacteriosis común (Xantomonas campestris pv. phaseoli).

6) Variables determinadas

Las barreras vivas se podaron por cuarta vez y se peso la biomasa producida, la cual fue luego incorporada en las

parcelas correspondientes. Para el análisis de suelo se hicieron tres muestreos. El inicial antes de la siembra de primera en 1991, en el cual se tomó una muestra representativa de cada bloque, 15 submuestras por bloque. El segundo muestreo se realizó antes de la primera siembra en 1992, para este caso se tomó una muestra representativa de cada parcela experimental. El último muestreo antes de la segunda siembra en 1992, se hizo de la misma forma como en el segundo muestreo. Para el caso del frijol común los efectos de los tratamientos se determinaron sobre el peso fresco y seco de plantas, el número y peso seco de nódulos en la etapa R6 (50% de floración) y el rendimiento en la etapa R9 (madurez fisiológica). Para las variables relacionadas con nodulación se excavó y sacaron 10 raíces por unidad experimental, las cuales fueron lavadas y secadas antes de contar los nódulos. El peso seco de nódulos se obtuvo después de haber secado los nódulos en un horno por 24 horas a 80°C. El peso fresco de planta se determinó en el campo pesando 10 plantas por unidad experimental; el peso seco de planta se determinó después de haber secado la parte aérea de las 10 plantas al horno a 80°C por 24 horas. El rendimiento se determinó cosechando y pesando el grano de las plantas que estaban dentro de los cuatro surcos centrales de cada parcela experimental, tomando del centro de cada surco tres metros lineales.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de la producción de biomasa de las leguminosas usadas como barreras vivas se encuentran resumidos en el Cuadro 1. De acuerdo al análisis estadístico de los datos se encontró una interacción especie de leguminosa y tiempo de poda significativa ($P < 0.01$) indicando que la producción de biomasa en un tiempo determinado depende del genero de leguminosa. Esta interacción se ilustra en la Figura 1. El madreao tuvo una mayor producción de biomasa que el gandul y la leucaena, principalmente en la segunda y tercera poda. La mayor producción de madreao se obtuvo en la tercera poda (26.1 kg/18 m de barrera viva), lo cual coincidió con la época de lluvia. La menor producción de biomasa se obtuvo con la leucaena en la primera poda. Entre leucaena y gandul no se encontraron diferencias en cuanto a producción, ambas siguieron la misma tendencia de crecimiento. En total hasta la cuarta poda, el madreao produjo aproximadamente 3 veces más biomasa que el gandul y 5 veces más que la leucaena. La mayor producción de biomasa por parte del madreao se debe a su buena capacidad de adaptación a las condiciones pobres del suelo, especialmente a la sequía, como lo demostraron Rhather y Werasopon (1992). Estos investigadores encontraron que Gliricidia sepium, comparado con otras especies, creció más en un período de 5 meses de sequía durante 5 podas y produjo la mayor cantidad de biomasa acumulada (24.9 t/ha) . Esto demuestra que es una planta rústica, con bajos requerimientos

Cuadro 1. Producción de biomasa de tres leguminosas usadas como barrera viva en terrenos de ladera.

leguminosa	Poda No	Tiempo (meses)	Producción de biomasa materia fresca (kg/18m de barrera viva)
Madreado	1	7	2.4
	2	11	10.8
	3	13	26.1
	4	17	5.4
Producción total			44.7
Leucaena	1	7	0.5
	2	11	1.6
	3	13	5.1
	4	17	2.0
Producción total			9.2
Gandul	1	7	2.4
	2	11	3.4
	3	13	7.4
	4	17	2.3
Producción total			15.5
Significación			* *

* * significativo al 1%

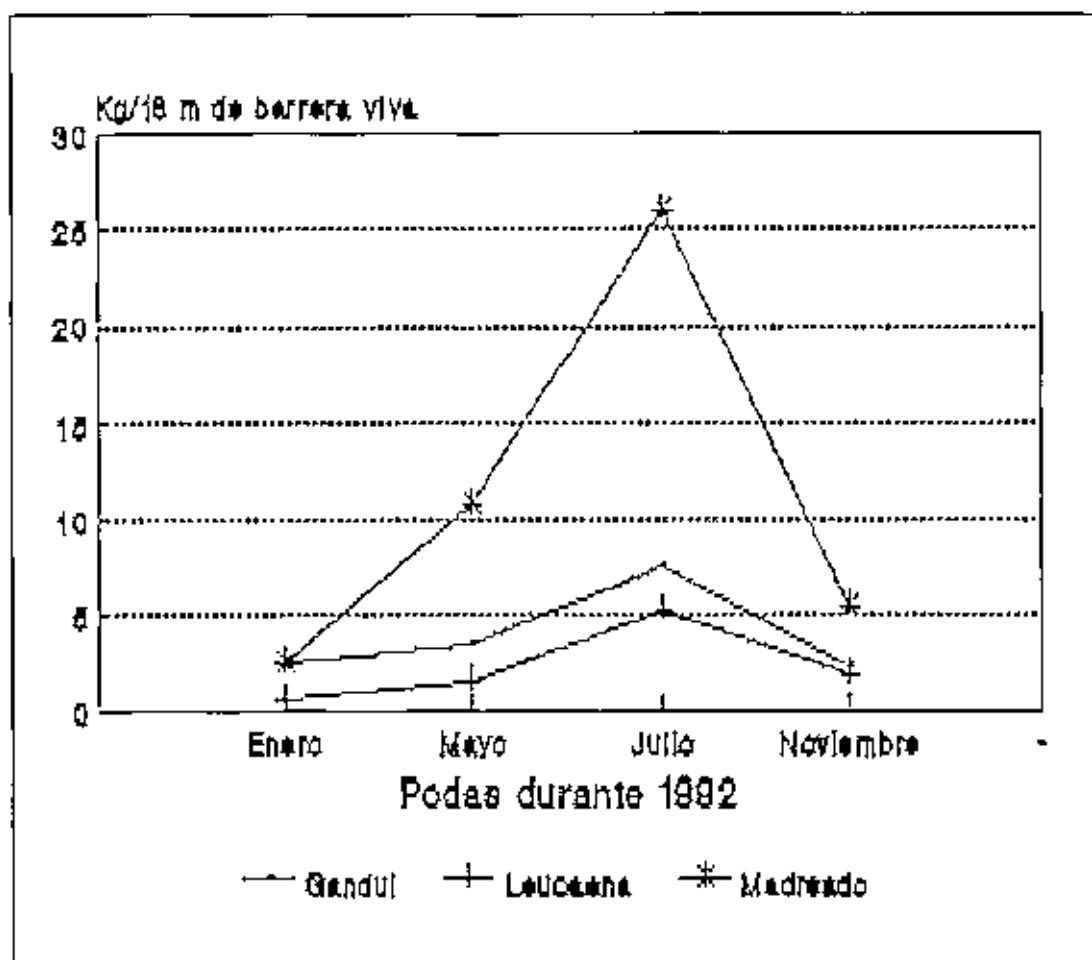


Fig. 1. Producción de biomasa en barreras vivas establecidas con leguminosas. Lizapa, Honduras, 1992.

nutricionales y que además produce raíces profundas.

La leucaena tuvo la más baja producción de biomasa debido a la altura y a las condiciones del suelo, especialmente la baja fertilidad y bajo pH. Esto está de acuerdo con el reporte de BOSTID (1984), en el cual clarifica que el potencial de la especie Leucaena leucocephala solo se expresa en áreas con suelos cuyo pH fluctúa alrededor de la neutralidad y con un buen balance nutricional, principalmente en calcio, fósforo, azufre, potasio y magnesio. Con respecto a altitud, el reporte dice que esta especie se adapta bien en el trópico bajo, hasta una alturas máxima de 500 msnm. En zonas con alturas superiores a este límite, como es el caso de Lizapa, esta especie de leucaena demuestra tener problemas de adaptabilidad. Con respecto a sequía, esta especie parece ser bastante tolerante ya que bajo estas condiciones puede producir hasta 2-3 t/ha de biomasa.

El gandul también tuvo una baja producción de biomasa, la cual no se diferenció significativamente de la de leucaena. Seguramente, esto fue debido también a las condiciones en que se realizó el ensayo, suelo con un grado de erosión muy severo y época seca prolongada. Estas observaciones no concuerdan con Suresh et al. (1992), quienes reportaron que el gandul es una leguminosa fuerte, adaptable a condiciones de sequía, altas temperaturas y a elevaciones desde el nivel del mar hasta 3000 m. Bajo las condiciones de suelo y clima que predominó durante el desarrollo del ensayo en Lizapa el gandul no respondió bien

a las podas. Se sabe que el gandul es una planta bianual y por lo tanto tiene que ser sembrada de nuevo después de 2 o 3 años, pero razonablemente se espera que responda bien por lo menos a dos o tres podas, antes que tenga que ser resembrado. Sin embargo, bajo las condiciones mencionadas su vigor de rebrote fue muy pobre.

El análisis foliar de las tres leguminosas se presenta en el Cuadro 2. Estos resultados indican que la leucaena contiene mayor cantidad de nitrógeno total (3.93%), pero su contenido de fósforo es similar a las otras dos leguminosas. En cuanto a potasio el madreao tiene el mayor contenido (2.68%). El contenido de Ca es virtualmente similar en las tres leguminosas, pero en cuanto a magnesio el madreao y la leucaena fueron superiores al gandul. Esto indica que las tres especies de leguminosas tienen capacidad para reciclar una buena cantidad de nutrimentos en el suelo, lo cual con el tiempo puede reducir gradualmente las necesidades de fertilizantes e influenciar así una producción de granos básicos.

La cantidad de nutrimentos aportados al suelo por la biomasa de cada una de las leguminosas utilizadas en el ensayo se presentan en el Cuadro 3. El madreao recicló una mayor cantidad nutrimentos al suelo que las otras dos leguminosas, debido a su mayor contenido y su mayor capacidad de producción biomasa. Las cantidades de nutrimentos reciclados por el gandul y la leucaena fueron aproximadamente similares.

Cuadro 2. Concentración de nutrimentos en el follaje de las leguminosas usadas en este estudio.

Leguminosa	N total	P	K	Ca	Mg
	%	%	%	%	%
Gandul	3.16	0.21	1.35	0.45	0.17
Madreado	3.51	0.17	2.68	0.46	0.27
Leucaena	3.93	0.16	1.88	0.40	0.24

Cuadro 3. Cantidad de N, P, K, Ca y Mg agregado al suelo a través de la incorporación de biomasa de las leguminosas.

Leguminosa	Biomasa agregada (kg)	N (kg)	P (kg)	K (kg)	Ca (kg)	Mg (kg)
Gandul	15.5	4.9	0.32	2.1	0.7	0.26
Madreado	44.7	15.7	0.76	11.9	2.0	1.21
Leucaena	9.2	3.6	0.15	1.7	0.4	0.22

Los resultados de los efectos de la incorporación al suelo de la biomasa producida por las leguminosas en las barreras vivas, sobre el peso fresco y seco de la parte aérea de plantas de maíz, se presentan en el Cuadro 4. Según el análisis estadístico, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a estas dos variables. El control, pese a que recibió una fertilización suplementaria de 45 kg/ha de urea, no superó a los tratamientos. Cabe mencionar que debido a las condiciones del suelo, en cuanto a su pobre capacidad de absorción y retención de agua, y a la sequía que se presentó durante el desarrollo del cultivo no fue posible evaluar los efectos de los tratamientos sobre el rendimiento del maíz. Sin embargo, en 1992 el cultivo se desarrolló mucho mejor que en el año anterior (1991), en el cual, debido a la fuerte sequía el cultivo no se desarrolló lo suficiente como para justificar la toma de datos.

En la época de postrera de 1992 se sembró frijol común. Los resultados de la incorporación al suelo de la biomasa de las leguminosas sobre nodulación y crecimiento del frijol común se presenta en el Cuadro 5. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos sobre el número de nódulos por planta y el peso seco de nódulos. Es necesario mencionar que a pesar que no hubieron diferencias significativas el mayor número y peso seco de nódulos por planta se encontró en el tratamiento con madreaje.

Cuadro 4. Efecto de la incorporación al suelo de la biomasa de las leguminosas sobre el crecimiento de maíz. 1992.

Tratamientos	Biomasa agregada (kg)	Peso fresco planta/parcela (kg)	Peso seco planta/parcela (kg)
Maíz-Madreado	39.3	14.5	3.7
Maíz-Leucaena	7.2	13.0	3.4
Maíz-Gandul	13.2	7.7	1.9
Control	-	11.4	4.3
Significación		n.s.	n.s.

n.s. no significativo .

Cuadro 5. Efectos de la incorporación de biomasa al suelo de tres leguminosas sobre la nodulación y crecimiento de frijol común.

Tratamientos	Biomasa agregada (kg)	No nódulos (planta)	Peso seco nódulos mg/pta
Frijol-Madreado	5.4	15.5	93
Frijol-Leucaena	2.0	9.0	79
Frijol-Gandul	2.3	8.3	40
Control	-	4.2	25
Significación		n.s.	n.s.

n.s. No significativo.

El menor número de nódulos se encontró en el control, debido seguramente a la mayor aplicación de nitrógeno que se efectuó en dichas parcelas. Los resultados de la incorporación de la biomasa producida en la cuarta poda, sobre peso fresco y seco de plantas y rendimiento de frijol se presentan en el Cuadro 6. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) para las variables peso seco de planta y rendimiento. La incorporación de biomasa de madreazo y leucaena produjeron mayor peso seco de planta, superando al logrado con el gandul e igualando al obtenido con el control regional, pese a que éste recibió una fertilización adicional de 45 kg/ha de urea. El menor peso de planta se obtuvo con gandul, pero este no se diferenció del obtenido con el control. En cuanto al rendimiento del frijol, la mayor producción se logró con la incorporación de madreazo (150.1 g/parcela), pero sin diferenciarse significativamente de la leucaena y el control. Esto sugiere que bajo estas condiciones la incorporación de madreazo y leucaena resulta en una producción de granos básicos que es comparable con la obtenida por el agricultor usando su propia técnica de fertilización. Estos resultados confirman lo encontrado por Sánchez *et al* (1990) cuando estudiaron los rendimientos de maíz (*Zea mays*) y frijol común en cultivo en callejones con fajas de poró (*Erythrina poeppigiana*) y madreazo (*Gliricidia sepium*), con dos niveles de fertilización 0 y 150 kg/ha de N y un testigo sin fajas de árboles. En las primeras tres cosechas se encontraron

Cuadro 6. Efectos de la incorporación de biomasa al suelo de tres leguminosas sobre el crecimiento y rendimiento de grano del frijol común.

Tratamientos	Peso fresco planta (g)	Peso seco (g/planta)	Rendimiento (g/parcela)
Frijol-Madreado	204.1	33.7a	150.1a
Frijol-Leucaena	193.5	33.6a	116.8ab
Frijol-Gandul	138.2	20.9 b	60.7 b
Control	164.3	28.7ab	92.7ab
Significación	n.s.	*	*

* n.s. significativo al 5% y no significativo, respectivamente.

aumentos en los rendimientos de maíz y frijol dentro de los callejones de poró y madreado, pero sin superar al testigo sin árboles intercalados. Con la fertilización nitrogenada se incrementaron los rendimientos en comparación con el tratamiento sin abono. El rendimiento de frijol con biomasa de madreado se incrementó año tras año; y fue de 0.3, 1.1 y 1.0 t/ha en el primero, segundo y tercer año, respectivamente. El contenido de nutrimentos de madreado en combinación con la alta producción de biomasa promovió un reciclaje de nutrimentos el cual resultó en un rendimiento que bajo las condiciones de terrenos de ladera puede considerarse aceptable. Esto demuestra que el madreado tiene potencial para sostener una producción aceptable de granos básicos, por lo tanto se puede predecir que con el tiempo su contribución a la producción de granos básicos será aun más evidente. La producción de grano obtenida con leucaena fue menor a la obtenida con madreado, pero mayor a la obtenida con el control y gandul aunque al usar la prueba Duncan no se encontraron diferencias significativas. De acuerdo a la literatura la leucaena ha promovido rendimientos altos de granos básicos, debido al alto contenido de nutrimentos en sus hojas, pero bajo las condiciones de este ensayo los rendimientos fueron bajos debido a la poca cantidad de biomasa producida por esta planta como consecuencia de los efectos de sequía y de las condiciones críticas del suelo. Con el gandul se tuvieron los rendimientos más bajos aunque no se diferenciaron los

rendimientos obtenidos con la leucaena y el control. Esto demuestra el poco efecto que produjo la incorporación de gandul sobre el rendimiento de frijol. Estos resultados no concuerdan con la literatura según la cual se han encontrado altas producciones de granos básicos bajo el sistema de cultivos en callejones con gandul. Según Carsky (1989) (citado por Lathwell, 1990) el gandul puede agregar al suelo hasta 10.4 t/ha de materia seca y 229 kg/ha de nitrógeno. Pero bajo las condiciones donde se realizó ensayo, la cantidad de biomasa producida por el gandul fue baja; pero aun no podemos dar conclusiones definitivas ya que éstos resultados se consideran muy preliminares por corresponder solo al primer año de estudio. Las evaluaciones realizadas por Viteri y Fuentes (1992), en suelos de la Escuela Agrícola Panamericana, muestran que entre 30 accesiones, procedentes de la India, por lo menos 6 tienen muy buen potencial para agroforestería. Los resultados referentes a los cambios de fertilidad del suelo, bajo este sistema agroforestal, después de dos cosechas son presentados en el Cuadro 7. Los cambios observados aún son muy leves, el pH subió después de la primera cosecha y bajo después de la segunda cosecha en todos los tratamientos. La materia orgánica se incrementó en todos los tratamientos excepto con el tratamiento con leucaena en el cual bajó de 2.4% a 2.3%. El mayor incremento de materia orgánica se logró con el madreaje, tratamiento en el cual subió de 2.4% a 2.6%, debido a la mayor cantidad de biomasa que se incorporó al

Cuadro 7. Efectos de la incorporación de biomasa de tres leguminosas sobre algunas características químicas del suelo.

Tratamientos	Epoca	pH (H ₂ O)	M.O. (%)	N total (%)	P (ppm)
Madreado	Inicial*	5.4	2.4	0.065	2.1
	APS	5.5	2.6	0.065	41.6
	ASS	5.0	2.6	0.097	43.7
Leucaena	Inicial	5.4	2.4	0.065	2.1
	APS	5.5	2.2	0.055	25.7
	ASS	5.1	2.3	0.072	33.4
Gandul	Inicial	5.4	2.4	0.065	2.1
	APS	5.5	2.3	0.060	28.3
	ASS	5.3	2.5	0.087	59.5
Control	Inicial	5.4	2.4	0.065	2.1
	APS	5.5	2.3	0.080	28.9
	ASS	5.1	2.5	0.087	27.1

* Antes de la primera siembra en 1991
 APS= Antes de la primera siembra en 1992
 ASS= Antes de la segunda Siembra en 1992

suelo. Estos cambios leves, en la fase inicial del estudio, concuerdan con lo expresado por Fassbender (1987) Según este autor el ciclo de la materia orgánica se ajustará progresivamente a las condiciones cambiantes del sistema, resultados finales de mayor incremento se pueden esperar después de varios años. El incremento del nitrógeno total fue leve pero el del P considerable. Este aumento de estos dos nutrimentos en el suelo se debe a una acumulación como resultado de las aplicaciones del fertilizante 18-46-0, en las siembras anteriores. Debido a la sequía, el desarrollo de los cultivos fue pobre y por lo tanto los nutrimentos del fertilizante, especialmente el P que es poco móvil, se acumularon en el suelo en vez de ser utilizados. En el caso del N, es posible que su incremento no se deba totalmente a este fenómeno y que parte de este provenga de la biomasa incorporada o aplicada en forma de mulch en los tratamientos. En el segundo análisis el N disminuyó en los tratamientos con leucaena y gandul, pero en el tercer análisis tuvo una tendencia a incrementarse. El mayor incremento se logró con madreño y el menor con leucaena debido a la poca cantidad de biomasa que de esta leguminosa se incorporó al suelo. El incremento de N en el control, el cual fue suplementado con 45 kg/ha de urea en cada siembra, fue similar al observado en los tratamientos. Los resultados de los análisis de suelo para potasio, calcio y magnesio se resumen en el Cuadro 8. El contenido de K, Ca, Mg bajó en todos los tratamientos a medida

Cuadro 8. Efectos de la incorporación de biomasa de tres leguminosas sobre las variaciones en el contenido de potasio, calcio y magnesio del suelo.
Lizapa, Honduras, 1992.

Tratamientos	Epoca	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
Madreado	Inicial*	305	1285	274
	APS	185	789	196
	ASS	240	777	216
Leucaena	Inicial	305	1285	274
	APS	220	714	239
	ASS	208	908	258
Gandul	Inicial	305	1285	274
	APS	90	769	212
	ASS	203	725	227
Control	Inicial	305	1285	274
	APS	212	847	245
	ASS	202	863	239

* Antes de la primera siembra en 1991
APS = Antes de la primera siembra en 1992.
ASS = Antes de la segunda siembra en 1992.

que se cultivó el terreno. La disminución del Ca fue especialmente considerable, comparada con aquella del K y Mg. Estos resultados están de acuerdo con lo reportado por Walle y Viteri (1993), quienes encontraron que el contenido de K, Ca y Mg en el sedimento fue por lo menos tres veces mayor que en el suelo remanente en la parcela. Esto obviamente no significa que la implementación de las zanjas de ladera y las barreras vivas como medidas de conservación de suelos no están siendo efectivas. Debemos recordar que la efectividad de estas medidas se logra con el tiempo, hasta cuando el sistema este bien establecido en el campo. De esta manera, si al inicio aún se presenta erosión y en consecuencia hay pérdida de nutrientes, esto va a ir reduciéndose gradualmente con el tiempo. Prueba de esto son los resultados del último análisis, realizado antes de la siembra del frijol 1992, donde se observa que las pérdidas de los nutrientes con respecto al análisis antes de la primera siembra tienden al menos a mantenerse constantes.

V. CONCLUSIONES

1. El madreaje mostró un mayor potencial para producción de biomasa, respondiendo bien a las podas y adaptándose a las condiciones de suelos de ladera.
2. La mayor producción de biomasa en las tres leguminosas se logró cuando la poda se realizó durante la época de lluvia.
3. La leucaena y el gandul no respondieron a las podas, produciendo cantidades mínimas de biomasa, debido a que su adaptación a las condiciones pobres del suelo fue lenta.
4. La efectividad de los sistemas agroforestales de cultivo en callejones para recuperar la productividad del suelo, siempre se manifiesta a largo plazo, máxime cuando en suelos como los de Lizapa su grado de degradación es muy severo.
5. Aunque hasta el momento los efectos de la incorporación de biomasa sobre la productividad del suelo y la producción de granos básicos aun no son claras, observaciones visuales indican que las condiciones del suelo, si están cambiando, especialmente en las parcelas tratadas con madreaje y pronto dichos cambios podrán ser detectados mediante el análisis del suelo.
6. Para obtener rendimientos en los primeros años bajo este sistema de cultivo, es necesario aplicaciones bajas de fertilizantes químicos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para el establecimiento de sistemas agroforestales, de cultivo en callejones en terrenos marginales de laderas, se recomienda el madreao (Gliricidia sepium)
2. Realizar las podas de las leguminosas en la época de lluvias, para obtener mayores cantidades de biomasa.
3. Continuar con este tipo de experimentos ya que los efectos de la incorporación de biomasa al suelo se observan a largo plazo.
4. De acuerdo a la información obtenida recientemente sobre la adaptación de leucaenas a terrenos de ladera, se recomienda reemplazar la L. leucocephala por la L. diversifolia, la cual ha demostrado tener el potencial para esta clase de terrenos.
5. Se recomienda seguir estudiando la leucaena (Leucaena leucocephala) para sistemas agroforestales en suelo con niveles de fertilidad media a alta y buen pH, ya que es una especie con gran potencial para reciclar nutrientes al suelo.

VII. RESUMEN

En la mayoría de las regiones de Honduras, los sistemas de producción son de subsistencia. En la mayoría de casos, las áreas destinadas a este sistema de agricultura son las laderas, las cuales, presentan un grado de productividad del suelo muy bajo debido al efecto constante de la erosión. Este estudio se llevó a cabo en un terreno de ladera en la región de Lizapa, Honduras y está dirigido a evaluar los efectos de la incorporación de la biomasa producida por las leguminosas leucaena (Leucaena leucocephala), madreño (Gliricidia sepium) y gandul (Cajanus cajan), sobre algunas características que determinan la productividad del suelo y la producción de granos básicos.

En producción de biomasa de las leguminosas se encontró una interacción significativa ($P < 0.01$) leguminosa X tiempo de poda, indicando que la cantidad producida de biomasa en un tiempo determinado depende, en este caso, del género de la leguminosa. El madreño resultó muy superior al gandul y leucaena en producción de biomasa. La máxima producción se obtuvo en la tercera poda en el mes de Julio (26.1 kg/18 m de barrera viva), en la época de lluvia. No se hallaron diferencias significativas en los efectos de la incorporación y aplicación en forma de mulch al suelo de la biomasa producida por las leguminosas sobre el peso fresco y seco de las plantas de maíz. Sin embargo, cabe mencionar que pese a que el control recibió una fertilización suplementaria de 45

kg/ha de urea no se diferenci6 de los dem6s tratamientos, en cuanto a estas dos variables. Los efectos residuales y la incorporaci6n de la biomasa producida sobre el frijol com6n, mostraron diferencias significativas ($P < 0.05$) solo en cuanto a peso seco plantas y rendimiento. Los tratamientos con madreao y leucaena igualaron al control regional. Los resultados del monitoreo de la fertilidad del suelo mostraron cambios leves. Los cambios de pH y M.O. son muy leves. El N total y P muestran un incremento en todos los tratamientos, incluyendo el control. El incremento del N es ligero, pero el del P es considerable. El incremento del P representa una acumulaci6n del fertilizante 18-46-0, aplicado en las siembras anteriores. En el caso del N, es posible que en los tratamientos su incremento provenga de la biomasa incorporada o aplicada en forma de mulch, ya que el incremento de N en el control, el cual fue suplementado con 45 kg/ha de urea en cada siembra, muestra valores similares a los observados en los tratamientos. Por otro lado, el contenido de K, Ca y Mg muestran una reducci6n con relaci6n a su contenido inicial, pero el 6ltimo an6lisis, antes de la siembra del frijol en 1992, indica que dichos valores tienden al menos a mantenerse constantes. Los resultados obtenidos hasta ahora nos permiten concluir que entre las leguminosas estudiadas, el madreao muestra el mejor potencial para el establecimiento de sistemas agroforestales. Su efecto sobre la producci6n de granos b6sicos a6n no se ha podido dilucidar, especialmente

por los efectos de sequía, que no permitieron un buen desarrollo de los cultivos. Sin embargo, observaciones oculares del suelo indican que éste está mejorando. Por tanto, los efectos de las leguminosas utilizadas en el ensayo sobre la producción de granos básicos pronto serán más evidentes.

VIII. LITERATURA CITADA

BENE, J.; H. BEALL; A. COTE. 1977. Trees, food and people: land management in the tropic. Ottawa, Canada, IDRC. 52 p.

Citado por: COMBE, J.; G. BUDOWSKI. 1978. Classification of agro-forestry techniques. In Workshop Agro-forestry Systems in Latin América. [Proceedings] Ed. por Gonzalo De las Salas. CATIE. Turrialba, Costa Rica p p. 18-45.

BENGE, M.D. 1987. Agroforestry systems (mimeografiado). Bur. Sci. Technol., Agency Int. Dev., Washington, D.C.

Citado por: KANG, B.T.; L. REYNOLDS; A.N. ATTA-KRAH. 1990. Alley farming. In Advances in Agronomy Ed. By N.C. Brady (1990, Washington, D.C.) London, Academic Press. v.43 p. 320-321.

BRADY, N.C. 1974 The nature and properties of soils. 8ava Ed. New York, USA. Macmillan Publishing. 639 p.

BUOL, S.W.; F.D. HOLE; R.J. McCRACKEN. 1980. Soil genesis and classification. 2da ed. The IOWA state University press, Ames, IOWA, USA. 406 p.

CARSKY, R.J. 1989. Estimating availability of nitrogen from green manure to subsequent maize crop usin a buried bag technique. Ph. D. Thesis, Cornell University, Ithaca, N.Y.

Citado por LATHWELL, D. 1990 Factors affecting crop production. Legume Green Manures. Trop soils Bulletin 90-01. Ed. Christine Levesque. North Carolina. USA. 30 p.

COMBE, J. 1978. Concept of agro-forestry research techniques at CATIE. In Workshop Agro-forestry Systems in Latin América [Proceeding] Ed. por Gonzalo De las Salas. Turrialba, C.R. CATIE p. 48-55.

CHRIRWA, P.W.; P.K.R. NAIR; C.S KAMARA. 1991. Soil moisture changes and maize productivity under Alley-cropping in Zambia In Agronomy Abstracts (83th. 1991. Denver, Colorado, USA.) [Proceeding] Madison, WI, USA. American Society of Agronomy, p. 59-60.

DELGADILLO, R.; J. ALDONATE; A. ALVARADO. 1991. Situación de la agroforestería en el subtrópico húmedo de la región del Chapare, Bolivia. In Manejo de suelos trópicos en Latinoamérica (1990, San José, Costa Rica) Ed. por T.Jot Smyth, William R. Raun y Floria Bertsch. Raleigh, N C, USA. 310 p.

- DEMETERIO, J.L. 1988. Intercropping Leucaena leucocephala (Lam) de Wit. with selected vegetable grown on alfisol in Guam. In Agronomy Abstracts. (80th, 1988. Anaheim, CA. USA.) [Proceeding] Madison, WI. USA. American Society of Agronomy. p. 54-55.
- DISTEFANO, J. 1991. Resumen de artículos presentados sobre sistemas agroforestales. In Manejo de suelos tropicales en Latinoamérica. (1990, San José, C.R.) Ed. por T. Jot Smith, William R. Raun y Floria Bertsch. Raleigh, N.C. USA. 310 p.
- DOUGLAS, J. S.; R. A. de J. HART. 1976. Forest farming; towards a solution to problems of world hunger and conservation, London. Robinson L. Watkins. 197 p.
- Citado por: COMBE, J.; G. BUDOWSKI. 1978. Classification of agro-forestry techniques. In Workshop Agro-forestry Systems in Latin América (1979, Turrialba, C.R.). [Proceeding] Ed. por Gonzalo De las Salas. CATIE. Turrialba, C.R. p. 18-45.
- DUGUMA, B., B.T.KANG and D.U.U OKALI. 1988. Effect of pruning intensities of three woody leguminous especies grown in alley cropping with maize and cowpea on an alfisol. Agroforestry Systems 6:19-35.
- Citado por PALM, Ch. 1991. Avances recientes de investigaciones en agroforestería. In Manejo de suelos trópicos en Latinoamérica. (1990, San José, Costa Rica) Ed. por T.Jot Smyth, William R. Raun y Floria Bertsch. Raleigh, NC, USA. 310 p.
- FASSBENDER, H.W. 1987. Modelos edafologicos de sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 475 p.
- JIMENEZ, M.; D. KASS; J. SANCHEZ; G. SANCHEZ. 1988. Results of five consecutive years of production of maize and beans under alley cropping on a typic humitropept, fine halloysitic, isohyperthermic in Turrialba, Costa Rica. In Agronomy Abstracts (80th. 1988. Anaheim, CA. USA.) [Proceeding] Madison, WI, USA. American Society of Agronomy p. 57.
- KANG, B.T.; A. U. DIKKO. 1991. Effect of alley cropping and nitrogen application on plant and soil micronutrient status. In Agronomy Abstracts (83th. 1991. Denver, Colorado, USA.) [Proceeding] Madison, WI, USA. American Society of Agronomy p. 62.

KANG, B.T.; B. S. GHUMAN. 1991. Alley cropping as a sustainable system. In Development of conservation farming on hillslopes. Ed. N.W. Hudson, T.C. Sheng and San-Weilee. Soil and water conservation society, Ankeny, IOWA, USA. 322 p.

KANG, B.T.; H.GRIMME, and T.L. LAWSON. 1985. Alley cropping sequentially cropped maize and cowpea with leucaena on sandy loam in southern Nigeria. Plant Soil 85:267-277.

Citado por LATHWELL, D. 1990 Factors affecting crop production. Legume Green Manures. Trop soils Bulletin 90-01. Ed. Christine Levesque. North Carolina. USA. 30 p.

KANG, B.T.; G.F. WILSON; T.L. LAWSON. 1984. Alley Cropping: A Stable Alternative to Shifting Cultivation. IITA, Ibadan, Nigeria.

Citado por: KANG, B.T.; L. REYNOLDS; A. N. ATTA-KRAH. 1990. Alley farming. In Advances in Agronomy Ed. By N.C. Brady (1990, Washington, D.C.) London, Academic Press. v.43 p. 320- 321.

LATHWELL, D. 1990 Factors affecting crop production. Legume Green Manures. Trop soils Bulletin 90-01. Ed. Christine Levesque. North Carolina. USA. 30 p.

LEONARD, D. 1992. Una guía para los extensionistas de LUPE. Tegucigalpa, Honduras. Secretaría de Recursos Naturales, Honduras, 18 p.

LOCATELLI, M.; C.A. PALM; M.S.F. RICCI. 1991 Selecao de leguminosa para cultivo em "alley-cropping" sob condicoes de latossolo amarelo em Porto Velho-Rondonia-Brasil. In Manejo de suelos tropicales en Latinoamérica (1990, San José, Costa Rica) Ed. por T.Jot Smyth, William R. Raun y Floria Bertsch. Raleigh, N C, USA. 310 p.

PALADA, M.C.; M. GICHURU; B.T. KANG. 1988. Alley cropping maize+ cassava and maize-cowpea with Leucaena and Gliricidia in southern Nigeria. In Agronomy Abstracts (80th. 1988. Anaheim. CA. USA). [Proceeding] Madison, WI. USA. American Society of Agronomy p. 60

PALM, Ch. 1991. Avances recientes de investigaciones en agroforestería. In Manejo de suelos trópicos en Latinoamérica. (1990, San José, Costa Rica) Ed. por T.Jot Smyth, William R. Raun y Floria Bertsch. Raleigh, N C, USA. 310 p.

- PALM, Ch.; P. SANCHES. 1989. Mulch quality and nitrogen cycling. In Trop soils Technical Report 1986-1987. Ed. Neil Claudle. Raleigh, N.C., USA. North Carolina State University. 380 p.
- RHATHERT, G.; O. WERASOPON. 1992. Nutrient value of nitrogen fixing tree species for upland rice in Thailand. In Nitrogen Fixing Tree Research Reports. Ed. por Dale O. Evans. Thailand Institute of Science and Technological Research, Bankoak, Thailand. v. 12, 214 p.
- RODRIGUEZ D.C.; D.M. RODRIGUEZ,; F.F. BONGOLAN. 1988. Effect of organic mulches: Madre de cacao (Gliricidia sepium) and ipil-ipil (Leucaena leucocephala) on the yield of corn. Philippine Journal of Crop Science. Supplement # 1 v 13 p 8.
- SALAZAR, A. 1991. Cultivos en callejones: Algunos resultados de la investigación en Yurimagua-Cuenca Amazónica del Peru. In Manejo de suelos trópicos en Latinoamérica. (1990, San José, Costa Rica) Ed. por T.Jot Smyth, William R. Raun y Floria Bertsch. Raleigh, N C, USA. 310 p.
- SALAZAR, A.; Ch. PALM,; M. VILLAVICENCIO. 1989. Alley cropping in alluvial soil. In Trop-soils Technical Report 1986-1987. Ed. Neil Claudle. Raleigh, N.C., USA. North Carolina State University 380 p.
- SALAZAR, A.; Ch. PALM,; M. VILLAVICENCIO,; P.A. HUXLEY, 1989. Inga-rice interface in alluvial soil. In Trop soils Technical Report 1986-1987. Ed. Neil Claudle. Raleigh, N.C., USA. North Carolina State University 380 p.
- SALAZAR, A.; L.T. SZOTT,; C.A. PALM. 1988. Alley cropping in alluvial soils of the upper Amazon basin. In Agronomy Abstracts (80th. 1988. Anaheim, CA. USA.) [Proceeding] Madison, WI. USA. American Society of Agronomy. p. 61.
- SANCHEZ, J.F.; D.C.L. KASS,; P. FERREIRA. 1990. Differences in performance of tree species in alley cropping systems. In Agronomy Abstracts (82th. 1990. San Antonio, Texas, USA.) [Proceeding] Madison, WI. USA. American Society of Agronomy. p. 62.
- SURESH, K.; C. SWAMINATHAN; M.G. DASTHAGIR; C. SURENDRAN. 1992. Comparative growth of Cajanus cajan cultivars at wide spacing. In Nitrogen Fixing Tree Research Reports Ed. Dale O. Evans Thailand Institut of Science and Technological Research, Bankok, Thailand. v. 12, 214p.

- THE BOARD OF SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (BOSTID) 1984. Leucaena: Promising forage and tree crop for the tropic. Ed. por F.R. Ruskin. 2ed. Washington, D.C., USA, National Academy Press 100p.
- TRACY, F.; R. PEREZ MUNGUIA. 1986. Manual de prácticas de conservación de suelos. Tegucigalpa, Honduras, Secretaría de Recursos Naturales, Honduras. 153 p.
- VITERI, S.E.; O.E. COSENZA; J.C. ROSAS. 1992. Catálogo de cepas de Rhizobium y Bradyrhizobium. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano, Honduras. 16 p.
- VITERI, S.E.; J.C. FUENTES. 1992. Evaluación de germoplasma de Gandul (Cajanus cajan) en el Zamorano, Honduras. In Informe Anual de Investigación. Ed. J.C. Rosas. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. v. (5) p. 90-94
- WALLE, R.; S.E. VITERI. 1993. Pérdida del suelo y su fertilidad bajo dos prácticas de conservación de suelos In Informe Anual de Investigación. Ed. J.C. Rosas. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. v. (5) p. 109-111.

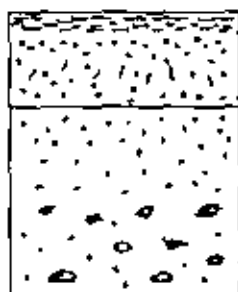
IX. ANEXOS

Anexo 1. Esquema del perfil del suelo en tres sitios del terreno de ladera donde se efectuó el experimento. Lizapa, Honduras, 1992.

Profundidad 1 Horizonte

cm

0



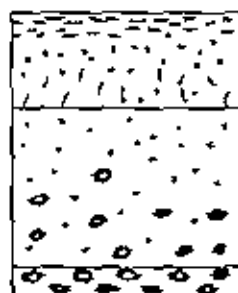
AC

15

1C

2

0



AC

17

1C

41

C

3

0



A₁

10

AC

30

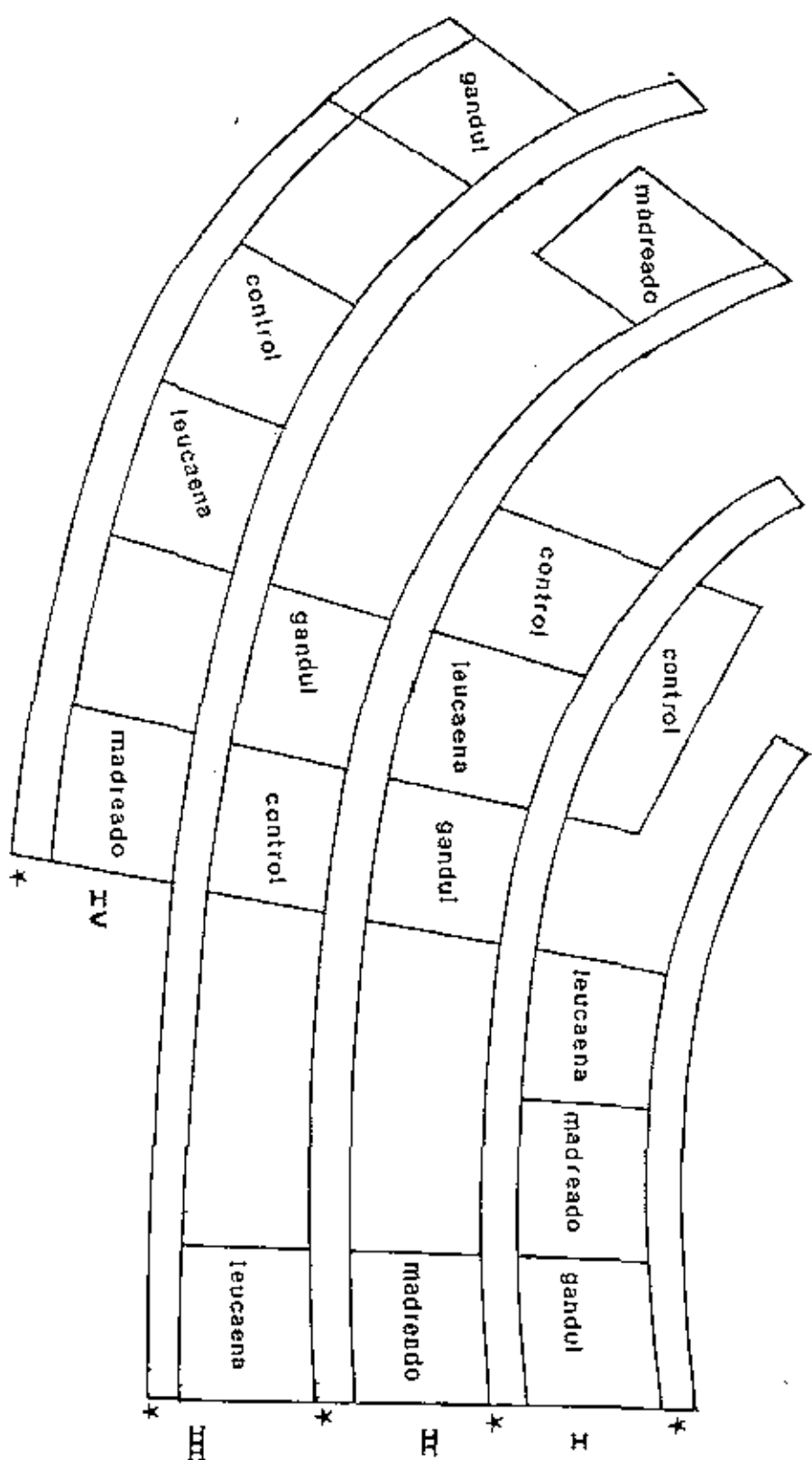
C

60

M.P.

Anexo 2. Clave dicotómica para la selección de las prácticas de conservación de suelos.

<u>CONDICIONES DEL TERRENO</u>	<u>PRÁCTICAS RECOMENDADAS</u>
PASO 1	A. Pendiente menor a 12% o mayor a 60% Ver Paso # 2 B. Pendiente entre 12% y 60% Ver Paso # 3
PASO 2	A. Pendiente menor a 12% Barreras vivas B. Pendiente mayor a 60% Reforestación
PASO 3	A. Pendiente entre 12% y 50% Ver Paso # 4 B. Pendiente entre 50% y 60% Terrazas angostas
PASO 4	A. Terreno con poca o sin piedra Ver Paso # 5 B. Terreno con bastante piedra Barreras de piedras
PASO 5	A. Cultivos limpios Ver Paso # 6 B. Cultivos permanentes Terrazas individuales
PASO 6	A. Suelos profundos (mayores a un metro) Ver Paso # 7 B. Suelos poco profundos (menor a 50 cm) Ver Paso # 8
PASO 7	A. Cultivos solo con agua de lluvia Ver Paso # 8 B. Cultivos con riego suplementario Terrozos de banco
PASO 8	A. Pendiente entre 12% y 30% y profundidad de suelo mayor a 50 cm. Terrazas angostas B. Pendiente entre 12% y 50% y profundidad de suelo menor a 50 cm. Zanjas de ladera



* = zanjales de laderas

Anexo 3.- Distribucion de tratamientos en el terreno, Uzapá, Honduras, 1992