

Efecto de cuatro cultivos de cobertura sobre  
el control de malezas en sitios plantados con  
Neem – *Azadirachta indica*, Caoba del Senegal  
– *Khaya senegalensis* y Pochote – *Bombacopsis  
quinata*

Gonzalo Javier Aguirre Mejía

MICROISIS:	_____
FECHA:	_____
ENCARGADO:	_____

ZAMORANO

Departamento de Recursos Naturales y Conservación Biológica

Diciembre, 1999

#993

**Efecto de cuatro cultivos de cobertura sobre  
el control de malezas en sitios plantados con  
Neem – *Azadirachta indica*, Caoba del Senegal  
– *Khaya senegalensis* y Pochote – *Bombacopsis  
quinata***

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al  
título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de  
Licenciatura.

presentado por

**Gonzalo Javier Aguirre Mejía**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 1999

El Autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
Trabajo para fines educativos. Para otras personas  
Físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



---

Gonzalo Javier Aguirre Mejía

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 1999

## DEDICATORIA

A Dios por estar presente en mi vida, darme fuerza y valor para siempre salir adelante aun en los momentos más difíciles.

A mis padres por darme la vida y su apoyo incondicional en las buenas y en las malas.

A mis hermanos Fanny, Jaime, Patricia, Isabel, Graciela y mis sobrinos por ser fuente de inspiración en la culminación de una etapa muy importante de mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme fuerzas para salir adelante en los momentos más difíciles.

Agradezco todas las personas que me ayudaron realizar mi trabajo de campo.

A mis asesores por su apoyo para la realización de tanto de trabajo de campo y para la elaboración del documento final.

A todos los que conforman el departamento de Recursos Naturales y Conservación Biológica.

A toda la clase "omega 98" con todos mis compañeros durante cuatro años por contribuir cada uno con un granito de arena para culminar con éxito la elaboración del documento final.

A gran parte de los estudiantes de la clase 2002 por ayudarme en las labores de campo realizadas a lo largo del experimento.

## AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A Dios guiar mi vida y llevarme por el camino del bien.

Agradezco a mis padres por apoyarme siempre, tanto económica como moralmente a lo largo de mi estadía en Zamorano

## RESUMEN

Aguirre Mejía Gonzalo Javier, 1999. Efecto de cuatro cultivos de cobertura sobre el control de malezas en sitios plantados con Caoba del Senegal – *Khaya senegalensis*, Neem – *Azadirachta indica* y Pochote – *Bombacopsis quinata*. Proyecto especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 70p.

Actualmente los bosques desaparecen a un ritmo acelerado de 15.4 millones de ha/año. La demanda de madera causada por el crecimiento de la población es cada vez mayor lo que provoca que la humanidad pierda conciencia de lo valioso que es el bosque en términos sociales, económicos y ambientales. Las plantaciones forestales llegan a cubrir el 10 % de la superficie deforestada. Muchas de las diferencias en crecimiento y productividad que se observan en las plantaciones forestales establecidas en América Latina se pueden atribuir a variaciones en la calidad de sitio, selección inadecuada de procedencias, empleo de semillas de baja calidad y carencia de manejo de las masas. Una de las causas principales de la baja productividad en plantaciones tropicales en sitios que se consideran aceptables o de vocación forestal ha sido el control inadecuado de la vegetación que compite con los árboles. Las pérdidas económicas que causan estos fracasos suelen conducir a una desmotivación en inversión en el sector forestal. El establecimiento de plantaciones requiere de gran cuidado en sus primeros 5 a 10 años, siendo el control de malezas el que mayor costo representa. Los cultivos de cobertura como Canavalia – *Canavalia ensiformis*, Gandul – *Cajanus cajan*, Madreado – *Gliricidia sepium* y Tefrosia – *Tephrosia vogelii*, por su hábito de crecimiento y cobertura rápida del suelo constituyen una herramienta valiosa para reducir la incidencia de malezas que compiten con los árboles ya sea por luz, agua y nutrientes. Al inicio, su establecimiento representa un alto costo si se compara con el manejo que recibe normalmente, pero estos constituyen una buena alternativa de manejo a largo plazo ya mantienen una cobertura que actúan como una especie de escudo que cubre rápidamente y no deja entrar la luz directamente al suelo. Además, estos tienen la capacidad de fijar nitrógeno y mejorar la estructura del suelo, razón por la cual redundan en el incremento de crecimiento tanto en dap como en altura de la masa forestal. En los resultados del experimento se obtuvo que la mejor especie de cobertura tanto en capacidad de crecimiento como en control de malezas en los tres sitios plantados fue *Canavalia ensiformis* alcanzando una cobertura suficiente con la cual suprimir las malezas invasoras.

Palabras claves: Leguminosas, barrera, estructura del suelo

## NOTA DE PRENSA

**¿CUÁL ES LA MEJOR PRACTICA PARA EL CONTROL DE MALEZAS EN PLANTACIONES FORESTALES?**

Las plantaciones forestales se han mantenido mediante labores de limpieza del sitio, aplicación de herbicidas, incorporación de material verde, aplicación de cultivos de cobertura con el objetivo de obtener un buen desarrollo de la masa forestal. Pero hasta el momento los resultados más eficaces que se han logrado son mediante la aplicación continua de herbicidas por ser de fácil aplicación y de bajo costo, pero no se toman en cuenta factores como son: la eliminación de especies de insectos benéficos, daño al ambiente y otros efectos al suelo. Es difícil cuantificar las pérdidas agrícolas y forestales causadas por malezas invasoras a escala mundial.

Este experimento realizado en Zamorano desde mayo hasta noviembre de 1999 se probó cuatro tipos de cobertura aplicados a tres plantaciones forestales jóvenes que son las afectadas con problemas de malezas. La efectividad del tratamiento fue medida en porcentaje de suelo cubierto para cada especie de cobertura.

El experimento se estableció con el inicio de las lluvias ya que esta área no cuenta con riego para el desarrollo de la masa forestal. El propósito principal fue lograr la máxima cobertura en el menor tiempo posible a fin de evitar el crecimiento de malezas invasoras y facilitar el crecimiento de las especies forestales.

La mejor práctica para el control de malezas va depender de muchos factores como: tipo de plantación forestal, suelo, clima, época del año y otros relacionados con el ambiente. Además, si se quiere obtener un ahorro a corto plazo, la mejor opción podría ser la aplicación de herbicidas como Glifosato ya que en estudios realizados previamente se determinó que fue el más efectivo para el control de malezas.

En este experimento se determinó que *Canavalia ensiformis* fue el tratamiento que mejor se comportó en los tres sitios a pesar de su variabilidad en cuanto al tipo de suelo, especies plantadas. Aún cuando no se logró la máxima cobertura con esta leguminosa, sin embargo se reduce el crecimiento de malezas

## CONTENIDO

	Portada.....	i
	Portadilla .....	ii
	Autoría .....	iii
	Página de firmas.....	iv
	Dedicatoria .....	v
	Agradecimientos .....	vi
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vii
	Resumen.....	viii
	Nota de prensa .....	ix
	Contenido .....	x
	Índice de cuadros, figuras y anexos.....	xiii
	Índice de figuras.....	xv
	Índice de Anexos.....	xvi
1	INTRODUCCION.....	1
1.1	ANTECEDENTES.....	1
1.2	OBJETIVOS.....	2
1.2.1	Objetivo general.....	2
1.2.2	Objetivos específicos.....	2
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1	CULTIVO DE COBERTURA.....	3
2.1.1	Definición .....	3
2.1.2	Características botánicas .....	3
2.1.3	Funciones de la cobertura.....	4
2.1.4	Manejo .....	5
2.1.4.1	Siembra y mantenimiento.....	5
2.1.4.2	Ventajas y limitaciones de los cultivos de cobertura.....	5
2.2	COSTOS DE LIMPIEZA EN EL MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES.....	5
2.2.1	Costos de establecimiento y manejo.....	5
2.2.2	Análisis de costos de manejo de plantaciones forestales en Zamorano.....	6
2.3	CULTIVOS DE COBERTURA COMO OPCIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE MALEZAS EN EL MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES.....	7

2.3.1	Consideraciones generales.....	7
2.3.2	Importancia del manejo de malezas.....	8
2.3.3	Establecimiento de leguminosas y control de malezas.....	8
2.3.4	Control de malezas sin productos químicos.....	10
2.3.5	Máxima utilización de la tierra.....	10
2.3.6	Otras coberturas para plantaciones forestales.....	11
2.4	ALGUNAS LEGUMINOSAS COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE MALEZAS EN EL MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES.....	11
2.4.1	Canavalia - <i>Canavalia ensiformis</i> .....	11
2.4.1.1	Descripción.....	11
2.4.1.2	Características generales.....	11
2.4.2	Ghircidia - <i>Ghircidia sepium</i> .....	12
2.4.2.1	Descripción.....	12
2.4.2.2	Características generales.....	12
2.4.3	Gandul - <i>Cajanus cajan</i> .....	12
2.4.3.1	Descripción.....	12
2.4.3.2	Características generales.....	12
3	MATERIALES Y METODOS.....	13
3.1	GENERALIDADES.....	13
3.2	UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	13
3.2.1	Descripción del área de estudio.....	13
3.2.1.1	Aspectos políticos.....	13
3.2.1.2	Aspectos físicos.....	13
3.3	MATERIALES USADOS EN EL ESTUDIO.....	14
3.4	METODOLOGIA DE LEVANTAMIENTO.....	14
3.4.1	Selección de sitios o estaciones.....	14
3.4.2	Selección de cultivos de cobertura.....	15
3.4.3	Preparación del sitio.....	15
3.4.4	Establecimiento del experimento.....	15
3.4.5	Diseño estadístico.....	15
3.4.6	Instalación de parcelas de muestreo permanente PMP.....	16
3.4.7	Labores de limpieza.....	17
3.5	METODOLOGIA DE EVALUACIÓN.....	17
3.5.1	Muestreo de la cobertura.....	17
3.5.2	Diseño experimental.....	18
3.5.3	Análisis de los datos.....	18
3.5.4	Evaluación de Las parcelas de muestreo permanente.....	18
3.5.5	Evaluación de los costos de los tratamientos.....	18
4	RESULTADOS.....	20
4.1	COBERTURA DEL SUELO DESPUES DE LA APLICACIÓN DE TRATAMIENTOS.....	20
4.1.1	Porcentaje del suelo cubierto 35 días después de la siembra.....	20
4.1.1.1	Plantación de <i>Khaya senegalensis</i> .....	20

4.1.1.2	Plantación de <i>Azadirachta indica</i> .....	21
4.1.1.3	Plantación de <i>Bombacopsis quinata</i> .....	23
4.1.2	Porcentaje del suelo cubierto 50 días después de la siembra.....	24
4.1.2.1	Plantación de <i>Khaya senegalensis</i> .....	24
4.1.2.2	Plantación de <i>Azadirachta indica</i> .....	25
4.1.2.3	Plantación de <i>Bombacopsis quinata</i> .....	26
4.1.3	Porcentaje del suelo cubierto 65 días después de la siembra.....	27
4.1.3.1	Plantación de <i>Khaya senegalensis</i> .....	27
4.1.3.2	Plantación de <i>Azadirachta indica</i> .....	28
4.1.3.3	Plantación de <i>Bombacopsis quinata</i> .....	29
4.2	COMPORTAMIENTO DE LAS ESPECIES DE COBERTURA EN EL TIEMPO.....	30
4.2.1	Tendencia de la cobertura en la plantación de <i>Khaya senegalensis</i> .....	30
4.2.2	Tendencia de la cobertura en la plantación de <i>Azadirachta indica</i> .....	31
4.2.3	Tendencia de la cobertura en la plantación de <i>Bombacopsis quinata</i> .....	32
4.3	COSTOS DE APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS.....	33
4.3.1	Costos de manejo de plantaciones forestales con cultivos de cobertura.....	33
4.4	CRECIMIENTO DE LAS ESPECIES FORESTALES.....	34
5	DISCUSIÓN.....	44
5.1	COMPARACIÓN DEL EFECTO EN EL CONTROL DE MALEZAS ENTRE TRATAMIENTOS.....	44
5.1.1	Plantación de <i>Khaya senegalensis</i> .....	44
5.1.2	Plantación de <i>Azadirachta indica</i> .....	44
5.1.3	Plantación de <i>Bombacopsis quinata</i> .....	44
5.2	COMPARACIÓN DEL EFECTO DE CONTROL DE MALEZAS ENTRE SITIOS PLANTADOS.....	45
5.2.1	Canavalia – <i>Canavalia ensiformis</i> .....	45
5.2.2	Tefrosia – <i>Tephrosia vogelli</i> .....	45
5.2.3	Gandul – <i>Cajanus cajan</i> .....	45
5.2.4	Gliricidia – <i>Gliricidia sepium</i> .....	45
5.3	EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CRECIMIENTO DE LOS ÁRBOLES.....	45
6	CONCLUSIONES.....	46
7	RECOMENDACIONES.....	47
8	BIBLIOGRAFÍA.....	48
9	ANEXOS.....	51

## INDICE DE CUADROS

## Cuadro

1	Costos/ha de mano de obra utilizada en plantaciones de Pochote establecidas en Títicaca y las Gradass.....	6
2	Costos de los tratamientos, tanto por unidad en porcentaje de cobertura controlada y por unidad en porcentaje de especies controladas así como total, después de aplicados los tratamientos ...	7
3	Tratamientos por bloque de 49m <sup>2</sup> utilizados en el experimento.....	16
4	Grados de cobertura propuesta por Braun Blanquete (1950).....	18
5	Costos de los materiales usados para el establecimiento y manejo del experimento.....	19
6	Cubierta de suelo en porcentaje.....	20
7	Análisis de varianzass.....	20
8	Prueba múltiple de medias (Duncan).....	21
9	Cantidad del suelo cubierto en tanto por uno.....	21
10	Análisis de varianzass.....	22
11	Prueba múltiple simple medias (Duncan).....	22
12	Cantidad del suelo cubierto en tanto por uno.....	23
13	Análisis de varianzass.....	23
14	Prueba múltiple de medias (Duncan).....	23
15	Cantidad de suelo cubierto en tanto por uno.....	24
16	Análisis de varianzass.....	24
17	Prueba múltiple de medias (Duncan).....	25

18	Cantidad de suelo cubierto en tanto por uno.....	25
19	Análisis de varianza.....	25
20	Prueba múltiple de medias (Duncan).....	26
21	Cantidad de suelo cubierto en tanto por uno.....	26
22	Análisis de varianza.....	26
23	Prueba múltiple de medias (Duncan).....	27
24	Cantidad de suelo cubierto en tanto por uno.....	27
25	Análisis de varianza.....	28
26	Cantidad de suelo cubierto en tanto por uno.....	28
27	Análisis de varianza.....	28
28	Prueba múltiple de medias (Duncan).....	29
29	Cantidad de suelo cubierto en tanto por uno.....	29
30	Análisis de varianza.....	29
31	Prueba múltiple de medias (Duncan).....	30
32	Promedios de cobertura de copas para cada tratamiento.....	30
33	Promedios de cobertura de copas para cada tratamiento.....	31
34	Promedios de cobertura de copas para cada tratamiento.....	32
35	Costos de establecimiento y manejo del experimento.....	34
36	Incremento periódico en dap y altura total para Caoba del Senegal – <i>Khaya senegalensis</i> .....	35
37	Incremento periódico en dap, diámetro basal y altura total para Neem – <i>Azadirachta indica</i> .....	37
38	Incremento periódico en diámetro basal y altura total para Pochote – <i>Bombacopsis quinata</i> .....	42

## INDICE DE FIGURAS

## Figura

1	Distribución de tratamientos en tres replicas en los tres sitios de estudio.....	16
2	Secuencia de medición de los árboles.....	17
3	Incremento en cobertura de las especies en el tiempo.....	31
4	Incremento en cobertura de las especies en el tiempo.....	32
5	Incremento en cobertura de las especies en el tiempo.....	33

## INDICE DE ANEXOS

## Cuadro

1	Mapa de ubicación de los sitios de estudio.....	51
2	Ubicación de los árboles en la plantación de Caoba del Senegal – <i>Khaya senegalensis</i> .....	52
3	Ubicación de los árboles en la plantación de Neem – <i>Azadirachta indica</i> .....	53
4	Ubicación de los árboles en la plantación de Pochote – <i>Bombacopsis quinata</i> .....	54

# 1 INTRODUCCION

## 1.1 ANTECEDENTES

Los bosques del mundo todavía representan la cuarta parte de las tierras del planeta pero esta cubierta forestal, a la fecha, se destruye a un ritmo de 15.4 millones de ha/año. De prevalecer inalterada la actual tasa de deforestación, la humanidad perderá estos importantes ecosistemas en aproximadamente 114 años (Wadsworth, F, 1999).

En Centroamérica, el 77% de su superficie total esta constituida por zonas de laderas, de las cuales solo el 34% tiene suelos buenos y profundos, mientras que el restante 66% se encuentra con suelo pobres y superficiales. Se estima que en Centroamérica se deforestan 388,000 ha anuales de bosques. El área de vocación forestal que ya se encuentra sin bosque representa el 64% del territorio. Se estima que los dos tercios de esta deforestación data de las tres últimas décadas. (PNUD, 1999).

En Honduras, de los 112,492 Km<sup>2</sup> que abarca el territorio nacional, unos 78 mil son de vocación forestal. Aunque no existen cifras actualizadas que muestren con certeza la situación actual, estimaciones oficiales indican que en este momento existe el 18% de esa cobertura boscosa. Cifras conservadoras apuntan que cada año se cortan 40 mil ha de pino, mientras el bosque latifoliado se reduce entre 55 y 65 mil ha en el mismo periodo, en la medida que avanza la frontera agrícola adicionado a esto el paso del Mitch que derribó aproximadamente 200 mil metros cúbicos de madera. A este cuadro desolador hay que agregarlos incendios forestales y la tala indiscriminada para fines comerciales. (COHDEFOR, 1999).

Ante esta situación se considera que si los bosques latifoliados estables o maduros han de sobrevivir, su uso deberá ser exclusivamente no extractivo. Los productos entonces deberán proceder en su totalidad de los bosques secundarios o de las plantaciones. (Wadsworth, 1999).

Muchas de las diferencias en crecimiento y productividad que se observan en las plantaciones forestales establecidas en América Central se pueden atribuir a variaciones en la calidad de sitio. Una de las causas principales de la baja productividad en plantaciones tropicales en sitios que se consideran aceptables o de vocación forestal ha sido el control inadecuado de la vegetación que compite con los arboles. Las pérdidas económicas que causan estos fracasos suelen conducir a una pérdida de la confianza en la actividad forestal por parte de los forestadores (Sánchez, 1994; Ladrach, 1989).

En América latina las plantaciones cubren alrededor de 8.6 millones de ha en la región trópic y subtropical y 2.5 millones en la región templada. La superficie total de plantaciones (11.1 millones de ha), representa solo el 1.1% de los bosques naturales, los cuales se han creado en tierras agrícolas abandonadas sometidas a un proceso de erosión (Instituto Mundial sobre Recursos, 1999).

En la actualidad las plantaciones forestales en América latina, la mayoría se han manejado a base de incentivos efectuados por el gobierno, ya que los riesgos existentes y la disponibilidad de financiamiento son los factores que influyen más directamente en la decisión de efectuar una inversión. Los agricultores se muestran reacios a invertir en actividades forestales debido al costo de inversión inicial en capital y al largo periodo de tiempo necesario para obtener beneficios (por lo general, de 5 - 10 años en el caso de especies de crecimiento rápido). Además, la justificación de los incentivos debe hacerse mediante análisis económico (CIDICCO, 1995).

Pese a estos antecedentes las plantaciones representan un papel muy importante en la restauración de áreas deforestadas que en muchos lugares son irreversibles por la excesiva degradación que han sufrido ya que la mayoría de los sitios son única y exclusivamente de vocación forestal. Sobre esta base, el presente estudio pretende cumplir los siguientes objetivos:

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

Contribuir a mejorar los conocimientos actualmente existentes sobre las diferentes técnicas que se utilizan para reducir los costos de administración en el manejo de plantaciones forestales a escala operativa y comercial.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Diseñar y establecer para algunas plantaciones forestales establecidas en Zamorano un ensayo formal de espaciamientos de cobertura, como opción para reducir los costos de mantenimiento.
- Seleccionar para cada sitio y especie plantada, el mejor tipo de cobertura.
- Determinar los costos de limpieza y mantenimiento de las plantaciones bajo cultivo de cobertura contra manejo convencional.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 CULTIVO DE COBERTURA

#### 2.1.1 Definición

Cultivos de cobertura son aquellos que se siembran simultáneamente en plantaciones de cultivos perennes (frutales, café, cacao, palma africana, etc.) y no son incorporados. Se usan principalmente para proteger el suelo contra la acción directa de la lluvia, viento y, además, prevenir las pérdidas de suelo causadas por erosión. Se incluyen también ciertas especies de características rastreras, que se pueden asociar con cereales para conseguir la reducción de la erosión, el control de hierbas invasoras y la fijación de nitrógeno (Binder, 1997).

#### 2.1.2 Características botánicas

Las leguminosas son Angiospermas que pertenecen al orden de las Rosales. La amplia variabilidad taxonómica de las leguminosas se refleja en una distribución cosmopolita. Se encuentran desde climas cálidos hasta fríos y desde la región ecuatorial hasta las latitudes cerca de los polos.

Morfológicamente la familia de las leguminosas se caracteriza por:

- Raíces, por lo general, pivotantes y profundas; existen especies con raíces superficiales y en algunos la raíz se convierte en carnosas y funciona como hoja, órgano de reserva de sustancia alimenticias y agua.
- La mayoría de las especies tienen nódulos radicales o en el tallo donde se albergan bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico.
- Hojas por lo general compuestas, pinadas o trifoliadas, raras veces simples, alternas y estipuladas.
- Tallo herbáceo o leñoso, erecto (forma arbustiva), rastrero o trepador; estos últimos pueden ser volubles, es decir, que se enroscan sobre soportes, o trepar por medio de zarcillos foliares o de tallo.
- Inflorescencias axilares o terminales, en racimos, paniculas, espigas, glomerulos o solitarias.
- Flores generalmente hermafroditas, zigomorfas, raramente actinomorfas; corola y calix con cinco partes.

- El fruto es una legumbre (vainas), dehiscente por una o las dos suturas, ocasionalmente indehiscente. A veces el fruto es un lomento compuesto por varios segmentos.
- Semillas generalmente sin endospermo o con poco endospermo.

### 2.1.3 Funciones de la cobertura

Uno de los principales factores en la agricultura ecológica es la cobertura de suelo. En los trópicos y subtropicos el suelo desnudo es una autentica catástrofe, ya que sin vegetación esta expuesto a la luz y al impacto de las gotas de lluvia y sufre mayor desgaste que un suelo cubierto.

Un cultivo de cobertura produce entre 600 y 800 qq/mz de materia verde. Esta biomasa actúa como un escudo, absorbiendo la fuerza del impacto de la lluvia. Después de chocar con las hojas, las gotas caen suavemente a la superficie del suelo, lo que evita que se disgreguen sus partículas. La biomasa producida también reduce la erosión causada por el viento. Forma una barrera protectora difícil de penetrar por el viento, evita que este se lleve las partículas de suelo.

Mediante la provisión de materia orgánica, a través de las hojas y raíces viejas en descomposición, los cultivos de cobertura mejoran la condición física del suelo. Su aporte de biomasa estabiliza la estructura del suelo, porque agrega las partículas finas. De esta manera se incrementan el tamaño promedio de los agregados, la porosidad total y el número de poros de aireación (macroporos), la permeabilidad y el drenaje interno del suelo.

Durante períodos muy prolongados de sequía, las hojas de las leguminosas ayudan a mantener el suelo húmedo y fresco. La efectividad de las leguminosas como cobertura esta relacionada directamente con la densidad de siembra. Obviamente, mayores densidades conllevan a una mayor capacidad del suelo para retener humedad.

Las leguminosas utilizadas como cobertura reducen los costos de producción del cultivo perenne; el reciclaje de nutrientes recuperados por las raíces profundas y la fijación de nitrógeno disminuye la necesidad de aplicación de fertilizantes. Además de aportar nitrógeno, las leguminosas de cobertura reducen las pérdidas de nitrógeno y otros elementos móviles en el suelo por lixiviación hasta un 60%. El control de hierbas invasoras también resulta más económico con el mantenimiento de una cobertura.

La introducción de una leguminosa de cobertura a las plantaciones de cultivos perennes contribuye a la proliferación de numerosos microhábitats para un gran número de microorganismos, insectos, reptiles, roedores y pájaros. Se observa una menor incidencia de plagas de insectos en plantaciones con rica vegetación bien seleccionada y manejada que en plantaciones sin cobertura. Las coberturas favorecen las poblaciones de lombrices de tierra y mejoran la aireación y la tasa de infiltración del suelo (Binder, 1997).

## 2.1.4 Manejo

2.1.4.1 Siembra y mantenimiento. Por lo general, la cobertura de leguminosas se siembra a una distancia de 50 cm entre surco y 5 semillas por metro lineal. Las especies de semilla grande, como terciopelo o Canavalia, se siembran con 3 semillas/golpe a una distancia de 1 m<sup>2</sup> entre los árboles o bien en círculo al borde de la copa de los mismos.

La cobertura con especies trepadoras requieren un riguroso sistema de podas semanales alrededor de los árboles pequeños para evitar que las guías lo ahoguen. Durante un ciclo de seis meses las podas requieren aproximadamente 30 días-personas/mz. La dificultad de establecer una cobertura en el primer año se ve recompensada con el ahorro en el costo de mano de obra para el control de hierbas invasoras durante los siguientes años (Binder, 1997).

2.1.4.2 Ventajas y limitaciones de los cultivos de cobertura. La mayor ventaja de los cultivos de cobertura consiste en el control de hierbas invasoras y de erosión que ejercen.

Por la fijación de nitrógeno y el reciclaje de nutrientes que realizan, ocasionan un aumento del rendimiento del cultivo perenne y una reducción de las aplicaciones de fertilizante.

El mejoramiento de las condiciones físicas del suelo (estructura, infiltración, permeabilidad, etc.) es considerable.

Por último, los cultivos de cobertura pueden proporcionar forraje para el ganado.

Los inconvenientes de las coberturas son, en primer lugar, los costos de establecimiento y la baja calidad de la semilla. En el caso de una germinación pobre de las leguminosas, las hierbas invasoras ejercen mucha competencia sobre la cobertura y dificultad de su establecimiento (Binder, 1997).

## 2.2 COSTOS DE LIMPIEZA EN EL MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES.

### 2.2.1 Costos de establecimiento y manejo

Con base en los registros de mano de obra recopilados durante el período de establecimiento y manejo de las plantaciones ubicadas en las Gradas y Titicaca, Zamorano, Honduras se determinaron los costos y jornales por ha. En las Gradas se plantaron 3.38 ha de Pochote - *Bombacopsis quinata* en campo abierto, en asocio con Canavalia. En Titicaca el Pochote se sembró intercaladamente con otras especies

forestales, combinando la siembra en campo abierto (1.41 ha) con siembra bajo cobertura vegetal (0.39 ha) (Carranza, 1995).

Los costos y jornales se determinaron en primer lugar para poder comparar económicamente los dos métodos de establecimiento usados en este estudio (campo abierto y cobertura vegetal). En segundo lugar con el objeto de evaluar el efecto que la sombra y las especies asociadas producen sobre el control de malezas en Pochote. El parámetro de medida usado en este estudio de los costos fue la cantidad de mano de obra utilizada en la realización de las actividades de manejo de plantaciones (Carranza, 1995)

El costo total fue de \$ 971.3 / ha para la plantación establecida en Titicaca y de \$ 629.8 / ha en las Gradas. Según los resultados obtenidos en el estudio Canavalia ejerció algún efecto positivo en el control de malezas. Por otra parte la sombra influyo en la selectividad del tipo de malezas presentes bajo esta condición dominando las perennes sobre las anuales. Las malezas anuales en comparación con las perennes son más agresivas y crecen mas rápidamente (Carranza, 1995).

Cuadro 1. Costos / ha de mano de obra utilizada en las plantaciones de Pochote establecidas en Titicaca y las Gradas.

Actividad	Jornales / ha		Costos / ha (\$)	
	Titicaca	Las Gradas	Titicaca	Las Gradas
Preparación del terreno	9.5	6.8	334.4	239.3
Ahoyado	1.2	4.2	42.2	147.8
Plantado	7.9	2.0	278	70.4
Primera limpieza	5.1	2.2	179.5	77.4
Segunda limpieza	3.6	2.4	126.7	84.4
Control de plagas	.3	.3	10.5	10.5
<b>Total</b>	<b>27.6</b>	<b>17.9</b>	<b>971.3</b>	<b>629.8</b>

Fuente: (Carranza, 1995).

### 2.2.2 Análisis de costos de manejo de plantaciones forestales en Zamorano

Los costos encontrados reflejan cálculos con precios actuales de Zamorano, los cuales son mas caros que los de afuera. La práctica más costosa entre varios tratamientos que se aplicaron en el control de malezas fue el uso de azadón combinado con la siembra de Canavalia (\$ 586 / ha), que representa una diferencia de 31% ( \$138 / ha) mayor que los usos de Glifosato combinado con el uso de Canavalia. El uso de Canavalia fue 29% (\$ 83 / ha) mayor que la siembra de Mucuna, además, la siembra de Canavalia es 76% (\$124/ ha) mayor que el uso de Glifosato. También en cuanto a Mucuna es un 25% (\$40/ha) mayor en costos que el uso de Glifosato. El azadón mas Canavalia, a pesar de ser el tratamiento mas caro de todos, resulto ser mas barato (\$8.63/unidad de porcentaje se cobertura disminuida) que el Fluazifop (\$9.26/unidad de porcentaje), por unidad de

porcentaje de cobertura reducida, lo que implica que el costo del uso de azadón compensa con la efectividad en el control que realiza (Arias, 1998).

Cuadro 2. Costos de los tratamientos, tanto por unidad en porcentaje de cobertura controlada, por unidad en porcentaje de especies controladas así como total, después de aplicados los tratamientos:

Tratamientos	Costos \$/ha/tratamiento	Costos \$/ unidad de % de cobertura controlada	Costos \$/ unidad de % de especies controladas
Glifosato+Canavalia.	448	4.66	4.61
Glifosato + Mucuna.	364	3.83	4.09
Glifosato solo.	162	1.70	1.86
Fluazifop+Canavalia	452	19.66	6.28
Fluazifop + Mucuna.	369	16.77	7.23
Fluazifop solo.	167	9.26	3.70
Azadón + Canavalia.	586	6.16	6.58
Azadón + Mucuna.	502	6.2	6.28
Azadón solo.	300	3.23	3.90
Canavalia.	286	15.87	19.05
Mucuna.	202	13.46	33.71

Fuente: (Arias, 1998).

## 2.3 CULTIVOS DE COBERTURA COMO OPCIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE MALEZAS EN EL MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES.

### 2.3.1 Consideraciones Generales

En los últimos años, la utilización de coberturas para la producción de cultivos perennes, es una de las prácticas que más está ganando la atención de productores, técnicos e investigadores por igual. Este reciente interés, contrasta con la antigüedad del empleo de estas prácticas en casi todo el mundo (Aykroyd and Doughty, 1982).

Cultivos de cobertura propiamente dichos, son aquellos que se siembran simultáneamente con plantaciones perennes y no son incorporados al suelo. Se incluyen también a esta definición, ciertas especies de características rastreras que se pueden asociar con cereales para control de malezas, reducir la erosión y beneficiarse de la fijación de nitrógeno (Evans et al., 1983).

Una de las mejores fuentes de información sobre las implicaciones que podría tener el uso de plantas leguminosas lo constituye precisamente el conocimiento tradicional sobre este tema. Este conocimiento es abundante pero se encuentra disperso y sin documentar (esperado ser documentado) en distintas regiones dentro de cada país. Dicho sea de paso, su búsqueda es una tarea estimulante para cualquier "investigador" moderno. Quizá la razón principal detrás del uso de especies leguminosas a través del tiempo haya sido la de asegurar mayor cantidad de alimento. En el presente se conocen diferentes sistemas tradicionales en donde especies leguminosas comestibles asocian con cultivos perennes. Por ejemplo, en Haití se utiliza una asociación de frutales y Gandul (*Cajanus cajan*). En Tanzania, Africa, es popular el asocio de una leguminosa conocida como "sunhemp".

Un reciente estudio realizado por CIDICCO en la Costa Norte de Honduras se pudo establecer que el costo de desmontar una manzana (aproximadamente 0.7ha), cuando esta ha sido cubierta previamente con follaje de Canavalia- *Canavalia ensiformis*, es un 69% mas bajo que cuando no existe la cobertura de leguminosa (Flores, 1992).

### 2.3.2 Importancia del manejo de malezas

Es muy importante buscar metodologías que permitan un manejo eficiente de las malezas, ya que estas compiten con el cultivo, por agua, luz y nutrimentos, sirven de hospederos a otras plagas y pueden ser alelopáticas. Debido a los múltiples problemas que las malezas causan en la producción, el hombre trata de reducir el daño causado por ellas, haciendo uso de diversas estrategias, técnicas y procedimientos (Pinty, 1997).

Los esfuerzos que se realizan para el control de malezas dependen de muchos factores, entre ellos el ciclo de vida de la maleza, hábito de crecimiento, agresividad, adaptabilidad a diversas condiciones del ambiente, forma de propagación, complejo de malezas presentes, tipo de cultivo, condiciones del suelo, clima, costo y disponibilidad para aplicar el control (Pinty, 1997).

La preparación del terreno para la siembra depende principalmente del poder económico del agricultor. Algunos utilizan maquinaria, otros la yunta de bueyes o simplemente no remueven la tierra, y siembran directamente con espeque, barreta o chuzo, sin tomar en cuenta cual es la práctica mas adecuada para controlar las malezas (Vega, 1990).

### 2.3.3 Establecimiento de leguminosas y control de malezas

El control de malezas es una de las actividades más importantes durante las primeras etapas de crecimiento de frutales, plantaciones forestales y otros cultivos perennes. Por ejemplo, las plantaciones frutales y forestales como cítricos, banano, pino, pochote, ním caoba y otras son trasplantadas desde los primeros años cuando tienen una altura de 30-50 cm; durante este período las plantas pueden ser fácilmente cubiertas por las malezas, por lo que la etapa ideal para el establecimiento de este tipo de leguminosas es a partir de el segundo y tercer año, dependiendo de la especie forestal. Además, el amplio espacio requerido entre plantas (3-5 m), favorece el crecimiento y reproducción de malezas.

Las plantaciones requieren el mayor cuidado en los primeros 5-7 años mientras se establece suficiente sombra al suelo como para disminuir el crecimiento de malezas. Esto significa que durante los primeros cinco o seis años, las malezas tienen que ser controladas; y ya se sabe que estas crecen rápidamente bajo las condiciones húmedas tropicales.

En el caso de frutales como los cítricos, mangos y aguacates, que no tienen las mismas características de crecimiento de las plantaciones forestales, es decir, no desarrollan tanto follaje como para evitar el paso de luz solar entre las calles, las prácticas de control de malezas continúan durante muchos años más.

Pero es precisamente aquí donde las leguminosas de cobertura juegan un papel muy importante ya que, en vez de tener la ocurrencia natural de malezas, que deben ser controladas frecuentemente año tras año, se puede establecer una cobertura densa de una leguminosa de rápido desarrollo que elimine el crecimiento de las malezas.

El kudzú tropical - *Pueraria phaseoloides*, es un ejemplo. Esta leguminosa se establece por medio de pequeñas semillas que emergen lentamente. Debido a eso, el suelo tiene que estar libre de otras malezas que podrían limitar su desarrollo inicial. En la mayoría de plantaciones comerciales, esta operación se lleva a cabo con el uso de herbicidas potentes, según se argumenta, para reducir los costos y lograr un mejor control. En este caso, la semilla de la leguminosa se siembra una vez que la vegetación ha sido químicamente quemada o eliminada por otros medios. Se necesitan unos 5-8 kg. de semilla / ha.

La siembra se puede hacer utilizando el método tradicional con el espeque o al voleo. Con el primer método, el uso de mano de obra es mayor; un hombre puede cubrir únicamente 1/3 de ha por día; mientras que al sembrar al voleo una persona puede cubrir una hectárea, en el mismo tiempo.

La inoculación de la semilla con el tipo adecuado de Rhizobium, es una práctica común en las plantaciones comerciales. Se asume que la inoculación contribuye a lograr un establecimiento más rápido de la leguminosa, porque, aparentemente, el kudzú tropical es una especie de nodulación tardía. En un estudio hecho hace muchos años, se reportaba que el kudzú tarda unos 37 días para formar una nodulación uniforme.

Los cultivos protectores se introdujeron en las plantaciones jóvenes de caucho, palma oleífera, coco y sisal. La tolerancia de las leguminosas dependía en gran parte de su tolerancia a la sombra y de su definitiva competencia con el cultivo principal de plantación por el agua y los nutrientes. Los requisitos de un cultivo de cobertura es que sea fácil de establecer, que cubra pronto el terreno y bien, que sea lo suficientemente agresivo para excluir el crecimiento de las malas hierbas (CIDICCO, 1995)

costa Norte de Honduras. El crecimiento agresivo del frijol terciopelo hace sumamente necesario su control con podas frecuentes alrededor de los arboles para evitar que los cubra.

*Canavalia ensiformis* tiene también un potencial enorme como cultivo de cobertura en forestales. CIDICCO ha localizado un par de experiencias en Honduras donde esta leguminosa ha sido usada en plantaciones de cítricos (CIDICCO, 1995).

### 2.3.6 Otras coberturas para plantaciones perennes Que tal Canavalia?

Durante los últimos dos años, se han recibido numerosas consultas sobre el uso de leguminosas de cobertura en plantaciones perennes, como frutales, cultivos comerciales y hasta forestales. Nos ha sido difícil localizar experiencias concretas sobre estos temas. Parece que la literatura no registra mucha información. Pero el interés en coberturas para este tipo de sistemas de producción aumenta conforme se amplian la explotación y deforestación de bosques y la exportación de productos comerciales. Una buena cobertura de leguminosas contribuiría a reducir costo de aplicación de herbicidas y/o deshierbas manuales.

En Centroamérica han detectado o recibido informes de pequeñas pruebas en las que se planta *Canavalia ensiformis* intercalada con cultivos perennes. Por un tiempo se penso que esta podría ser una buena alternativa (CIDICCO, 1995).

## 2.4 ALGUNAS LEGUMINOSAS COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DE MALEZAS EN EL MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES.

### 2.4.1 Canavalia - *Canavalia ensiformis*.

2.4.1.1 Descripción. Esta leguminosa tiene un comportamiento vigoroso, anual. Trepadora o arbusto leñoso, trifoliada, folíolos aovados o elípticos aovados, muy acuminada en el ápice, mas o menos cuneiforme en la base hasta 20 cm de largo y 10cm de ancho, lisa con 6 a 7 pares de nervios laterales. Escasas flores rosas, malvas o blancas, con base roja sobre un eje robusto de unos 2.5 cm de largo. Vaina variable ensiforme, alargada de 30cm de largo o más, con dos nervaduras longitudinales cerca de la sutura superior; semillas estrechas y elipsoïdes, blancas y lisas.

2.4.1.2 Características generales. Planta anual, robusta, resistente a la sequía e inmune la mayoría de las plagas; se cultiva extensamente como forraje y abono verde. Crece lentamente al principio, florece tres meses después de sembrada, y en esta fase se entierra como abono verde para la caña de azúcar. Es una leguminosa sumamente resistente a la

### 2.3.4 Control de malezas sin productos químicos

Cuando se considera en relación con la agricultura, la silvicultura y la horticultura, el consumo de pesticidas en las áreas verdes es de segundo orden, si se utiliza Dinamarca como orientación. Un extenso estudio, realizado en la primavera de 1996 demuestra que el consumo de pesticidas en los cultivos y plantaciones representa menos del 1% del consumo total de pesticidas en Dinamarca.

Los métodos empleados más corrientemente en las áreas plantadas son mecánicos, con gradas y cultivadores rotativos, o manual con azadas. Hay también métodos en los que se cubre el suelo (mulching), de tal modo que se impide el brote de las malezas. Uno de los materiales más populares de mulching para este fin es el de trozos de corteza o astillas de madera. Dos de los criterios principales de selección han sido la salubridad y la resistencia a las enfermedades

El control de malezas mediante una cubierta vegetal como cultivos de cobertura es materia de estética y economía. Los estudios realizados indican que los factores económicos son una barrera importante para la reducción del uso de pesticidas, ya que por el momento los métodos no químicos no son suficientemente eficaces y exigen más mano de obra. Además, es difícil mantener el nivel de atención deseado cuando hay que compartir los mismos recursos de mano de obra. Un estudio demuestra que los ciudadanos y los políticos están hoy dispuestos a aceptar una apariencia algo diferente cuando no se emplean pesticidas. Aunque en algunos lugares se han aumentado las asignaciones presupuestarias y se ha empleado más personal, estos son todavía casos excepcionales (Sánchez, 1994).

### 2.3.5 Máxima utilización de la tierra

El propósito es proporcionar información que pueda ser de utilidad para aquellas empresas dispuestas a invertir en el ámbito forestal tanto de especies tropicales como de clima templado; existen algunas consideraciones en cuanto a la manera en que se usaría la tierra durante los primeros años de establecimiento de dichas plantaciones.

Se ha observado que debido a limitaciones de tierras, los agricultores que han iniciado el establecimiento de plantaciones forestales, generalmente cultivan maíz o arroz entre las hileras de pino o eucalipto para obtener un aprovechamiento adicional de alimentos. En otras palabras, los cultivos de granos continuarán siendo producidos hasta que el crecimiento de las plantaciones impida su desarrollo (CIDICCO, 1995)

Bajo estas circunstancias, no es posible tener una cobertura de leguminosas permanentes como en el caso del kudzú, aunque la práctica sea realmente beneficiosa. La alternativa es entonces, la utilización de una leguminosa anual de crecimiento rápido, como el frijol terciopelo (*Mucuna* sp), el cual si puede ser asociado con el maíz y restablecido fácilmente por semillas una vez que se seca. Esta práctica está ganando popularidad en la

sequía, pudiendo soportar precipitaciones del orden de 600 y 700mm al año. La Canavalia aguanta hasta dos o tres meses de sequía, provee una cobertura de follaje para el suelo y evita así la desolación, la erosión y la evaporación de la humedad del suelo, además de aportar una gran cantidad de materia orgánica al suelo. Además, la Canavalia crece bien en suelos muy pobres y degradados, factor sumamente importante porque la mayoría de la gente pobre posee tierras con una capa muy delgada de suelo (Skerman, *et al.*, 1991)

#### 2.4.2 *Gliricidia* – *Gliricidia sepium*.

2.4.2.1 Descripción. Arbol que alcanza hasta 5–10m. hojas pinadas, foliolos cuneiformes en la base, agudos en el ápice, racimos numerosos, erectos, de 10 a 12 cm de largo. Flores pediceladas, aisladas glabras.

2.4.2.2 Características generales. Se emplea como seto vivo, podándose el incremento anual de nuevo crecimiento para forraje. Las raíces son tóxicas para los roedores y las hojas para los caballos, pero el ganado vacuno y las cabras no resultan afectados (Skerman, *et al.*, 1991).

#### 2.4.3 *Gandul* – *Cajanus cajan*.

2.4.3.1 Descripción. Arbusto anual o perenne de corto plazo, que crece hasta 4 m de altura, pero en general de 1 a 2 m, leñoso en la base. Hojas lanceoladas estrechas y pilosas. Flores amarillas, pardas o purpúreas. Vainas cortas (de 5 a 6 cm) aunque en la india se encuentran tipos de vaina larga. Las vainas contienen de 4 a 6 semillas de color pardo, rojo o negro. Tiene una raíz primaria de enraizamiento sumamente profundo.

2.4.3.2 Características generales. De origen indio africano, aclimatado ya en varios países tropicales. Prefiere condiciones cálidas y húmedas, crece entre los 18 y 30° C. No tolera heladas fuertes. Tiene una gran adaptabilidad en tierras bajas y semiáridas. Muy tolerante a la lluvia, pero prefiere más de 625 mm, por su hábito de raíz sumamente profunda es muy tolerante a la sequía, tolera una amplia gama de suelos, desde los arenosos a los arcillosos pesados negros (Skerman, *et al.*, 1991).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 GENERALIDADES

El ensayo se inició en julio de 1999 hasta noviembre de 1999, en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano localizada a 30 Km. al Este de Tegucigalpa, capital de Honduras.

En Zamorano se presentan las siguientes condiciones climáticas.

- Una precipitación promedio anual de 928.4 mm (con base en los 10 últimos años de registro), distribuidos en su mayoría de mayo a octubre.
- Temperatura máxima media anual de 29,3°C.
- Temperatura mínima media anual de 17,45°C.
- Temperatura media anual de 24,5°C, el mes mas frío es enero y el más cálido mayo.
- Humedad relativa media anual 70,5%.
- Brillo solar medio mensual de 194,5 horas.
- La velocidad media anual del viento de 5,8 km./h.
- Evaporación potencial anual de 1802 mm.

#### 3.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA

##### 3.2.1 Descripción del área de estudio

**3.2.1.1 Aspectos políticos.** Los sitios de Neern - *Azadirachta indica* y Caoba del Senegal - *Khaya senegalensis*, están localizadas en los 14°01'24" N y 87°00'05" W. El sitio plantado con Pochote - *Bombacopsis quinata* se encuentra a los 14°00'53" N y 87°01'33" W, departamento de Francisco Morazan, Honduras (datos obtenidos con GPS).

**3.2.1.2 Aspectos físicos.** Los sectores de estudio tienen una elevación que van desde los 772 msnm, en las plantaciones de Neern y Caoba hasta aproximadamente 866 msnm en la plantación de Pochote, correspondiente a una sola zona de vida: bosque seco trópical, transición a subtropical. Los sitios presentan pendientes que van desde 0% en la parte baja, hasta 17% en los lugares más altos.

### 3.3 MATERIALES USADOS EN EL ESTUDIO

- Plantaciones ya establecidas de:
  - Caoba del Senegal – *Khaya senegalensis*
  - Neem - *Azadirachta indica*
  - Pachote – *Bombacopsis quinata*
- Semillas de especies de cobertura de:
  - Canavalia – *Canavalia ensiformis*
  - Gandul – *Cajanus cajan*.
  - Gliricidia- *Gliricidia sepium*
  - Tefrosia – *Tephrosia vogelii*
- Cintas métricas y diamétricas.
- Vara telescópica.
- Azadones y piochas.
- Cámara fotográfica.
- Planímetro.
- Escalera.

### 3.4. METODOLOGIA DE LEVANTAMIENTO

#### 3.4.1 Selección de sitios o estaciones

Para el establecimiento de los ensayos formales con cultivos de cobertura, se seleccionaron sitios en cada una de las tres plantaciones. Los sitios se escogieron de acuerdo a los siguientes criterios:

- Homogeneidad florística, es decir, presencia de una sola especie en el área de plantación.
- Plantación con dosel abierto que permitiese el libre ingreso de luz al piso forestal.
- Homogeneidad edáfica en términos de fertilidad y pedregosidad.
- Pendiente relativamente uniforme

### 3.4.2 Selección de cultivos de cobertura

Los cultivos de cobertura se seleccionaron con base en los siguientes criterios:

- Fácil reproducción por siembra directa.
- Rapidez en crecimiento.
- Habilidad para mejorar suelos.
- Fácil manejo en lo relativo a su hábito de crecimiento.

Fundamentado en estos aspectos, se eligieron las cuatro leguminosas siguientes: Canavalia - *Canavalia ensiformis*, Madreado o madre cacao - *Gliricidia sepium*, Tefrosia - *Tephrosia vogelii* y Gandul - *Cajanus cajan*.

### 3.4.3 Preparación del sitio

Se realizó una limpieza, chapea y azadonada de los tres sitios escogidos con el propósito de tener todas las condiciones favorables de suelo para la germinación, crecimiento y desarrollo de las especies de cobertura.

### 3.4.4 Establecimiento del experimento

En cada sitio se seleccionó un lote de terreno de 735m<sup>2</sup>, lo más homogéneo posible en términos de suelo y pendiente. Cada lote fue dividido en tres repeticiones que incluye cinco tratamientos que son las especies de leguminosas más un testigo, cada tratamiento tuvo una superficie de 49m<sup>2</sup>. Cada parcela o tratamiento fue demarcado por medio de estacas de madera

Previamente preparado el sitio se procedió a la siembra de las semillas de las especies de leguminosas el 8 de agosto de 1999 a un espaciamiento promedio de 50 x 50cm, para lo cual se utilizó una regla marcada cada 50cm. Las semillas recibieron un tratamiento pre-germinativo mediante la inmersión en agua fría por un período de 12 horas. La siembra se realizó con chuzo y en cada postura se depositaron dos y tres semillas a una profundidad de dos veces el tamaño de la semilla.

### 3.4.5 Diseño estadístico

Para el estudio se realizó un diseño experimental de bloques completos al azar - DBCA. En este caso específico el sitio representa el bloque. Para cada sitio o bloque se utilizaron tres replicas, y cuatro tipos de cobertura, más un testigo, es decir cinco tratamientos por replica. En total 15 tratamiento por subbloque, distribuidos en cada sitio en forma totalmente aleatoria. El cuadro 3 presenta los tratamientos y la figura 1 muestra la distribución de los mismos en el terreno.

Cuadro 3. Tratamientos por bloque de 49m<sup>2</sup> utilizados en el experimento.

Tratamientos	Elementos
Tratamiento 1	<i>Canavalia ensiformis</i>
Tratamiento 2	<i>Gliricidia sepium</i>
Tratamiento 3	<i>Tephrosia vogelii</i>
Tratamiento 4	<i>Cajanus cajan</i>
Tratamiento 5	Testigo

B1: Neem

B2: Pochote

B3: Caoba del Senegal

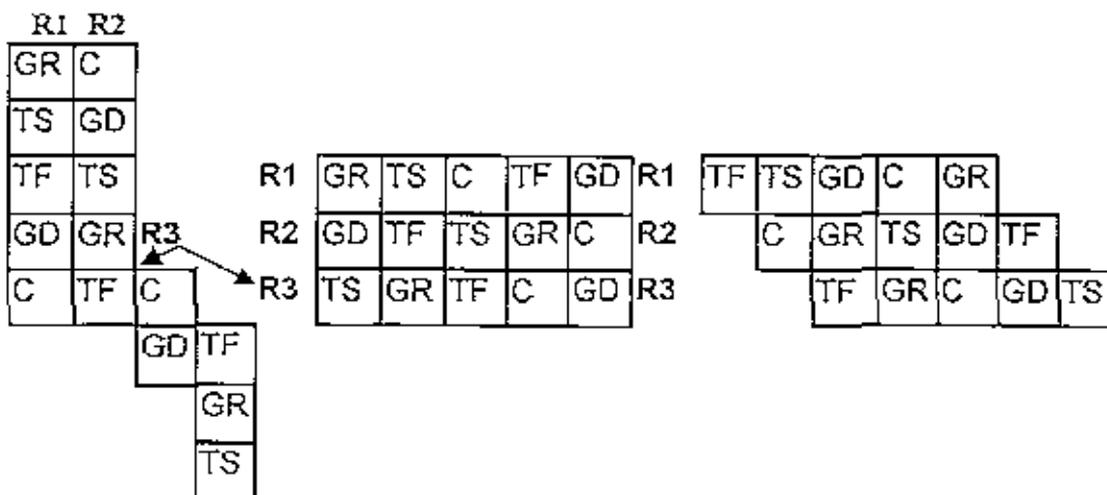


Figura. 1. Distribución de tratamientos en tres réplicas en los tres sitios de estudio.

Donde:

B1 = Neem

B2 = Pochote

B3 = Caoba del Senegal

R1, R2, R3 = Repeticiones.

C = Canavalia

GR = Gliricidia

TF = Tephrosia

GD = Gandul

TS = Testigo.

### 3.4.6 Instalación de parcela de muestreo permanente - PMP.

El bloque instalado en cada sitio de plantación se considera como una PMP, la que fue delimitada por medio de una zanja de 30cm de ancho y 20cm de profundidad. Esta parcela se estableció con el propósito de evaluar el crecimiento de la masa forestal tanto en altura como en diámetro basal y a la altura del pecho, tomando como base el efecto que podrían provocar las especies de cobertura. La secuencia de las mediciones aparece en la Figura 2.

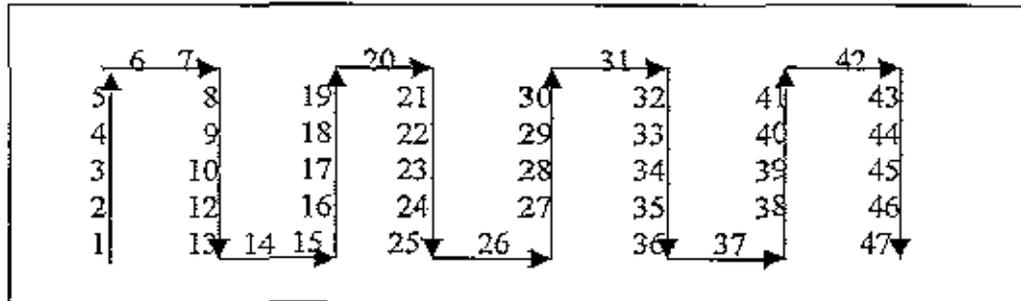


Figura 2. Secuencia de medición de los árboles

### 3.4.7 Labores de limpieza

Para asegurar que las especies de cobertura tuviesen un buen desarrollo, a los 30 días de la siembra se realizó una deshierba de todas las parcelas. Esta labor facilitaría la rápida cobertura del suelo y suprimiría la gran mayoría de malezas.

## 3.5 METODOLOGIA DE EVALUACION

### 3.5.1 Muestreo de la cobertura

Con la ayuda de una escalera se realizaron fotografías a cada una de las parcelas a la altura de 2.5 metros, lo que abarca un área de 0.96m<sup>2</sup> suficientemente representativa de cada tratamiento con sus replicas. Estas mediciones se hicieron periódicamente a partir de los 35 días después de la siembra, luego cada 15 días con el propósito de monitorear el crecimiento de las leguminosas hasta el punto de lograr la máxima cobertura posible. La cobertura de las fotografías fue cuantificada recorriendo el área con una planímetro con previo conocimiento del área en el campo.

Para evaluar la cobertura de copas para cada especie se recurrió a las categorías de grados de cobertura propuesta por Braun Blanquete Cuadro 4.

**Cuadro 4.** Grados de cobertura propuesta por Braun Blanquete (1950).

Categoría de cobertura	Características
1	Muy escasa. Inferior a 1/20 de la superficie
2	Cobertura de 1/20 a 1/4 de la superficie
3	Cobertura de 1/4 a 1/2 de la superficie
4	Cobertura de 1/2 a 3/4 de la superficie
5	Cobertura de 3/4 a 4/4 de la superficie.

### 3.5.2 Diseño experimental

Se realizó un análisis de varianza compuesto por sus fuentes de variación: cuatro tipos de leguminosas y tres repeticiones. Mediante un valor F, determinar la probabilidad si las diferencias observadas se deben a causas verdaderas propias de cada tratamiento, repetición ó a factores externos, en su mayoría no controlables como los relacionados con el medio ambiente.

### 3.5.3 Análisis de los datos

Para el análisis de datos se uso el programa estadístico SAS (Statistical Applications in Series), mediante una análisis de varianza (ANDEVA) y un prueba múltiple de medias (Duncan).

### 3.5.4 Evaluación de las parcelas de muestreo permanente PMP.

Con el propósito de monitorear el comportamiento de las especies forestales se hicieron mediciones tanto de altura, diámetro basal y dap al inicio y final del ensayo. En Caoba se hicieron mediciones de altura y dap. En Neem de Altura y solamente de diametro basal ya que para medir el dap este no llega a 2cm todavía. En Pochote por ser una plantación joven se hicieron mediciones de altura y solo de diametro basal.

### 3.5.5 Evaluación de los costos de los tratamientos

En este caso se tomaron en cuenta los costos de la semilla y mano de obra necesaria para la limpieza de las plantaciones. La semilla para el establecimiento del ensayo y la mano de obra para el manejo del experimento tienen un costo que se muestra en el cuadro 5..

**Cuadro 5.** Costos de los materiales usados para el establecimiento y manejo del experimento.

Semilla de Canavalia	4.0 /kg
Semilla de Tefrosia	4.0 /kg
Semilla de Gandul	10 / Kg
Semilla de Gliricidia	10 / Kg
Mano de obra	10 / dia-hombre

## 4. RESULTADOS

### 4.1 COBERTURA DEL SUELO DESPUES DE LA APLICACION DE LOS TRATAMIENTOS

La cuantificación de la cobertura de suelo después de la aplicación de los tratamientos es muy importante para saber que especies de leguminosa es la más agresiva en cuanto reducción del impacto de las malezas.

#### 4.1.1 Porcentaje del suelo cubierto 35 días después de la siembra

4.1.1.1 Plantación de *Khaya senegalensis*. Canavalia y Gandul se muestran en promedio más efectivo en cubrir el suelo. Cuadro 6 y su ANDEVA en el cuadro 7.

Cuadro 6. Cantidad del suelo cubierto en porcentaje.

Canavalia(1)	0.15	0.18	0.12	0.15
Tefrosia(2)	0.05	0.02	0.07	0.046
Gandul(3)	0.10	0.04	0.04	0.06
Glicíndia(4)	0.02	0.03	0.03	0.026

Cuadro 7. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
TIPOLEG	3	0.027	0.0089	10.67	0.008
REPET	2	0.0005	0.00025	0.31	0.75
ERROR	6	0.005	0.00084		
TOTAL	11	0.032			

$$r^2 = 0.84$$

$$\text{Media} = 0.0708$$

$$S = 0.0289$$

$$\text{CV} = 40.82\%$$

**Interpretación:** Los resultados obtenidos del ANDEVA indican que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos con una probabilidad F de ( $Pr > 0.008$ ) de ocurrencia. Los datos se ajustan al modelo con una  $r^2$  de 0.844. El promedio de los datos recolectados es de 0.0708 con una desviación de 0.0289, equivalente en porcentaje a 40.82%. Este valor se considera relativamente alto tomado en consideración que esto indica que existen especies que tienen una cobertura muy deficiente.

Además se puede ver en los resultados que no existe diferencia estadísticamente significativa entre repeticiones ( $Pr > 0.74$ ). En la plantación de caoba se pudo utilizar fácilmente otro diseño estadístico como el diseño completamente al azar por la uniformidad de sitio. Para verificar que diferencias entre tratamientos se consideran significativas se realizó una prueba múltiple de medias (Duncan) Cuadro 8.

**Cuadro 8. Prueba múltiple de medias (Duncan)**

Tratamiento	Comparación	Medias	N
1	A	0.1500	3
3	B	0.0600	3
	B		
2	B	0.04667	3
	B		
4	B	0.02667	3

\* Medias con la misma letra no existe diferencia significativa

Basándose en los promedios de cobertura se puede ver que la especie con mayor cobertura es *Canavalia*(1), la cual difiere grandemente con las otras especies plantadas.

**4.1.1.2. Plantación de *Azadirachta indica*.** *Canavalia* y *Gandul* se muestran en promedio más agresivas en cubrir el suelo. Cuadro 9 y su ANDEVA en el cuadro 10.

**Cuadro 9. Cantidad de suelo cubierto en tanto por uno.**

<i>Canavalia</i> (1)	0.23	0.21	0.19	0.226
<i>Tefrosia</i> (2)	0.03	0.04	0.07	0.046
<i>Gandul</i> (3)	0.19	0.20	0.08	0.156
<i>Glicíndia</i> (4)	0.10	0.06	0.07	0.076

Cuadro 10. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
TPOLEG	3	0.0594	0.0198	11.26	0.007
REPET	2	0.0045	0.0023	1.28	0.343
ERROR	6	0.0105	0.0017		
TOTAL	11	0.0744			

 $r^2 = 0.86$ 

CV= 33.1%

S = 0.042

Media = 0.126

**Interpretación:** El ANDEVA realizado indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos con una probabilidad de ocurrencia de ( $Pr > 0.007$ ). Los datos se ajustan al modelo con una  $r^2 = 0.86$ . El promedio de las observaciones es (0.126) con una desviación de (0.042) que equivale a 31.1% de variación, se la considera relativamente alta lo cual significa que existen áreas con baja cobertura.

No existe diferencia estadísticamente significativa entre repeticiones con una probabilidad de ocurrencia de ( $Pr > 0.34$ ), por lo mencionado anteriormente de la uniformidad de sitio indica que se pudo haber usado fácilmente otro diseño estadístico.

El tipo de leguminosas es demostrado muy claramente en el modelo estadístico en el cual se ve que tiene diferencia por su diferente comportamiento y adaptación al sitio. Esta diferencia se muestra mediante una prueba múltiple de medias, Cuadro 11.

Cuadro 11. Prueba múltiple de medias (Duncan)

Tratamiento	Comparación	Medias	N
1	A	0.22667	3
	A		
3	A B	0.15667	3
	B		
4	B C	0.07667	3
	C		
2	C	0.04667	3

- Medias con la misma letra no existe diferencia significativa

Mediante esta prueba de medias se puede observar que existe diferencia significativa en cuanto a cobertura de suelo en lo que se refiere a Canavalia(1) y Gandul(3), El buen crecimiento que existe aquí se debe al tipo de suelo el cual es bastante suelto, existe diferencia entre Canavalia(1) y Tefrosia(2) que indica que la cobertura es muy inferior a la de Canavalia.

4.1.1.3 Plantación de *Bombacopsis quinata*. Canavalia y en menor proporción Gliricidia indican en promedio relativamente más efectivos en cubrir el suelo. Cuadro 12 y su ANDEVA en el cuadro 13.

Cuadro 12. Cantidad de suelo cubierto en tanto por uno.

Canavalia	0.14	0.15	0.18	0.156
Tefrosia	0.00	0.00	0.00	0.00
Gandul	0.00	0.00	0.00	0.00
Gliricidia	0.06	0.10	0.02	0,06

Cuadro 13. Análisis de varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
TIPOLEG	3	0.0492	0.0164	26.97	0.0007
REPET	2	0.0004	0.0002	0.34	0.723
ERROR	6	0.0036	0.0006		
TOTAL	11	0.0532			

$r^2 = 0.93$       Media = 0.0542      S = 0.0246      CV = 45 %

**Interpretación:** Basándose en el ANDEVA, existe diferencia significativa entre tratamientos con una probabilidad de ( $Pr > 0.0007$ ). Los datos se ajustan al modelo con una  $r^2 = 0.93$ . Aquí hay que mencionar que la media entre tratamiento se encuentra en 0,054 lo cual se debe a que existen parcelas que contienen alta pedregosidad y suelo muy superficial con especies que nunca germinaron como las de Gandul y Tefrosia, por lo que existe una desviación muy alta en relación con el promedio de 0,023 que más claramente se puede ver en el coeficiente de variación CV= 42%. Para saber si la diferencia encontrada entre tratamientos es significativa es necesario realizar una prueba múltiple de medias (Duncan) Cuadro 14.

Cuadro 14. Prueba múltiple de medias (Duncan)

Tratamiento	Comparación	Medias	N
1	A	0.15667	3
4	B	0,06	3
3	C	0.000	3
2	C	0.000	3

▪ Medias con la misma letra no existe diferencia significativa

Mediante esta prueba de medias se puede observar que existe una gran diferencia tanto entre Canavalia(1) y Gliricidia(4) en cuanto a cobertura de suelo, como también entre Gandul(3) y Tefrosia(2), estas últimas debido al sitio no germinaron por lo que no se obtuvo datos que puedan ser comparados con los demás tratamientos.

#### 4.1.2 Porcentaje del suelo cubierto 50 días después de la siembra

4.1.2.1 Plantación de *Khaya senegalensis*. Canavalia y Gandul en promedio se muestran más efectivos en cubrir el suelo. Cuadro 15 y su ANDEVA en el Cuadro 16.

Cuadro 15. Cantidad del suelo cubierto en tanto por uno.

Canavalia(1)	0.27	0.28	0.29	0.28
Tefrosia(2)	0.12	0.07	0.13	0.11
Gandul(3)	0.26	0.14	0.06	0.15
Gliricidia(4)	0.05	0.06	0.09	0.06

Cuadro 16. Análisis de Varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
TIPOLEG	3	0.0771	0.025	7.68	0.017
REPET	2	0.0033	0.0016	0.50	0.63
ERROR	6	0.020	0.003		
TOTAL	11	0.100			

$r^2 = 0.80$        $CV = 38.14\%$        $S = 0.057$        $Media = 0.15$

**Interpretación.** Existe diferencia significativa entre tratamiento a una probabilidad de ( $Pr > 0.017$ ), es decir, que difieren las especies de leguminosas en la cobertura del suelo.

La  $r^2$  de 0.80 indica que los datos obtenidos se ajustan al modelo. El promedio de la cobertura es de 0.15 con una desviación de 0.05 que es igual a  $CV = 38.14\%$ . No existe diferencia significativa entre repeticiones ya que su probabilidad es de ( $Pr > 0.63$ ). Estadísticamente la especie que en promedio resulto mejor se muestra en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Prueba múltiple de medias(Duncan)

Tratamiento	Comparación	Medias	N
1	A	0.28	3
3	B	0.15	3
	B		
2	B	0.11	3
	B		
4	B	0.07	3

\* Medias con la misma letra no tienen diferencia significativa

Existe alta diferencia entre Canavalia(1) y Gandul(3) que va desde 0.28 a 0.15 respectivamente que es muy representativo ya que en 50 días que tiene el experimento ya debería haber alcanzado por lo menos un 50 % de cobertura.

4.1.2.2 Plantación de *Azadirachta indica*. Tanto Canavalia como Gandul en promedio son más efectivos en cubrir el suelo como se muestra en el Cuadro 18 y su ANDEVA en el Cuadro 19.

Cuadro 18. Cantidad del suelo cubierto en tanto por uno.

Canavalia(1)	0.53	0.53	0.52	0.53
Tefrosia(2)	0.05	0.08	0.16	0.10
Gandul(3)	0.35	0.37	0.24	0.32
Glicíndia(4)	0.27	0.13	0.12	0.17

Cuadro 19. Análisis de Varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
TPOLEG	3	0.322	0.107	23.71	0.001
REPET	2	0.003	0.001	0.35	0.71
ERROR	6	0.027	0.004		
TOTAL	11	0.352			

$r^2 = 0.92$      $CV = 24 \%$      $S = 0.067$      $Media = 0.27$

**Interpretación.** Existe una diferencia altamente significativa entre tratamientos con una probabilidad de ocurrencia de ( $Pr > 0.001$ ), basándose en los datos obtenidos en el campo las especies de leguminosas difieren entre sí grandemente. Con una  $r^2 = 0.92$  se puede

decir que los datos recopilados del experimento se adaptan muy bien al modelo estadístico. Existe una desviación de 0.06 o 24% con relación a la media que es de 0,28 lo cual indica que la variabilidad de los datos de los tratamientos es relativamente baja. Las diferencias entre promedios de cobertura indican la prueba múltiple de medias. Cuadro 20.

**Cuadro 20. Prueba múltiple de medias (Duncan)**

Tratamiento	Comparación	Medias	N
1	A	0.52	3
3	B	0.32	3
4	C	0.17	3
	C		
2	C	0.09	3

• Medidas con la misma letra no existe diferencia significativa.

Existe una diferencia bien marcada en cuanto a tratamientos que se refleja en su promedio de cobertura, es decir, que para el caso específico de Canavalia(1) abarca 52% de cobertura del suelo, aunque al parecer no es suficiente pero esto puede evitar el crecimiento de la mayoría de malezas.

4.1.2.3 Plantación de *Bombacopsis quinata*, Canavalia y Gliricidia en promedio son más efectivos en cubrir el suelo Cuadro 21 y su ANDEVA en el Cuadro 22.

**Cuadro 21. Cantidad del suelo cubierto en tanto por uno.**

Canavalia	0.15	0.21	0.30	0.22
Tefrosia	0.00	0.00	0.00	0.00
Gandul	0.00	0.00	0.00	0.00
Gliricidia	0.10	0.24	0.05	0.13

**Cuadro 22. Análisis de varianza**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
TIPOLEG	3	0.104	0.034	8.06	0.01
REPET	2	0.005	0.002	0.58	0.58
ERROR	6	0.025	0.004		
TOTAL	11	0.134			

$r^2 = 0.80$       Media = 0.087      S = 0.065      CV = 75%

**Interpretación.** Existe una diferencia significativa entre tratamientos con una probabilidad de ocurrencia de ( $Pr > 0.01$ ), Datos se adaptan al modelo con un  $r^2 = 0.80$ , una desviación de 0.065 con respecto a la media de 0.087, hay que tomar en cuenta que esta media es global, con lo que incluye los datos que no existieron cultivos. Para este caso es necesario realizar una prueba múltiple de medias y comparar entre tratamientos. Cuadro 23.

**Cuadro 23. Prueba múltiple de medias (Duncan)**

Tratamiento	Comparación	Medias	N
1	A	0.22	3
	A		
4	B	0.13	3
	A		
	B		
3	B	0.00	3
	B		
2	B	0.00	3

▪ Medias con la misma letra no existe diferencia significativa

La única especie de leguminosas que se adaptó al sitio fue Canavalia(1) y en menor proporción Gliricidia(4).

#### 4.1.3 Porcentaje del suelo cubierto 65 días después de la siembra

4.1.3.1 Plantación de *Khaya senegalensis*. Canavalia y Gandul en promedio son mas efectivos en cubrir el suelo como se muestra en el Cuadro 24 y su ANDEVA en el Cuadro 25.

**Cuadro 24. Cantidad del suelo cubierto en tanto por uno.**

Canavalia(1)	0.48	0.24	0.35	0.35
Tefrosia(2)	0.15	0.10	0.22	0.16
Gandul(3)	0.40	0.15	0.06	0.20
Gliricidia(4)	0.04	0.10	0.08	0.07

Cuadro 25. Análisis de Varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
TIPOLEG	3	0.127	0.042	3.70	0.081
REPET	2	0.031	0.015	1.36	0.326
ERROR	6	0.068	0.011		
TOTAL	11	0.227			

$r^2 = 0.697$      $CV = 54\%$      $S = 0.11$      $Media = 0.197$

**Interpretación.** Existe diferencia entre tratamientos a una probabilidad de ( $P_T > 0.08$ ). Entre Canavalia y Gandul existe una similitud en comportamiento por su buena cobertura en el sitio. Con una  $r^2 = 0.69$  nos indica cuanto se adaptan los datos al modelo. La media encontrada entre tratamientos de 0.197 con una desviación de 0.11 equivalente a  $CV = 54\%$ , indica que existe alta variabilidad de los datos, es decir que hay parcelas que están con buena cobertura y parcelas que es casi en su totalidad sin cobertura del suelo.

4.1.3.2 *Plantación de Azadirachta indica.* Canavalia y Gandul en promedio tienen buen comportamiento que los demás en cubrir el suelo como se muestra en el Cuadro 27 y su ANDEVA en el Cuadro 28.

Cuadro. 26. Cantidad del suelo cubierto en tanto por uno.

Tratamiento	Canavalia(1)	Tefrosía(2)	Gandul(3)	Glicíndia(4)
Canavalia(1)	0.44	0.71	0.59	0.58
Tefrosía(2)	0.14	0.08	0.16	0.13
Gandul(3)	0.56	0.41	0.35	0.44
Glicíndia(4)	0.26	0.12	0.13	0.17

Cuadro 27. Análisis de Varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
TIPOLEG	3	0.424	0.141	11.79	0.006
REPET	2	0.003	0.002	0.15	0.86
ERROR	6	0.072	0.012		
TOTAL	11	0.500			

$r^2 = 0.85$      $CV = 33.2\%$      $S = 0.11$      $Media = 0.32$

**Interpretación.** Existe diferencia significativa entre tratamientos con una probabilidad de ocurrencia de ( $Pr > 0.006$ ) , y un  $r^2 = 0.85$  que indica cuanto se adaptan los datos al modelo. Con una desviación de 0.11 o de 33%, referente a la media que es de 0.33, en si esta media no es representativa de todo el experimento ya que abarca también los tratamientos que tienen más baja cobertura. Por lo es necesario realizar una prueba múltiple de medias. Cuadro 29.

**Cuadro 28. Prueba múltiple de medias (Duncan)**

Tratamiento	Comparación	Medias	N
1	A	0.58	3
	A		
3	A	0.44	3
4	B	0.17	3
	B		
2	B	0.12	3

▪ Medidas con la misma letra no existe diferencia significativa

Basándose en las medias se puede ver que Canavalia(1) y Gandul(3) tienen buena capacidad de cobertura del suelo en comparación a Gliricidia(4) y Tefrosia(2) que tienen una deficiente cobertura.

**4.1.3.3 Plantación de *Bombacopsis quinata*.** Canavalia y Gliricidia en promedio son más efectivos en cubrir el suelo como se muestra en el Cuadro 30 y su ANDEVA en el Cuadro 31.

**Cuadro 29. Cantidad del suelo cubierto en tanto por uno.**

Canavalia	0.14	0.23	0.30	0.22
Tefrosia	0.00	0.00	0.00	0.00
Gandul	0.00	0.00	0.00	0.00
Gliricidia	0.10	0.13	0.06	0.10

**Cuadro 30. Análisis de Varianza**

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Pr > F
TIPOLEG	3	0.100	0.033	15.6	0.003
REPET	2	0.002	0.001	0.56	0.60
ERROR	6	0.012	0.002		
TOTAL	11	0.116			

$r^2 = 0,88$       Media = 0.08      S = 0.046      CV = 58%

**Interpretación.** Mediante el ANDEVA se puede ver que existe diferencia significativa entre tratamientos con una probabilidad de ocurrencia de ( $Pr > 0.003$ ). Con una  $r^2$  de 0.88 nos indica el ajuste de los datos al modelo. Con una desviación de 0.046 o lo que es igual al 58% con respecto a la media, esto es muy alto ya que el modelo toma en cuenta también a las parcelas que no contienen datos, es decir, que no hubo cobertura. Esto se muestra claramente con una prueba múltiple de medias Cuadro 32.

**Cuadro 31. Prueba múltiple de medias (Duncan)**

Tratamiento	Comparación	Medias	N
1	A	0.223	3
4	B	0.096	3
3	C	0.00	3
	C		
2	C	0.00	3

▪ Medidas con la misma letra no existe diferencia significativa

Aunque la cobertura promedio del suelo de Canavalia(1) no es la suficiente, es mas que dos veces el promedio de Gliricidia(4). La cobertura del suelo de Gandul (3) y Tefrosia (2) fueron cero por que no hubo germinación de la semilla.

## 4.2 COMPORTAMIENTO DE LAS ESPECIES DE COBERTURA EN EL TIEMPO

### 4.2.1 Tendencia de la cobertura en la plantación de *Khaya senegalensis*.

La especie más promisoría en cuanto a cobertura fue Canavalia, siguiendole Gandul y en menor grado Tefrosia y Gliricidia las que no progresaron lo suficiente debido a que el sitio no fue apto y las condiciones de manejo no fueron las mas adecuadas(figura 3).

**Cuadro 32. Promedios de cobertura de copas para cada tratamiento**

Canavalia	0.15	0.28	0.35
Tefrosia	0.05	0.11	0.16
Gandul	0.06	0.15	0.2
Gliricidia	0.03	0.06	0.07

En proporción la especie que más incrementa su cobertura del suelo es Canavalia.

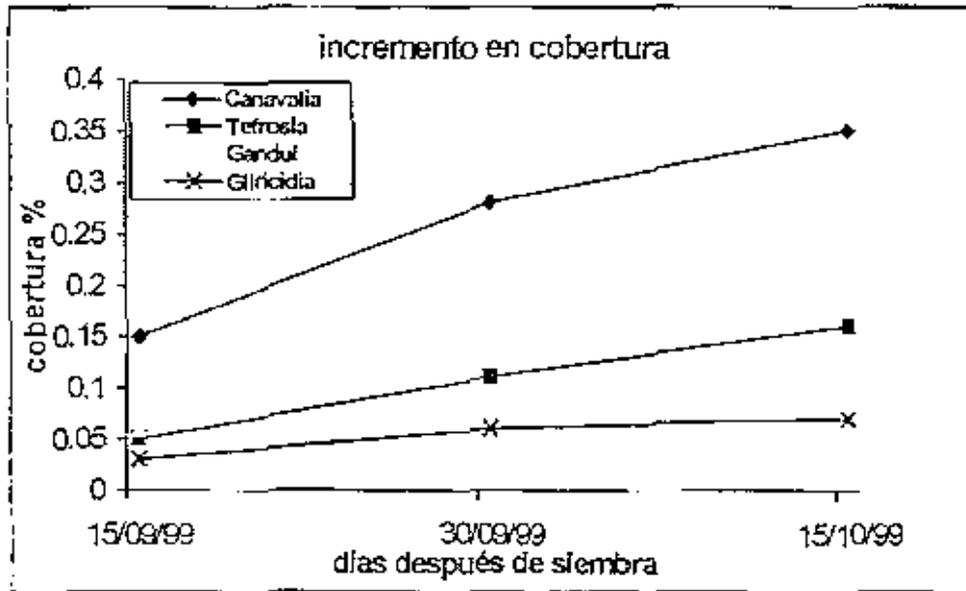


Figura 3. Incremento en cobertura de las especies en el tiempo.

#### 4.2.2 Tendencia de la cobertura en la plantación de *Azadirachta indica*

Para el caso de la plantación de Neem, las especies de cobertura respondieron mejor tomando en cuenta que aquí se cuenta con un mejor suelo, el cual favorece al desarrollo de las plantas. Canavalia respondió satisfactoriamente con una cobertura de hasta el 58% en 65 días (figura 4).

Cuadro 33. Promedios de cobertura de copas para cada tratamiento.

Especie	015/09/99	30/09/99	15/10/99
Canavalia	0.23	0.53	0.58
Tefrosia	0.05	0.10	0.13
Gandul	0.16	0.32	0.44
Gliricidia	0.08	0.17	0.17

En el primer periodo Canavalia tiene un incremento de cobertura del 100% para luego aumentar su crecimiento progresivamente.

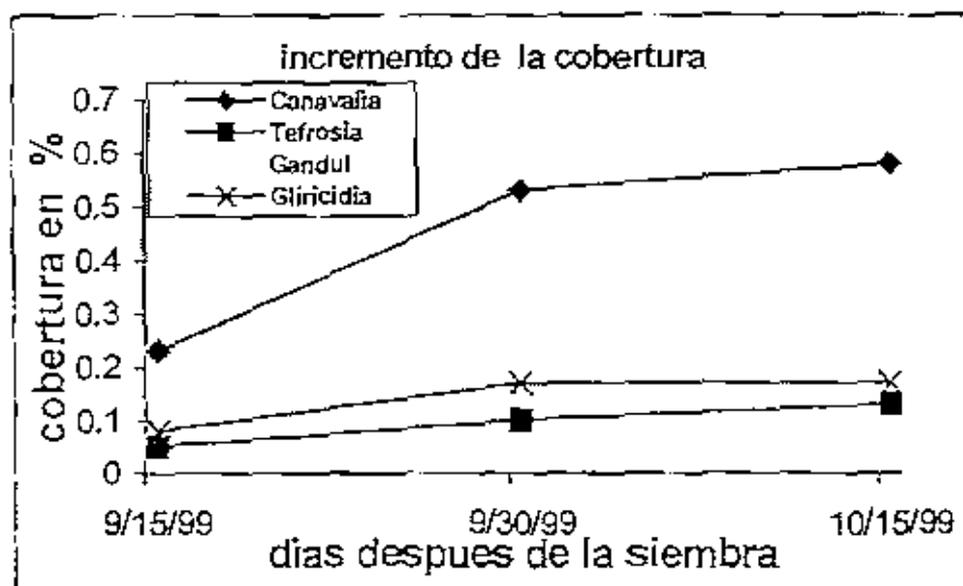


Figura 4. Descripción del comportamiento de las especies en el tiempo.

#### 4.2.3 Tendencia de la cobertura en la plantación de *Bombacopsis quinata*.

La plantación de Pochoite tiene baja altura lo que permite que el sol choque contra el suelo directamente y con esto este se mantiene seco en la mayoría del tiempo, por lo que solamente germinaron las especies de Canavalia y Gliricidia, presentando mejor desarrollo fue Canavalia (figura 5).

Cuadro 34. Promedios de cobertura de copas para cada tratamiento.

Especie	9/15/99	9/30/99	10/15/99
Canavalia	0.16	0.22	0.22
Tefrosia	0.00	0.00	0.00
Gandul	0.00	0.00	0.00
Gliricidia	0.06	0.13	0.10

El comportamiento de Gliricidia es bajo ya que ocurre un crecimiento acelerado en el primer periodo y para el segundo tiende a disminuir.

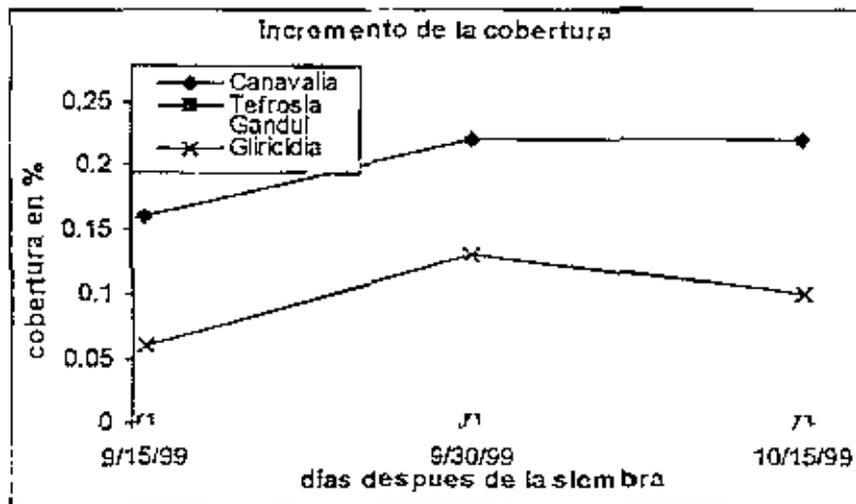


Figura. 5. Descripción del comportamiento de las especies en el tiempo.

#### 4.3 COSTOS DE APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los costos en los que se incurrió en el manejo son de precios actuales de Zamorano que fueron los de la semilla que varían dependiendo de cada especie, chapea y azadoneado. Mas que disminuir los costos en el manejo es la capacidad de cobertura que tiene Canavalia en evitar el crecimiento de malezas invasoras que compiten con la extracción de nutrientes del suelo y otras por estrangulamiento del árbol.

Los costos calculados son una aproximación de lo que se podría gastar en el manejo y control de malezas en las plantaciones de Caoba, Neem y Pochote, tomando en cuenta lo que se gastó en el tiempo que duró el experimento y proyectado hasta aproximadamente los primeros cinco a diez años que necesitan cuidado la mayoría de plantaciones forestales comerciales, todo esto comparado con lo que se gasta normalmente año tras año en el manejo de las plantaciones en Zamorano, sección forestales. Cuadro 36.

##### 4.3.1 Costos de manejo de plantaciones forestales con cultivos de cobertura

Los costos que se gastan en el manejo como chapea y limpieza de plantaciones forestales en Zamorano, son muy variables dependiendo del sitio y el tipo de plantación forestal. El sueldo por día normal de un trabajador en forestales es de 10 dólares y el área de chapea que puede realizar un trabajador normal va desde 250 m<sup>2</sup> por día en el peor de los casos, es decir en sitios con pasto lignificado, suelos inundados o con gran cantidad de piedra y pendiente elevada, hasta 1000 m<sup>2</sup> en condiciones favorables de pasto suave y pendiente normal, es decir se habla de un promedio de 625m<sup>2</sup> por día a un costo de 10 dólares lo que equivale a 160 dólares / ha, en una sola chapea, pero lo mas usual y normalmente se

realiza en Zamorano son dos chapeas una al inicio del año y la otra al final la época lluviosa.

Cuadro 35. Costos de establecimiento y manejo del experimento

Labores	Costos S/area de experimento	Costos S / ha			
		Canavalia	Tefrosia	Gandul	Gliricidia
Preparación del sitio	176.35	799.77	799.77	799.77	799.77
Delimitación de las parcelas	30.67				
Semilla de Canavalia	2.34	53.06			
Semilla de Tefrosia	1.10		24.94		
Semilla de Gandul	1.93			43.76	
Semilla de Gliricidia	8.31				188.43
Siembra	34.89	197.78	197.78	197.78	197.78
Deshierba	34.50	195.57	195.57	195.57	195.57
Total	290.09	1246.11	1217.99	1236.88	1381.57

#### 4.3 CRECIMIENTO DE ESPECIES FORESTALES

Los cuadros 37, 38 y 39 muestran incrementos en diámetro basal, dap y altura total para diferentes especies forestales.

Cuadro 36. Incremento periódico en dap y altura total para Caoba - *Khaya senegalensis*.

Arbol No	Fecha de medición								Incremento periódico	
	19-Junio-1999		4-Nov.-1999		19-Junio-1999		4-Nov.-1999		DAP cm.	Altura Total Mts.
	Inicial DAP mm.	final DAP cm.	inicial Altura Dm.	final Altura Mts.	inicial DAP cm.	final Altura Mts.				
1	32	3.2	54	5.4	31	3.1	37.5	3.75	2.2	0.65
2	43	4.3	61	6.1	27.7	2.77	38	3.8	1.8	1.03
3	51	5.1	68	6.8	31	3.1	38.2	3.82	1.7	0.72
4	0	0	34.5	3.45	14.5	1.45	23.5	2.35	3.45	0.9
5	30	3	46	4.6	25.7	2.57	31	3.1	1.6	0.53
6	0	0	0	0	12	1.2	18	1.8	0	0.6
7	50	5	65	6.5	38.5	3.85	43	4.3	1.5	0.45
8	26	2.6	47	4.7	21.8	2.18	25.2	2.52	2.1	0.34
9	23	2.3	40	4	26.3	2.63	32.2	3.22	1.7	0.59
10	31	3.1	49	4.9	26.2	2.62	28.8	2.88	1.8	0.26
11	45	4.5	59	5.9	32.7	3.27	37.5	3.75	1.4	0.48
12	44	4.4	59	5.9	36.2	3.62	42.5	4.25	1.5	0.63
13	0	0	36	3.6	21.3	2.13	32.7	3.27	3.6	1.14
14	27	2.7	50	5	23.3	2.33	33.4	3.34	2.3	1.01
15	47	4.7	58	5.8	35.3	3.53	36.7	3.67	1.1	0.14
16	35	3.5	59	5.9	27.7	2.77	49.9	4.99	2.4	2.22
17	50	5	50	5	18	1.8	17	1.7	0	-0.1
18	36	3.6	53	5.3	29.8	2.98	34.2	3.42	1.7	0.44
19	38	3.8	51	5.1	26.7	2.67	35.9	3.59	1.3	0.92
20	42	4.2	65	6.5	33	3.3	38.2	3.82	2.3	0.52
21	36	3.6	49	4.9	24.4	2.44	27.2	2.72	1.3	0.28
22	50	5	50	5	17	1.7	20.7	2.07	0	0.37
23	40	4	57	5.7	34.5	3.45	37.5	3.75	1.7	0.3
24	22	2.2	30	3	26	2.6	30	3	0.8	0.4
25	19	1.9	35	3.5	19	1.9	26	2.6	1.6	0.7
26	27	2.7	41	4.1	25.5	2.55	32.1	3.21	1.4	0.66
27	36	3.6	47	4.7	31.3	3.13	32.2	3.22	1.1	0.09
28	37	3.7	62	6.2	30	3	37.4	3.74	2.5	0.74
29	36	3.6	52	5.2	25	2.5	30.2	3.02	1.6	0.52
30	41	4.1	52	5.2	36	3.6	39.9	3.99	1.1	0.39
31	38	3.8	48	4.8	32	3.2	35.5	3.55	1	0.35
32	37	3.7	56	5.6	28.5	2.85	37.2	3.72	1.9	0.87

33	26	2.6	42	4.2	20	2	25.2	2.52	1.6	0.52
34	20	2	31	3.1	20.7	2.07	24.3	2.43	1.1	0.36
35	49	4.9	66	6.6	42.5	4.25	46.9	4.69	1.7	0.44
36	29	2.9	50	5	22	2.2	30.8	3.08	2.1	0.88
37	25	2.5	39	3.9	19	1.9	27	2.7	1.4	0.8
38	25	2.5	36	3.6	21.4	2.14	26.7	2.67	1.1	0.53
39	28	2.8	44	4.4	24	2.4	27.1	2.71	1.6	0.31
40	59	5.9	69	6.9	42	4.2	46.6	4.66	1	0.46
41	46	4.6	64	6.4	31	3.1	38	3.8	1.8	0.7
42	60	6	75	7.5	40	4	43	4.3	1.5	0.3
43	60	6	75	7.5	42.3	4.23	47.6	4.76	1.5	0.53
44	46	4.6	56	5.6	28	2.8	30.5	3.05	1	0.25
45	52	5.2	61	6.1	36.6	3.66	37	3.7	0.9	0.04
46	67	6.7	77	7.7	46.6	4.66	51.6	5.16	1	0.5
47	20	2	30	3	18.4	1.84	23	2.3	1	0.46
48	35	3.5	43	4.3	22	2.2	26.6	2.66	0.8	0.46
49	42	4.2	64	6.4	31.3	3.13	41	4.1	2.2	0.97
50	40	4	57	5.7	36.6	3.66	46.6	4.66	1.7	1
51	51	5.1	72	7.2	43.3	4.33	53.6	5.36	2.1	1.03
52	49	4.9	62	6.2	36	3.6	40	4	1.3	0.4
53	66	6.6	78	7.8	48	4.8	57	5.7	1.2	0.9
54	69	6.9	89	8.9	41	4.1	49	4.9	2	0.8
55	59	5.9	72	7.2	50.8	5.08	55.7	5.57	1.3	0.49
56	36	3.6	55	5.5	29	2.9	34	3.4	1.9	0.5
57	51	5.1	70	7	40.2	4.02	47.7	4.77	1.9	0.75
58	39	3.9	51	5.1	28	2.8	32	3.2	1.2	0.4
59	0	0	25	2.5	18	1.8	22.1	2.21	2.5	0.41
60	36	3.6	52	5.2	29.5	2.95	35.2	3.52	1.6	0.57
61	37	3.7	54	5.4	31	3.1	38.5	3.85	1.7	0.75
62	64	6.4	75	7.5	37	3.7	43	4.3	1.1	0.6
63	34	3.4	49	4.9	25.5	2.55	35.1	3.51	1.5	0.96
64	38	3.8	54	5.4	30.3	3.03	36.6	3.66	1.6	0.63
65	49	4.9	68	6.8	38.5	3.85	48	4.8	1.9	0.95
66	51	5.1	71	7.1	31.3	3.13	37.5	3.75	2	0.62
67	35	3.5	50	5	34.1	3.41	41	4.1	1.5	0.69
68	56	5.6	72	7.2	45.8	4.58	55.5	5.55	1.6	0.97
69	38	3.8	52	5.2	30.5	3.05	36.2	3.62	1.4	0.57
70	29	2.9	48	4.8	23	2.3	32.5	3.25	1.9	0.95
71	59	5.9	61	6.1	33.2	3.32	38	3.8	0.2	0.48
72	48	4.8	66	6.6	31.3	3.13	44.5	4.45	1.8	1.32

73	38	3.8	55	5.5	30	3	37	3.7	1.7	0.7
74	37	3.7	56	5.6	27.2	2.72	33.5	3.35	1.9	0.63
75	54	5.4	70	7	36	3.6	46.4	4.64	1.6	1.04
76	26	2.6	39	3.9	24.5	2.45	30.5	3.05	1.3	0.6
77	48	4.8	64	6.4	38	3.8	39.6	3.96	1.6	0.16
78	31	3.1	54	5.4	25.5	2.55	34.7	3.47	2.3	0.92
79	38	3.8	56	5.6	32	3.2	42.6	4.26	1.8	1.06
80	39	3.9	55	5.5	30.5	3.05	31.6	3.16	1.6	0.11
81	54	5.4	68	6.8	47	4.7	54	5.4	1.4	0.70
82	46	4.6	64	6.4	28.5	2.85	34.7	3.47	1.8	0.62
83	50	5	66	6.6	45.4	4.54	50	5	1.6	0.46
84	34	3.4	51	5.1	29	2.9	30	3	1.7	0.10
85	50	5	69	6.9	33.8	3.38	41	4.1	1.9	0.72
86	43	4.3	57	5.7	32	3.2	41.5	4.15	1.4	0.95
87	48	4.8	63	6.3	35.7	3.57	42	4.2	1.5	0.63
Total:		342.8		479.55		266.27		320.06	136.75	53.79
Prom:									1.57	0.618

➤ Incremento en dap =  $479.55 - 342.8 / 5 \text{ meses} = 136 \text{ cm total} / 5 \text{ meses}$

➤ Incremento en altura total =  $320.06 - 266.27 / 5 \text{ meses} = 53.59 \text{ m total} / 5 \text{ meses}$ .

Cuadro 37. Incremento periódico en dap, diámetro basal y altura total para Neem – *Azadirachta indica*

Fecha de medición												Incremento periódico			
19-Jun-99		9-Nov-99		19-Jun-99		9-Nov-99		19-Jun-99		9-Nov-99		DAP	Diámetro Basal	Altura	
inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final	inicial	final						
Arb	DAP	DAP	DAP	DAP	Día Bas	Día Bas	Día Bas	Diam Basal	Alt	Alt	Alt	Alt	DAP	Diámetro Basal	Altura
No.	mm	cm	mm	cm	mm	cm	mm	cm	Dm	Mts	Dm	Mts	cm	cm	Mts
1	26	2.6	28	2.8	55	5.5	62	6.2	24	2.4	26	2.55	0.2	0.7	0.15
2	17	1.7	20	2	44	4.4	51	5.1	22	2.2	24	2.35	0.3	0.7	0.15
3		0	20	2	50	5	51	5.1	25	2.5	27	2.71	2	0.1	0.21
4	26	2.6	28	2.8	54	5.4	61	6.1	24	2.4	26	2.64	0.2	0.7	0.24
5	40	4	44	4.4	75	7.5	79	7.9	24	2.4	29	2.91	0.4	0.4	0.51
6		0		0	71	7.1	74	7.4	29	2.9	30	3.02	0	0.3	0.12
7	25	2.5	27	2.7	61	6.1	68	6.8	21	2.1	24	2.39	0.2	0.65	0.29
8	24	2.4	26	2.6	45	4.5	51	5.1	24	2.4	26	2.59	0.2	0.6	0.19

9		0	17	1.7	33	3.3	38	3.8	22	2.2	24	2.38	1.7	0.5	0.18
10		0	19	1.9	37	3.7	43	4.3	21	2.1	24	2.37	1.9	0.6	0.27
11	27	2.7	28	2.8	76	7.6	80	8	28	2.8	30	2.97	0.1	0.4	0.17
12	54	5.4	57	5.7	82	8.2	88	8.8	30	3	35	3.46	0.3	0.6	0.46
13	39	3.9	42	4.2	54	5.4	67	6.7	30	3	32	3.2	0.25	1.25	0.2
14	21	2.1	23	2.3	50	5	55	5.5	26	2.6	27	2.7	0.15	0.5	0.1
15	20	2	24	2.4	51	5.1	57	5.7	24	2.4	27	2.7	0.4	0.55	0.3
16	18	1.8	20	2	47	4.7	50	5	23	2.3	24	2.4	0.2	0.3	0.1
17	31	3.1	37	3.7	69	6.9	75	7.5	30	3	32	3.18	0.55	0.6	0.18
18	35	3.5	36	3.6	78	7.8	83	8.3	31	3.1	33	3.26	0.1	0.45	0.16
19	24	2.4	25	2.5	47	4.7	58	5.8	35	3.5	37	3.7	0.05	1.05	0.2
20		0	17	1.7	31	3.1	36	3.6	24	2.4	25	2.53	1.7	0.5	0.13
21		0		0	32	3.2	38	3.8	15	1.5	17	1.7	0	0.55	0.2
22	19	1.9	23	2.3	55	5.5	59	5.9	24	2.4	27	2.66	0.35	0.4	0.26
23	25	2.5	28	2.8	51	5.1	54	5.4	25	2.5	27	2.7	0.3	0.25	0.2
24		0	20	2	47	4.7	50	5	21	2.1	23	2.32	2	0.3	0.22
25	20	2	25	2.5	56	5.6	60	6	25	2.5	27	2.65	0.45	0.4	0.15
26		0	16	1.6	26	2.6	33	3.3	24	2.4	26	2.57	1.6	0.7	0.17
27	36	3.6	39	3.9	49	4.9	55	5.5	29	2.9	31	3.05	0.3	0.6	0.15
28	33	3.3	37	3.7	67	6.7	74	7.4	28	2.8	30	3.04	0.4	0.7	0.24
29	37	3.7	39	3.9	70	7	73	7.3	28	2.8	30	2.95	0.2	0.3	0.15
30	33	3.3	36	3.6	72	7.2	75	7.5	27	2.7	28	2.81	0.25	0.3	0.11
31	32	3.2	35	3.5	64	6.4	69	6.9	28	2.8	29	2.92	0.25	0.5	0.12
32	21	2.1	25	2.5	53	5.3	59	5.9	28	2.8	29	2.89	0.4	0.55	0.09
33		0		0	58	5.8	63	6.3	28	2.8	30	2.97	0	0.45	0.17
34	27	2.7	31	3.1	62	6.2	66	6.6	33	3.3	35	3.45	0.4	0.4	0.15
35	23	2.3	26	2.6	62	6.2	65	6.5	25	2.5	26	2.63	0.3	0.3	0.13
36		0		0	42	4.2	45	4.5	20	2	22	2.18	0	0.3	0.18
37	20	2	22	2.2	47	4.7	51	5.1	26	2.6	26	2.61	0.2	0.4	0.01
38	19	1.9	22	2.2	45	4.5	51	5.1	25	2.5	26	2.61	0.3	0.6	0.11
39		0		0	41	4.1	45	4.5	20	2	22	2.2	0	0.4	0.2
40	25	2.5	29	2.9	54	5.4	59	5.9	29	2.9	31	3.08	0.4	0.5	0.18
41		0	21	2.1	40	4	48	4.8	24	2.4	26	2.57	2.1	0.8	0.17
42	33	3.3	35	3.5	65	6.5	72	7.2	25	2.5	27	2.72	0.2	0.7	0.22
43	21	2.1	24	2.4	56	5.6	58	5.8	30	3	31	3.06	0.3	0.2	0.06
44	35	3.5	38	3.8	70	7	72	7.2	34	3.4	34	3.4	0.3	0.2	0
45	41	4.1	45	4.5	61	6.1	65	6.5	38	3.8	39	3.88	0.35	0.4	0.08
46	33	3.3	36	3.6	69	6.9	71	7.1	30	3	31	3.1	0.3	0.15	0.1
47	31	3.1	35	3.5	67	6.7	69	6.9	35	3.5	35	3.51	0.4	0.23	0.01
48	22	2.2	28	2.8	60	6	63	6.3	32	3.2	33	3.27	0.6	0.25	0.07
49	30	3	35	3.5	65	6.5	69	6.9	35	3.5	36	3.56	0.5	0.35	0.06
50		0		0	32	3.2	34	3.4	24	2.4	25	2.48	0	0.2	0.08
51		0		0	46	4.6	50	5	27	2.7	27	2.71	0	0.42	0.01
52		0		0	37	3.7	40	4	25	2.5	26	2.6	0	0.3	0.1

53		0		0	34	3.4	36	3.6	15	1.5	16	1.55	0	0.2	0.05
54	18	1.8	22	2.2	46	4.6	49	4.9	27	2.7	28	2.81	0.4	0.3	0.11
55		0		0	45	4.5	48	4.8	30	3	31	3.12	0	0.3	0.12
56		0		0	58	5.8	71	7.1	31	3.1	31	3.14	0	1.3	0.04
57		0	15	1.5	32	3.2	36	3.6	25	2.5	25	2.54	1.5	0.4	0.04
58	20	2	25	2.5	45	4.5	46	4.6	33	3.3	33	3.31	0.5	0.1	0.01
59	31	3.1	34	3.4	58	5.8	62	6.2	33	3.3	34	3.36	0.3	0.4	0.06
60		0		0	50	5	54	5.4	23	2.3	25	2.5	0	0.4	0.2
61		0		0	34	3.4	36	3.6	20	2	22	2.16	0	0.2	0.16
62		0		0	44	4.4	47	4.7	26	2.6	27	2.67	0	0.3	0.07
63		0		0	54	5.4	57	5.7	27	2.7	28	2.76	0	0.3	0.06
64		0		0	36	3.6	39	3.9	25	2.5	26	2.55	0	0.3	0.05
65		0	21	2.1	32	3.2	40	4	26	2.6	27	2.71	2.1	0.8	0.11
66		0		0	30	3	32	3.2	19	1.9	21	2.07	0	0.2	0.17
67	65	6.5	70	7	102	10	106	11	46	4.6	47	4.67	0.5	0.4	0.07
68		0		0	43	4.3	45	4.5	28	2.8	29	2.87	0	0.2	0.07
69		0		0	70	7	76	7.6	26	2.6	30	2.97	0	0.6	0.37
70		0		0	89	8.9	96	9.6	30	3	32	3.2	0	0.7	0.22
71	63	6.3	68	6.8	92	9.2	94	9.4	40	4	44	4.39	0.5	0.2	0.39
72	25	2.5	27	2.7	42	4.2	47	4.7	25	2.5	27	2.73	0.2	0.5	0.23
73		0	18	1.8	42	4.2	43	4.3	24	2.4	26	2.58	1.8	0.1	0.18
74		0		0	105	11	108	11	41	4.1	46	4.64	0	0.3	0.54
75		0		0	82	8.2	87	8.7	31	3.1	33	3.25	0	0.5	0.14
76	61	6.1	67	6.7	98	9.8	103	10	28	2.8	31	3.08	0.6	0.5	0.28
77	43	4.3	49	4.9	63	6.3	67	6.7	30	3	32	3.16	0.6	0.4	0.21
78		0		0	30	3	33	3.3	20	2	21	2.05	0	0.3	0.09
79		0		0	39	3.9	45	4.5	22	2.2	24	2.37	0	0.6	0.22
80		0		0	69	6.9	76	7.6	23	2.3	25	2.54	0	0.7	0.2
81	41	4.1	46	4.6	61	6.1	67	6.7	30	3	31	3.09	0.5	0.6	0.09
82		0		0	75	7.5	77	7.7	33	3.3	35	3.47	0	0.2	0.17
83		0		0	54	5.4	55	5.5	30	3	31	3.05	0	0.1	0.05
84		0		0	57	5.7	57	5.7	32	3.2	34	3.42	0	0	0.2
85		0		0	51	5.1	56	5.6	25	2.5	27	2.65	0	0.5	0.15
86		0		0	78	7.8	80	8	23	2.3	29	2.85	0	0.2	0.55
87		0		0	133	13	140	14	37	3.7	38	3.81	0	0.7	0.11
88		0	14	1.4	25	2.5	29	2.9	17	1.7	18	1.84	1.4	0.4	0.14
89		0		0	76	7.6	79	7.9	33	3.3	34	3.44	0	0.3	0.14
90		0		0	35	3.5	41	4.1	18	1.8	20	2.01	0	0.6	0.21
91		0		0	82	8.2	84	8.4	32	3.2	35	3.45	0	0.2	0.25
92		0		0	73	7.3	76	7.6	31	3.1	31	3.12	0	0.3	0
93		0		0	82	8.2	84	8.4	33	3.3	33	3.33	0	0.2	0.03
94		0		0	94	9.4	96	9.6	38	3.8	39	3.9	0	0.2	0.1
95	83	8.3	87	8.7	100	10	108	11	36	3.6	38	3.79	0.4	0.8	0.15
96		0		0	71	7.1	76	7.6	36	3.6	37	3.73	0	0.5	0.13

97		0		0	99	9.9	106	11	38	3.8	40	4.02	0	0.7	0.22
98		0		0	65	6.5	68	6.8	25	2.5	27	2.74	0	0.3	0.24
99		0		0	92	9.2	95	9.5	29	2.9	30	3.02	0	0.3	0.12
100		0		0	98	9.8	101	10	31	3.1	33	3.29	0	0.3	0.19
101		0		0	110	11	116	12	37	3.7	42	4.21	0	0.6	0.51
102		0		0	40	4	48	4.8	26	2.6	30	2.99	0	0.8	0.39
103		0		0	51	5.1	53	5.3	25	2.5	29	2.92	0	0.2	0.42
104		0	23	2.3	40	4	47	4.7	25	2.5	27	2.66	2.3	0.7	0.16
105		0		0	64	6.4	66	6.6	32	3.2	36	3.56	0	0.2	0.41
106		0		0	54	5.4	59	5.9	26	2.6	27	2.74	0	0.5	0.14
107		0		0	68	6.8	71	7.1	35	3.5	36	3.62	0	0.3	0.12
108		0		0	68	6.8	70	7	25	2.5	25	2.53	0	0.2	0.03
109		0		0	29	2.9	37	3.7	17	1.7	18	1.84	0	0.8	0.14
110		0		0	53	5.3	57	5.7	24	2.4	26	2.64	0	0.4	0.24
111	31	3.1	38	3.8	76	7.6	79	7.9	30	3	31	3.13	0.7	0.3	0.13
112		0		0	47	4.7	52	5.2	22	2.2	24	2.44	0	0.5	0.24
113		0		0	26	2.6	29	2.9	16	1.6	19	1.9	0	0.3	0.3
114		0		0	100	10	103	10	37	3.7	39	3.93	0	0.3	0.26
115		0		0	102	10	105	11	38	3.8	40	4.03	0	0.3	0.23
116		0		0	90	9	93	9.3	32	3.2	36	3.55	0	0.3	0.36
117		0		0	92	9.2	98	9.8	27	2.7	31	3.13	0	0.6	0.43
118		0		0	60	6	65	6.5	30	3	32	3.19	0	0.5	0.19
119		0		0	45	4.5	51	5.1	26	2.6	28	2.76	0	0.6	0.16
120		0		0	71	7.1	77	7.7	24	2.4	26	2.59	0	0.6	0.19
121		0		0	49	4.9	52	5.2	22	2.2	22	2.18	0	0.3	0.02
122		0		0	92	9.2	97	9.7	36	3.6	38	3.77	0	0.5	0.17
123		0		0	67	6.7	70	7	24	2.4	26	2.58	0	0.3	0.18
124		0		0	61	6.1	65	6.5	25	2.5	27	2.69	0	0.4	0.19
125		0		0	95	9.5	97	9.7	36	3.6	37	3.74	0	0.2	0.15
126	19	1.9	23	2.3	43	4.3	48	4.8	26	2.6	28	2.77	0.4	0.5	0.17
127		0		0	102	10	104	10	48	4.8	50	4.97	0	0.2	0.17
128	25	2.5	30	3	60	6	70	7	22	2.2	23	2.34	0.5	1	0.14
129		0		0	128	13	140	14	42	4.2	44	4.35	0	1.2	0.15
130		0		0	115	12	126	13	37	3.7	40	4	0	1.1	0.3
131		0		0	90	9	94	9.4	35	3.5	37	3.7	0	0.4	0.2
132		0		0	92	9.2	94	9.4	39	3.9	40	4	0	0.2	0.1
133	53	5.3	56	5.6	91	9.1	97	9.7	35	3.5	37	3.73	0.3	0.6	0.23
134		0		0	45	4.5	51	5.1	17	1.7	19	1.88	0	0.6	0.18
135		0		0	94	9.4	94	9.4	30	3	33	3.26	0	0	0.26
136		0		0	100	10	106	11	36	3.6	37	3.72	0	0.6	0.14
137		0		0	70	7	75	7.5	32	3.2	32	3.23	0	0.5	0.08
138		0		0	82	8.2	86	8.6	25	2.5	28	2.77	0	0.4	0.27
139		0		0	69	6.9	72	7.2	30	3	32	3.24	0	0.3	0.24
140		0		0	85	8.5	87	8.7	31	3.1	33	3.27	0	0.2	0.22

141		0		0	72	7.2	75	7.5	26	2.6	28	2.82	0	0.3	0.22
142		0		0	60	6	67	6.7	30	3	33	3.33	0	0.7	0.33
143		0		0	86	8.6	90	9	31	3.1	36	3.59	0	0.4	0.49
144	61	6.1	63	6.3	94	9.4	98	9.8	37	3.7	38	3.8	0.2	0.4	0.1
145		0		0	29	2.9	36	3.6	17	1.7	17	1.71	0	0.7	0.06
146		0		0	65	6.5	71	7.1	25	2.5	27	2.7	0	0.6	0.23
147		0		0	55	5.5	58	5.8	26	2.6	28	2.83	0	0.3	0.23
148		0	17	1.7	30	3	39	3.9	25	2.5	27	2.69	1.7	0.9	0.19
149	35	3.5	40	4	74	7.4	79	7.9	26	2.6	28	2.77	0.5	0.5	0.19
150		0		0	79	7.9	81	8.1	30	3	31	3.1	0	0.2	0.1
151		0		0	92	9.2	97	9.7	31	3.1	32	3.23	0	0.5	0.13
152		0		0	108	11	112	11	35	3.5	41	4.13	0	0.4	0.63
153		0		0	92	9.2	99	9.9	29	2.9	33	3.27	0	0.7	0.37
154		0		0	38	3.8	41	4.1	23	2.3	23	2.28	0	0.3	0.02
155		0		0	72	7.2	75	7.5	32	3.2	33	3.32	0	0.3	0.12
156		0		0	54	5.4	58	5.8	23	2.3	26	2.57	0	0.4	0.27
157		0		0	62	6.2	64	6.4	25	2.5	26	2.58	0	0.2	0.08
158		0		0	61	6.1	63	6.3	23	2.3	25	2.46	0	0.2	0.16
159		0		0	63	6.3	67	6.7	26	2.6	28	2.83	0	0.4	0.23
160		0		0	81	8.1	85	8.5	28	2.8	31	3.07	0	0.4	0.3
161		0		0	48	4.8	57	5.7	22	2.2	23	2.3	0	0.9	0.1
162		0		0	12	1.2	15	1.5	12	1.2	13	1.3	0	0.3	0.1
163		0		0	83	8.3	85	8.5	33	3.3	34	3.37	0	0.2	0.07
164		0		0	77	7.7	80	8	27	2.7	31	3.09	0	0.3	0.39
165		0		0	35	3.5	37	3.7	20	2	23	2.27	0	0.2	0.27
166		0		0	65	6.5	67	6.7	25	2.5	26	2.64	0	0.2	0.14
167		0		0	44	4.4	48	4.8	23	2.3	24	2.43	0	0.4	0.13
168		0		0	63	6.3	66	6.6	28	2.8	30	2.96	0	0.3	0.16
169		0		0	40	4	43	4.3	14	1.4	15	1.5	0	0.3	0.1
170		0		0	51	5.1	55	5.5	20	2	21	2.14	0	0.4	0.14
171		0		0	30	3	34	3.4	18	1.8	20	1.96	0	0.4	0.16
172		0		0	53	5.3	56	5.6	26	2.6	28	2.84	0	0.3	0.2
Total		172		214	1078		1153		476		507	41.95		74.95	31.17
Prom														0.44	0.18

➤ Incremento en diámetro basal en 5 meses =  $1153 - 1078 = 75$  cm total / 5 meses

➤ Incremento en altura en 5 meses =  $507 - 476 = 31$ m total / 5 meses

Cuadro 38. Incremento periódico en Diámetro basal y altura total para *Pochote bombacopsis quinata*

		Fecha de medición								Incremento periódico	
		19-Jun-99		13-Nov-99		19-Jun-99		13-Nov-99			
		Inicial		final		inicial		final			
Arb	Diam Basal	Díama Basal	Diam Basal	Diam Basal	Alt	Alt	Alt	Alt	Diametro Basal	Altura	
No	mm	cm	mm	cm	Dm	Mts	Dm	Mts	cm	Mts	
1	47	4,7	65	6,5	15,5	1,55	17	1,7	1,8	0,15	
2	133	13,3	141	14,1	32	3,2	34	3,4	0,8	0,2	
3	79	7,9	90	9	20	2	20,5	2,05	1,1	0,05	
4	57	5,7	65	6,5	11,5	1,15	12	1,2	0,8	0,05	
5	123	12,3	128	12,8	27	2,7	28,1	2,81	0,5	0,11	
6	75	7,5	96	9,6	22	2,2	22,5	2,25	2,1	0,05	
7	92	9,2	105	10,5	23	2,3	22,7	2,27	1,3	-0,03	
8	62	6,2	76	7,6	12,5	1,25	14	1,4	1,4	0,15	
9	36	3,6	52	5,2	12,5	1,25	11,5	1,15	1,6	-0,1	
10	62	6,2	76	7,6	14	1,4	14	1,4	1,4	0	
11	50	5	53	5,3	11,5	1,15	11,2	1,12	0,3	-0,03	
12	52	5,2	70	7	14	1,4	19	1,9	1,8	0,5	
13	44	4,4	55	5,5	13	1,3	12,8	1,28	1,1	-0,02	
14	33	3,3	30	3	7	0,7	7,3	7,3	-0,3	6,6	
15	30	3	45	4,5	8	0,8	10,5	1,05	1,5	0,25	
16	47	4,7	51	5,1	10,5	1,05	11,7	1,17	0,4	0,12	
17	58	5,8	54	5,4	12	1,2	13,4	1,34	-0,4	0,14	
18	61	6,1	71	7,1	10	1	10,9	1,09	1	0,09	
19	68	6,8	63	6,3	13	1,3	14	1,4	-0,5	0,1	
20	37	3,7	59	5,9	14	1,4	15,6	1,56	2,2	0,16	
21	45	4,5	52	5,2	14	1,4	14,2	1,42	0,7	0,02	
22	76	7,6	81	8,1	19,5	1,95	25	2,5	0,5	0,55	
23	55	5,5	64	6,4	14	1,4	18	1,8	0,9	0,4	
24	30	3	32	3,2	7,5	0,75	7	0,7	0,2	-0,05	
25	52	5,2	64	6,4	15	1,5	17,5	1,75	1,2	0,25	
26	59	5,9	67	6,7	14,5	1,45	15,3	1,53	0,8	0,08	
27	36	3,6	36	3,6	9	0,9	8,9	0,89	0	-0,01	
28	46	4,6	50	5	12,5	1,25	12,2	1,22	0,4	-0,03	
29	78	7,8	89	8,9	15	1,5	18,6	1,86	1,1	0,36	
30	70	7	82	8,2	16,5	1,65	18	1,8	1,2	0,15	
31	75	7,5	85	8,5	19,5	1,95	23	2,3	1	0,35	
32	60	6	66	6,6	18,5	1,65	17,5	1,75	0,6	0,1	
33	61	6,1	84	8,4	21	2,1	21	2,1	2,3	0	
34	88	8,8	97	9,7	24	2,4	30,5	3,05	0,9	0,65	
35	84	8,4	94	9,4	24	2,4	29	2,9	1	0,5	
36	63	6,3	50	5	15,5	1,55	15,5	1,55	-1,3	0	

37	53	5.3	64	6.4	13.5	1.35	15.5	1.55	1.1	0.2
38	50	5	46	4.6	8.5	0.85	10	1	-0.4	0.15
39	72	7.2	77	7.7	14	1.4	15.2	1.52	0.5	0.12
40	34	3.4	39	3.9	9	0.9	9.7	0.97	0.5	0.07
41	49	4.9	57	5.7	11	1.1	11.6	1.16	0.8	0.06
42	85	8.5	92	9.2	16	1.6	21.5	2.15	0.7	0.55
43	61	6.1	71	7.1	15	1.5	15.5	1.55	1	0.05
44	60	6	71	7.1	14.5	1.45	16.4	1.64	1.1	0.19
45	110	11	123	12.3	32	3.2	32.3	3.23	1.3	0.03
46	92	9.2	101	10.1	21.5	2.15	22.5	2.25	0.9	0.1
47	84	8.4	100	10	20	2	22.3	2.23	1.6	0.23
48	78	7.8	86	8.6	16.5	1.65	18.7	1.87	0.8	0.22
49	39	3.9	50	5	7.5	0.75	8.6	0.86	1.1	0.11
50	62	6.2	60	6	13	1.3	14	1.4	-0.2	0.1
51	77	7.7	89	8.9	19	1.9	23	2.3	1.2	0.4
52	30	3	33	3.3	6	0.6	6.8	0.68	0.3	0.08
53	55	5.5	66	6.6	13	1.3	16.5	1.65	1.1	0.35
54	56	5.6	62	6.2	17	1.7	19	1.9	0.6	0.2
55	60	6	60	6	11	1.1	12	1.2	0	0.1
56	42	4.2	52	5.2	10.5	1.05	12	1.2	1	0.15
57	48	4.8	62	6.2	11	1.1	14.6	1.46	1.4	0.36
58	39	3.9	53	5.3	11.5	1.15	14.2	1.42	1.4	0.27
59	51	5.1	56	5.6	12.5	1.25	15	1.5	0.5	0.25
60	52	5.2	65	6.5	12.5	1.25	14.2	1.42	1.3	0.17
61	33	3.3	44	4.4	9.5	0.95	14.7	1.47	1.1	0.52
62	42	4.2	44	4.4	10	1	9.1	0.91	0.2	-0.09
63	44	4.4	54	5.4	14	1.4	15.5	1.55	1	0.15
64	85	8.5	95	9.5	16.5	1.65	17.5	1.75	1	0.1
Totl		387		441		94.7		111.8	54.3	17.05
Pm									0.848	0.266

> Incremento en diametro basal =  $441 - 387 / 5 \text{ meses} = 54.3 \text{ cm total} / 5 \text{ meses}$

> Incremento en altura total =  $111.8 - 94.7 / 5 \text{ meses} = 17.1 \text{ m total} / 5 \text{ meses}$

## 5. DISCUSION

### 5.1 COMPARACION DEL EFECTO EN EL CONTROL DE MALEZAS ENTRE TRATAMIENTOS

#### 5.1.1 Plantación de *Khaya senegalensis*

El tratamiento que mejor se comportó en esta plantación fue Canavalia debido en primer a su alta capacidad de germinación cercana al 100%, luego su agresividad y rápido crecimiento. Desde su establecimiento logró evitar que crecieran las malezas. Gandul tuvo un buen crecimiento pero debido a menor porcentaje de germinación inferior a 55% no logró cubrir totalmente el suelo. Gliricidia y Tefrosia por su bajo porcentaje de germinación y su lento crecimiento, quedaron en ultimo lugar.

#### 5.1.2 Plantación de *Azadirachta indica*

El tratamiento con mejor resultado fue Canavalia. El cultivo de cobertura logró cubrir hasta un 70% del suelo debido a que la distancia entre planta no fue la más adecuada para lograr establecer en el menor tiempo posible, pero aun con esto Canavalia puede reducir significativamente el crecimiento de malezas. Además gandul también surge un buen efecto en cuanto al control de malezas tomando en cuenta que la máxima cobertura de suelo fue aproximadamente 52%, tomando en cuenta que su tipo de crecimiento es arbustivo. Para el caso de Gliricidia, aunque se obtuvo buena germinación su crecimiento fue muy deficiente, esto adicionado a que la distancia entre planta fue alta. Con Tefrosia se obtuvo una buena germinación, pero que su crecimiento fue el más deficiente de todos.

#### 5.1.2 Plantación de *Bombacopsis quinata*

En este sitio por el tipo de suelo muy superficial y una gran cantidad de piedras, la única especie que prosperó fue Canavalia debido a su agresividad desde su germinación hasta su crecimiento. Gliricidia aunque germinó una pequeña cantidad, no pudo establecerse ya que esta necesita de un suelo relativamente profundo para su desarrollo. La germinación Gandul y Tefrosia fueron insignificantes y debido también a que la masa de Pochote se encuentra pequeña esta permite el paso de gran cantidad de luz hacia el suelo que provoca se seque rápidamente lo cual evita aun más su crecimiento.

## 5.2 COMPARACION DEL EFECTO DE CONTROL DE MALEZAS ENTRE SITIOS PLANTADOS

### 5.2.1 Canavalia - *Canavalia ensiformis*

A escala general esta resulta ser el mejor tratamiento en el control de malezas por su adaptabilidad a varias condiciones de suelo. Esta especie logra sobrevivir aun en las condiciones más adversas debido a que sus raíces pueden absorber agua de las partes más profundas y guardar humedad para la época seca.

### 5.2.2 Tefrosia - *Tephrosia vogelii*

Es una especie de tipo de crecimiento arbustivo, con buena capacidad de germinación, pero para su posterior desarrollo necesita de una cantidad adecuada de agua. En el caso específico en Caoba esta recibió demasiada agua debido al tipo de suelo que no filtra fácilmente, lo que causó que se encharcara.

### 5.2.2 Gandul - *Cajanus cajan*

Esta especie es una buena alternativa para el control de malezas en Neem, ya que fue donde mejor se adaptó y se logró un buen desarrollo de la parte foliar. Con una reducción en el espaciamiento entre plantas se podría lograr la cobertura esperada.

### 5.2.3 Madreado - *Glyricidia sepium*

Esta planta tiene un buen crecimiento foliar pero no para el objetivo de control de malezas ya que esta tiene un lento crecimiento y baja capacidad de cobertura. Por ello esta planta se considera no adecuada en ninguna de las condiciones del experimento.

## 5.3 EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CRECIMIENTO DE LOS ARBOLES

Debido a la corta duración del experimento el incremento tanto en dap, diametro basal y altura total no se puede decir que se deba 100% al causas de aplicación de los tratamientos por el espacio libre de malezas que se logró fue lo que favoreció el incremento en crecimiento o que las especies forestales necesitan de ingreso de luz a piso forestal.

## 6. CONCLUSIONES

Los resultados del estudio conllevan a las siguientes conclusiones:

1. Para todas las especies forestales plantadas, independiente de la calidad de sitios, el mejor cultivo de cobertura fue *Canavalia ensiformis*.
2. Los costos de establecimiento se consideran relativamente altos, del orden de los \$ US 1,200 /ha. Sin embargo estos se compensan a mediano y largo plazo por una reducción en los costos de limpieza y por una ganancia en el crecimiento de los árboles.
3. La corta duración del estudio impide concluir que los incrementos en altura total y diámetro de las tres especies forestales, obedezcan al tipo de cobertura utilizado.

## 7. RECOMENDACIONES

1. Incrementar el uso de *Canavalia ensiformis* como cultivos de cobertura en el ámbito de plantaciones forestales.
2. Continuar con el monitoreo periódico de las parcelas de muestreo permanente (PMP), con el objeto de determinar el real impacto los cultivos de cobertura en el crecimiento de las especies forestales.
3. Realizar un estudio de suelo antes y después del experimento con el fin de evaluar los cambios en las propiedades físico-químicas de los suelo bajo plantación forestal.
4. Establecer cultivos de cobertura con una reducción en la distancia de siembra con el propósito de lograr cubrir el suelo en su totalidad en el menor tiempo posible.

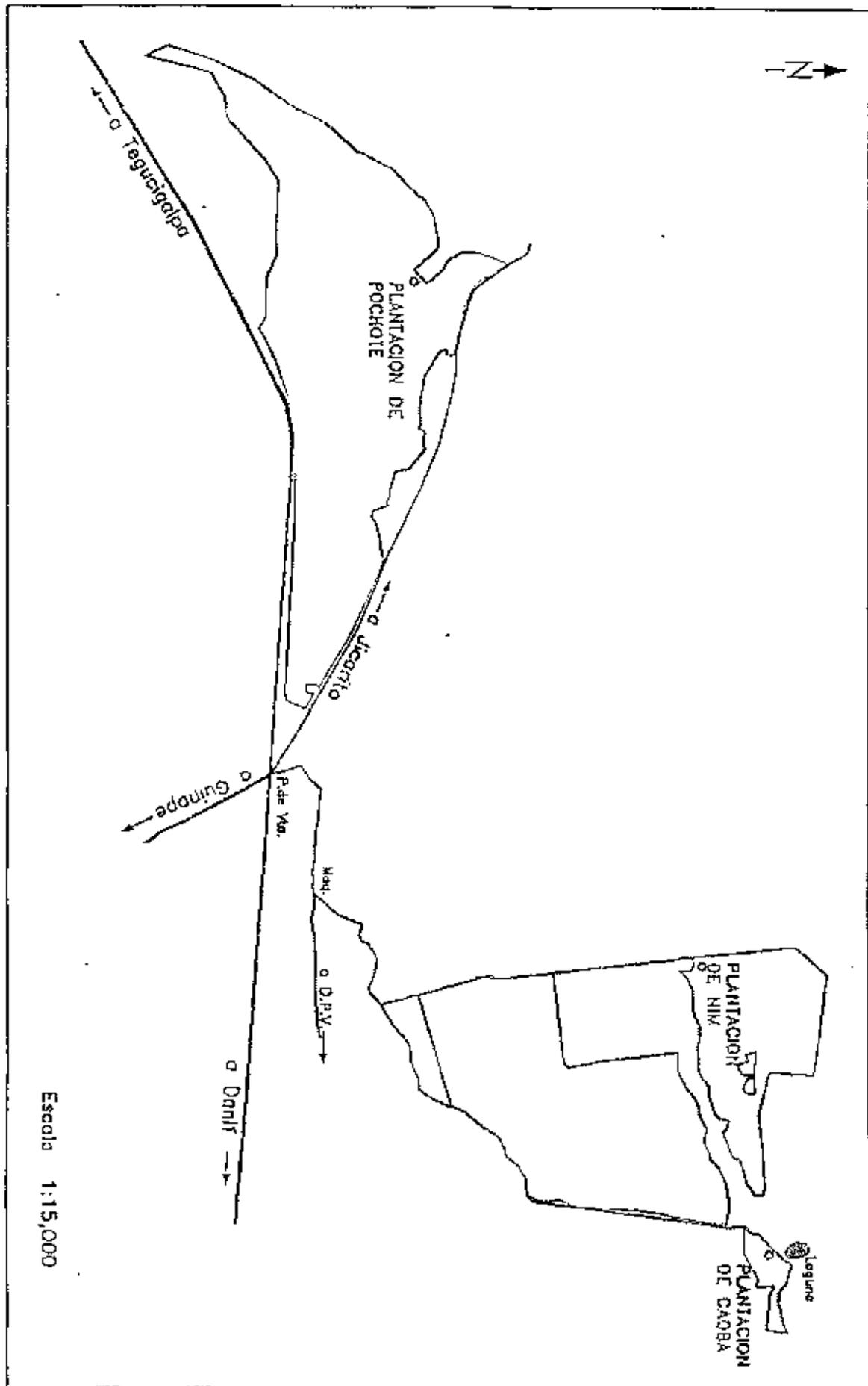
## 8. BIBLIOGRAFIA

- ARIAS, C.E. 1998. Determinación de la efectividad del control de malezas con azadón, glifosato y fluazifop, para la preparación de sitio en plantaciones forestales. Tesis Ingeniero. Agrónomo. Zamorano, Honduras. 31p.
- AYKROYD, W.R., DOUGHTY, J. 1982. Plantas de cobertura do solo; Las Leguminosas en la nutrición humana. Ed. por FAO. 2 ed. Roma. Fotomecánica Maredi Ltda. 37p.
- BINDER, U. 1997. Manual de leguminosas de Nicaragua. Ed por Taller gráfico Monjes Agustinos. Estelí, Nicaragua. PASOLAC, Cooperación Suiza al desarrollo (COSUDE). 167 p.
- CARRANZA, B. 1995. Comportamiento inicial de Pochote- *Bombacopsis quinata* plantado bajo condiciones de sombra en Zamorano. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Zamorano. Honduras. 67p.
- CIDICCO. 1995. Noticias sobre cultivos de cobertura: Utilización de leguminosas de cobertura en plantaciones perennes (basado en experiencias de la plantación de palma en San Alejo). Ed. por Exelí Arias. 2 ed. Tegucigalpa M.D.C., Honduras Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura. 6p.
- COHDEFOR. 1999. Honduras se queda sin bosque. El HERALDO. Tegucigalpa, (Honduras), Octubre. 18: p.6.
- EVANS, D.O. YOST, R.S. LUNDEEN, G.W. 1983. A selected and annotated Bibliography of tropical green manures and legume covers. Institute of Tropical Agriculture and Human Resources. Univ. Hawaii. Resources Bulletin. 21p.

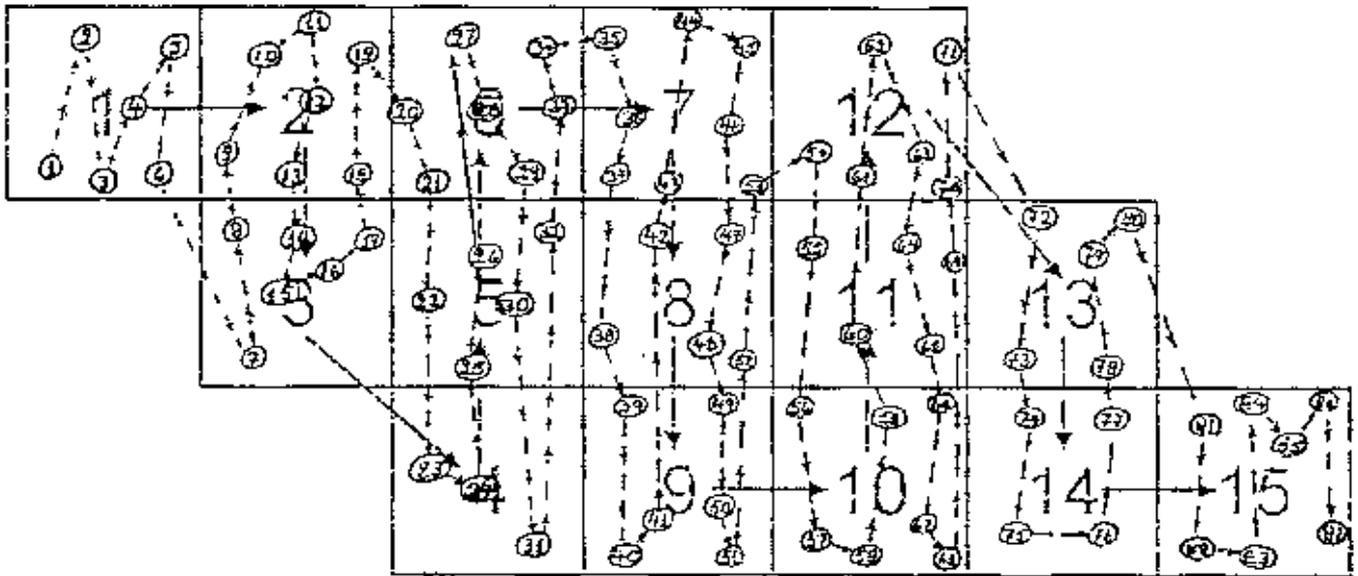
- FLORES, M. 1992. La utilización del frijol abono (*Mucuna spp.*) como alternativa viable para el sostenimiento productivo de los sistemas agrícolas del litoral Atlántico de Honduras. CIDICCO. Tegucigalpa, Honduras. 24 p.
- INSTITUTO MUNDIAL SOBRE RECURSOS. 1999. Plantaciones en América Latina. EL HERALDO. Tegucigalpa (Honduras). Octubre. 10: p 9.
- LADRACH, W. 1989. Avances en las técnicas de manejo de plantaciones en el Neotropico, Guatemala. Actas Reunión IUFRO: manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. 7-55 p.
- PITTY, A. 1997. Introducción a la Biología, Ecología y Manejo de Malezas. Zamorano Academic Press, Zamorano, Honduras: Escuela Agrícola Panamericana. 300 p.
- PNUD. 1999. Situación de los bosques en Centro América. EL HERALDO. Tegucigalpa (Honduras). Octubre. 18: p 15.
- SKERMAN, P.J. CAMERON, D.G. RIVEROS, F. 1991. Leguminosas Forrajeras Tropicales. México. 356 p.
- SANCHEZ, S., A. 1994. Crecimiento de *Eucalyptus deglupta* y *Eucalyptus grandis* baja tres sistemas de plantación a nivel de finca en la zona de Turrialba, Costa Rica. CATIE/COSUDE. 95 p.
- VEGA, J. 1990. Efecto de la labranza sobre las plagas, la efectividad de los herbicidas preemergentes y fertilización de nitrógeno en el sistema de maíz y frijol en relevo. Tesis Ingeniero. Agrónomo, Zamorano, Honduras. 75 p.
- WADSWORTH, F. 1999. La Reforestación en América Central: El futuro de los Bosques latifoliados maduros de los trópicos y subtropicos. Institute of Tropical Forestry. Puerto Rico, EE.UU. 8 p.

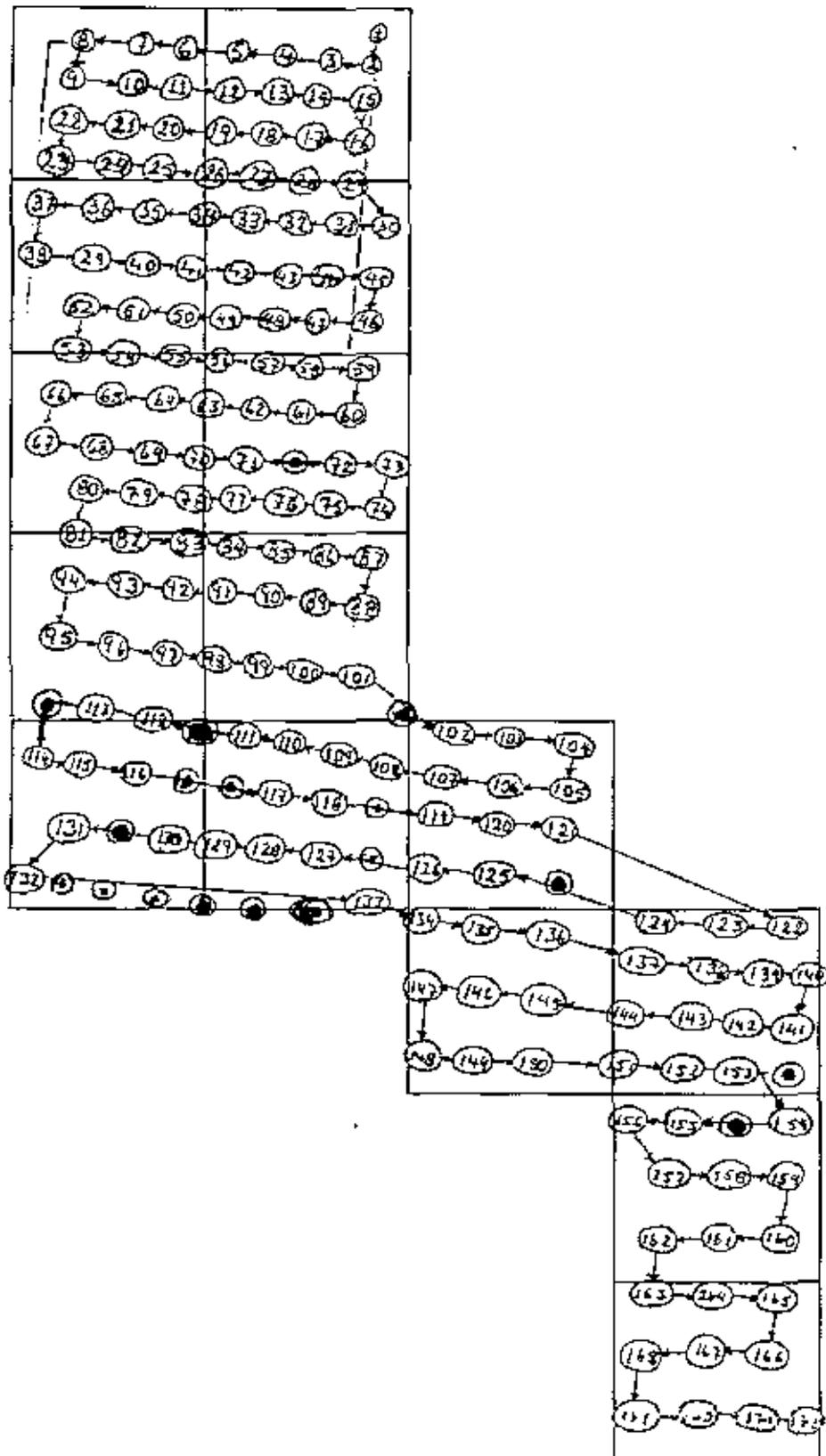
**9 ANEXOS**

Anexo I. Mapa de ubicación de los sitios de estudio



Anexo 2. Ubicación de los árboles en la plantación de Caoba del Senegal – *Khaya senegalensis*



Anexo 3. Ubicación de los árboles en la plantación de Neem - *Azadirachta indica*

Anexo 4. Ubicación de los árboles en la plantación de Pochote → *Bombacopsis quinata*