

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORESTALES

COMPORTAMIENTO INICIAL DE EUCALYPTUS DEGLUPTA
BLUME, ASOCIADO CON MAIZ (SISTEMA «TAUNGYA»), EN
DOS ESPACIAMIENTOS, CON Y SIN FERTILIZACION

TESIS SOMETIDA A LA CONSIDERACION DE LA COMISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO
DEL PROGRAMA CONJUNTO UCR — CATIE PARA OPTAR AL GRADO DE

Magister Scientiae

CARLOS AGUIRRE CASTILLO

Turrialba, Costa Rica

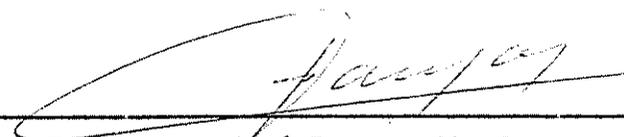
1977

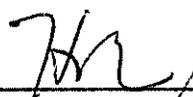
Esta tesis ha sido aceptada en su forma presente por la Comisión
de Estudios de Posgrado del Programa Conjunto UCR-CATIE,
como requisito parcial para optar al grado de

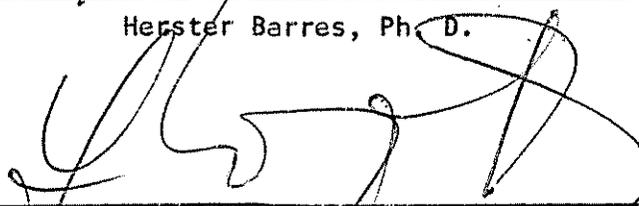
Magister scientiae

JURADO:  _____ Consejero
Pablo Rosero, M.A.

 _____ Comité
Víctor Quiroga, M.S.

 _____ Comité
José Fargas, Ph. D.

 _____ Comité
Herster Barres, Ph. D.

 _____
Coordinador
Sistema de Estudios de Posgrado de la Uni-
versidad de Costa Rica

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre

A mi madre

A mis padres políticos

A Beatriz, mi esposa, con
cariño, por su estímulo y
comprensión

A mis hijos:

Carlos Víctor

María Beatriz

Luz Victoria

A mis hermanos, sobrinos y
cuñados

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar su agradecimiento:

Al Ing. Pablo Rosero, Consejero Principal, por su permanente interés, asesoramiento y acertada guía en la formación del graduado.

A los miembros del Comité Consejero, Drs. José Fargas, Herster Barres, y de manera especial al Ing. Víctor Quiroga, por sus enseñanzas y valiosas sugerencias en el desarrollo de la presente investigación.

Al Dr. Gerardo Budowski, Jefe del Departamento de Ciencias Forestales del CATIE, por sus atinadas observaciones en la revisión del manuscrito.

Al Ing. Alfredo Alvarado, por su colaboración en la clasificación del suelo del área experimental.

A los Drs. James Walker, Elemer Bornemisza, e Ing. Roberto Díaz-Romeu por su ayuda en la interpretación de los análisis químicos del suelo.

A los Drs. Andrew King y Edward Holsten, en la identificación de insectos.

Al Lic. Luis Poveda, por su ayuda en la identificación de malas hierbas.

A los Drs. T. David Johnston y Pedro Oñoro, por sus sugerencias en el análisis económico.

A los Ings. Humberto Jiménez Saa y Donald Zeaser, por su cooperación y amistad.

A las Licds. María José Galrao y Carmen Villegas, por la revisión de la bibliografía.

A los compañeros de estudio Ings. José Aguiar Sobrinho y Rafael

Alberty, por su cooperación y amistad.

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, Organización de Estados Americanos (OEA), Subdirección General del IICA, Universidad de Costa Rica y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por las facilidades técnicas y económicas brindadas para efectuar los estudios de posgrado.

A los Sres. Alfredo Picado y José Joaquín Salazar, por el apoyo en los análisis de laboratorio.

A la Sra. Ligia G. de Jiménez, por su gentileza, eficiencia y prontitud en el mecanografiado de este trabajo.

Al personal del Departamento de Ciencias Forestales, Unidad de Estadística y Computación del IICA, Biblioteca del IICA-CIDIA y a todas aquellas personas que de una y otra forma hicieron grata mi permanencia en este Centro.

BIOGRAFIA

El autor nació en Loja, Ecuador el 11 de mayo de 1943.

Realizó sus estudios primarios, secundarios y universitarios, en su ciudad natal; obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo el 7 de julio de 1967 en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Loja.

En el período de 1965-67 fue asistente de la cátedra de Botánica Sistemática en la misma Universidad.

En 1967 ingresó al Ministerio de Agricultura y Ganadería como Subdirector del Colegio de Agricultura Tropical "Galo Plaza Laso" de Daule.

Asistió al curso dictado en 1969, sobre Ecología, Dendrología y Silvicultura, en las Estaciones Forestales de "La Chiquita", Esmeraldas y Sto. Domingo de los Colorados; en el mismo año pasó a desempeñar las funciones de Jefe de Plantaciones Forestales del Distrito de Loja.

De diciembre de 1972 a diciembre de 1973, realizó estudios sobre Reforzamiento en Proyectos Forestales, en el Centro de Capacitación e Investigación Forestal de Conócoto, siendo luego designado como Ingeniero Forestal 3 de la Dirección de Desarrollo Forestal, con sede en Quito, donde actualmente ejerce sus funciones en la sección de Asistencia Técnica.

En marzo de 1975 ingresó al Programa de Estudios de Posgrado de la Universidad de Costa Rica - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (UCR-CATIE) para realizar sus estudios de posgrado en el Departamento de Ciencias Forestales, graduándose como *Magister scientiae* en junio de 1977.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Agricultura migratoria.....	3
2.2 Sistema Taungya.....	4
2.2.1 Descripción del método.....	5
2.2.2 Condiciones para su aplicación.....	6
2.2.3 Ventajas.....	7
2.2.4 Desventajas.....	8
2.2.5 Modificaciones e incentivos al sistema.....	9
2.2.6 Elección de especies.....	10
2.2.7 Cultivos recomendables.....	11
2.2.8 Costos de plantación.....	12
2.3 Género <i>Eucalyptus</i>	13
2.3.1 Descripción del <i>Eucalyptus deglupta</i> Blume.....	14
2.3.2 Descripción botánica.....	14
2.3.3 Usos de la madera.....	16
2.3.4 Distribución geográfica.....	16
2.3.5 Suelos.....	17
2.3.6 Factores adversos que afectan su crecimiento..	17
2.3.7 Regeneración artificial.....	18
2.3.8 Distancias de plantación.....	20
2.4 Fertilización forestal.....	22
3. MATERIALES Y METODOS.....	27
3.1 Localización del área de estudio.....	27
3.2 Clima,, ,.....	27
3.3 Suelos.....	29
3.4 Diseño experimental y tratamientos.....	31
3.4.1 Tamaño de bloques y parcelas.....	32
3.5 Materiales empleados.....	34
3.6 Instalación del experimento.....	34
3.6.1 Preparación del terreno.....	34
3.6.2 Plantación del eucalipto.....	35

	Página
3.6.3 Maíz.....	35
3.6.4 Aplicación y dosis de fertilizantes.....	37
3.6.5 Labores culturales.....	37
3.7 Recolección de datos biológicos.....	38
3.7.1 <i>Eucalyptus deglupta</i>	38
3.7.1.1 Altura.....	38
3.7.1.2 Diámetro basal.....	38
3.7.1.3 Diámetro de copa.....	39
3.7.2 Maíz.....	39
3.7.2.1 Altura de planta.....	39
3.7.2.2 Biomasa aérea total.....	39
3.7.2.3 Porcentaje de plantas que llegaron a la cosecha y número de mazorcas por planta...	40
3.7.2.4 Rendimiento.....	40
3.7.2.5 Índice de cosecha.....	41
3.8 Análisis de suelos.....	41
3.8.1 Análisis químicos.....	41
3.8.1.1 Reacción del suelo.....	42
3.8.1.2 Materia orgánica.....	42
3.8.1.3 Nitrógeno total.....	42
3.8.1.4 Fósforo disponible.....	42
3.8.1.5 Bases cambiables.....	43
3.8.1.6 Capacidad de intercambio catiónico.....	43
3.8.2 Análisis físicos.....	43
3.8.2.1 Humedad gravimétrica.....	43
3.8.2.2 Resistencia a la penetración de raíces.....	43
3.9 Cálculo de costos.....	44
3.10 Análisis de la información.....	44
3.10.1 Prueba de diferencia de medias.....	44
3.10.2 Análisis de varianza.....	44
3.10.3 Correlaciones.....	47
3.10.4 Regresiones.....	48
4. RESULTADOS.....	50
4.1 Crecimiento de la especie forestal.....	50
4.1.1 Altura total.....	50

	Página	
4.1.2	Diámetros.....	51
4.1.3	Incrementos.....	53
4.1.4	Supervivencia.....	53
4.1.5	Aspectos morfológicos y fitosanitarios.....	53
4.1.6	Correlaciones y regresiones de variables dasométricas.....	56
4.2	Maíz asociado con <i>Eucalyptus deglupta</i> Bl.....	64
4.2.1	Aspectos generales.....	64
4.2.2	Rendimientos.....	64
	a) Producción de grano y forraje.....	64
	b) Biomasa aérea total.....	64
	c) Índice de cosecha.....	65
	d) Componentes de rendimiento.....	65
4.3	Resistencia del suelo a la penetración de raíces.....	67
4.4	Análisis químicos.....	67
4.4.1	Reacción del suelo.....	67
4.4.2	Nitrógeno total y materia orgánica.....	67
4.4.3	Fósforo disponible.....	68
4.4.4	Bases cambiables.....	68
4.4.5	Capacidad de intercambio de cationes.....	69
4.4.6	Saturación de bases.....	69
4.4.7	Comportamiento del suelo durante el período de estudio.....	69
4.5	Evaluación económica.....	70
5.	DISCUSION.....	72
5.1	Análisis de crecimiento.....	72
5.1.1	Efectos de sistemas en función de la edad.....	72
5.1.2	Influencia del espaciamiento.....	74
5.1.3	Relaciones dasométricas del <i>E. deglupta</i>	75
5.2.	Características físicas y químicas del suelo del área de estudio.....	75
5.3	Consideraciones económicas.....	76
6.	CONCLUSIONES.....	78

	Página
7. RESUMEN.....	80
7a. SUMMARY.....	83
8. LITERATURA CITADA.....	86
9. APENDICE.....	96

LISTA DE CUADROS

TEXTO

Cuadro No.		Página
1	Tratamientos: espaciamientos, número de plantas/ha de la especie forestal y cultivo agrícola.....	32

APENDICE

A2	Condiciones climáticas del período de investigación: enero a diciembre de 1976.....	97
A3	Principales malas hierbas encontradas en las parcelas experimentales de <i>E. deglupta</i> Bl.....	98
A4	Tamaño de muestra por tratamiento para maíz, sembrado en dos densidades con y sin fertilización.....	101
A5	Análisis de varianza de crecimiento en altura, diámetros basal y de copa, desde la iniciación del experimento hasta los 11 meses de edad.....	102
A6	Promedios de crecimiento acumulado de altura, diámetros basal y de copa en los tres sistemas de reforestación.....	103
A7	Pruebas de Duncan para comparar los promedios mensuales de las variables, altura, diámetros basal y de copa en los tres sistemas de reforestación.....	104
A8	Análisis de varianza del d.a.p. en cm de <i>E. deglupta</i> medido a los 11 meses.....	106
A9	Prueba de Duncan para comparaciones de medias en los sistemas de reforestación.....	106
A10	Incrementos mensuales corrientes de altura, diámetros basal y de copa en tres sistemas de reforestación.....	107

Cuadro No.		Página
A11	Análisis de varianza de supervivencia de <i>E. deglupta</i> , evaluada a los 330 días.....	108
A12	Análisis de varianza del porcentaje de árboles con fuste recto de <i>E. deglupta</i>	108
A13	Prueba de Duncan para comparación de medias en los sistemas de reforestación.....	108
A14	Matrices de correlación para variables dasométricas, en los tres sistemas de reforestación.....	109
A15	Matrices de correlación para incrementos mensuales, en los tres sistemas de reforestación.....	110
A16	Cuadrados medios de la producción de grano y forraje en la segunda y tercera siembra respectivamente.....	111
A17	Rendimientos promedios de maíz Tuxpeño-1 en kg/parcela; Ton/ha.....	111
A18	Cuadrados medios para biomasa aérea total de maíz, número de plantas por tratamiento de la segunda y tercera siembra.....	112
A19	Promedios por tratamiento de peso seco total de maíz, en la segunda y tercera siembra.....	112
A20	Cuadrados medios del índice de cosecha de maíz en la segunda siembra.....	113
A21	Cuadrados medios del número de mazorcas por planta de maíz en la segunda siembra.....	113
A22	Cuadrados medios del porcentaje de plantas de maíz, que llegaron a la cosecha en la segunda y tercera siembra.....	113
A23	Cuadrados medios para altura de planta de maíz, en la segunda y tercera siembra.....	114
A24	Prueba de Duncan para comparar altura promedio de maíz.....	114

Cuadro No.		Página
A25	Cuadrados medios para resistencia a la penetración (corregidos al 50 y 54 % de humedad gravimétrica para 0 y 25 cm de profundidad del suelo respectivamente) y humedad gravimétrica, mensuradas al final de período experimental.....	115
A26	Características químicas de 0 - 25 cm de profundidad de cinco bloques o repeticiones. Análisis efectuados al inicio del experimento, bajo condiciones de suelo con humedad de campo, expresados en base a suelo seco al horno.....	116
A27	Cuadrados medios de reacción del suelo (pH) determinado en H ₂ O y KCl medidos a dos profundidades.....	117
A28	Cuadrados medios de nitrógeno total en porcentaje determinado a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base de suelo seco al horno.....	117
A29	Cuadrados medios de materia orgánica en porcentaje determinado a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base a suelo seco al horno.....	118
A30	Cuadrados medios de fósforo disponible (ppm) determinado a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base a suelo seco al horno.....	118
A31	Prueba de Duncan para comparación de medias entre tratamientos.....	119
A32	Cuadrados medios de potasio cambiante (meq/100 g de suelo) determinado a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base a suelo seco al horno.....	120
A33	Cuadrados medios de calcio cambiante (meq/100 g de suelo) determinado a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base a suelo seco al horno.....	120

Cuadro No.	Página
A34	Cuadrados medios de magnesio cambiabile (meq/100 g de suelo) determinado a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base a suelo seco al horno..... 120
A35	Varianzas de capacidad de intercambio de cationes determinados a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base de suelo seco al horno..... 121
A36	Varianzas de saturación de bases (%) determinadas a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base de suelo seco al horno..... 121
A37	Prueba t de "student" para comparar los promedios generales de los elementos químicos del suelo, analizados al inicio y terminación del período experimental..... 122
A38	Tiempo promedio empleado en plantación de <i>Eucalyptus deglupta</i> Bl., solo y asociado (Taungya) con maíz, calculado en colones..... 123
A39	Cantidad de insumos utilizados/ha y su respectivo valor comercial en colones, para los seis tratamientos..... 125
A40	Costos por hectárea de plantación y mantenimiento de <i>E. deglupta</i> , solo y asociado (Taungya) con maíz, incluido valor de la mano de obra..... 127
A41	Ingreso familiar con <i>E. deglupta</i> , solo y asociado (Taungya) con maíz, bajo dos distancias de plantación..... 128
A42	Ingreso neto de <i>E. deglupta</i> , solo y asociado (Taungya) con maíz, bajo dos distancias de plantación..... 129
A43	Ingreso neto familiar con <i>E. deglupta</i> , solo y asociado con maíz (Taungya); bajo dos distancias de plantación..... 130

LISTA DE FIGURAS

Figura No.		Página
1	Localización del área experimental.....	28
2	Precipitación y evaporación que ocurrieron durante el período experimental y comparación con el promedio de 32 y 18 años respectivamente.....	30
3	Croquis de campo en Florencia Norte.....	33
4	Diseño de parcelas: dos espaciamientos de <i>Eucalyptus deglupta</i> Bl., solo y asociado con maíz var. Tuxpeño 1 en dos densidades de siembra.....	36
5	Diferencias en porcentaje del crecimiento acumulado en altura del <i>E. deglupta</i> Bl., a los 11 meses de edad, bajo tres sistemas de reforestación.....	52
6	Diferencias en porcentaje del crecimiento acumulado en los diámetros basal y de copa a los 11 meses de edad, de <i>E. deglupta</i> Bl. plantado bajo tres sistemas de reforestación.....	54
7	Incrementos mensuales en altura de <i>E. deglupta</i> Bl., bajo tres sistemas de reforestación y precipitación mensual.....	55
8	Relación edad-altura total de <i>E. deglupta</i> Bl. en tres sistemas de reforestación.....	58
9	Relación edad-diámetro basal de <i>E. deglupta</i> Bl., en tres sistemas de reforestación.....	59
10	Relación edad-diámetro de copa de <i>E. deglupta</i> Bl., en tres sistemas de reforestación.....	60
11	Relación diámetro basal-altura total de <i>E. deglupta</i> Bl., en tres sistemas de reforestación.....	61
12	Relación diámetro basal-diámetro de copa de <i>E. deglupta</i> Bl., en tres sistemas de reforestación.....	62

Figura No.		Página
13	Relación d.a.p.-altura total de <i>E. deglupta</i> Bl., en tres sistemas de reforestación.....	63
14	Relación altura de planta-biomasa aérea total de maíz var. Tuxpeño 1 (2° siembra), asociado con <i>E. deglupta</i> Bl.....	66

1. INTRODUCCION

La población mundial aumenta a un ritmo acelerado, y sus necesidades son cada vez más apremiantes, especialmente en los trópicos húmedos que se caracterizan por sistemas de producción de subsistencia. Es urgente aplicar un mayor grado de tecnología en el manejo de los recursos naturales renovables, para producir en forma continua las materias primas que requieren las industrias de la madera, y los alimentos básicos para consumo humano.

La eliminación gradual de los bosques tropicales para extender el cultivo agrícola, ha producido consecuencias funestas, especialmente en terrenos que por su topografía, naturaleza de los suelos y alta pluviosidad, son claramente marginales para sistemas permanentes de producción. Al alterar la armonía de los frágiles ecosistemas naturales, se originan crecientes problemas de erosión del suelo así como un desbalance en el régimen de las aguas, causando graves perturbaciones a menudo en zonas alejadas del lugar de origen.

Mediante programas de reforestación, utilizando especies arbóreas de rápido crecimiento, como *Eucalyptus deglupta* Bl., se puede aliviar este problema en el futuro. Si al mismo tiempo, con el cultivo del eucalipto se permite producir alimentos en períodos cortos, no se habrá modificado demasiado las costumbres tradicionales de los agricultores. Además, la combinación permite disminuir los costos de repoblación artificial, que generalmente en el trópico húmedo son considerablemente altos, debido a la competencia de malas hierbas y las limpiezas necesarias.

El asocio de cultivos agrícolas temporales con plantaciones de especies forestales, se denomina "Sistema Taungya". Tiene como finalidad primordial recuperar los bosques, degradados por la acción destructiva de la agricultura migratoria. Se aplica en algunos países del mundo con resultados prometedores,

pero es muy poco utilizado en el trópico latinoamericano.

Debido a la urgente necesidad de adelantar investigaciones básicas en este campo, el presente estudio tiene como objetivos:

1. Obtener datos sobre el crecimiento inicial en altura, diámetros basal y de copa del *Eucalyptus deglupta* Blume, plantado bajo dos espaciamientos, asociado con maíz (Sistema "Taungya") y sin cultivo asociado.
2. Determinar la respuesta de los sistemas asociados a la aplicación de fertilizantes.
3. Comparar costos de establecimiento entre un rodal de *E. deglupta* establecido en asocio con cultivos y un rodal sin cultivo asociado.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 Agricultura Migratoria

Consiste en la tumba y quema de una área de bosque natural, para sembrar cultivos alimenticios, y luego ser abandonada cuando el suelo pierde su fertilidad o cuando la invasión de malas hierbas, y el aumento de plagas, o una combinación de estos factores, no permiten seguir cultivando esta parcela (20, 80, 119). Se practica en los trópicos lluviosos a excepción de aquellas áreas donde el suelo es fértil y permite un uso continuo (80). Bajo el mismo concepto se la denomina: "milpa" en América Central y México, "chaco" en Bolivia, "roça" en Brasil, "roza o monte" en Colombia, "chacra" en Ecuador y Perú (99), "conuco" en Venezuela y República Dominicana (29), "jhuming" en Pakistán Oriental (120), "shifting cultivation", "slash-and-burn agriculture" y "swidden farming" en los países de lengua inglesa (99).

Se caracteriza por la rotación de claros dispersos en las reservas forestales, antes que ciclos de cosechas (80). El sistema produce un rápido agotamiento del suelo y de los recursos forestales, por obra de la tala y roza, la erosión y otros factores causados por la disminución del tiempo de rotación, a su vez resultante del aumento de la población nómada (119). En 1975 se estimó que la superficie total en que se practica este tipo de agricultura alcanzó a 60 millones de Km.², habitados por 250 millones de personas (50).

Según investigaciones realizadas en el Brasil sobre roza, tumba y quema de una hectárea de bosque natural, se calculó una pérdida aproximada de 60 toneladas de biomasa y 12 toneladas de humus/año, en los 12 a 24 meses después de la tala del bosque (20).

El sistema Taungya se ha sugerido para recuperar aquellas masas de bosque que han sido degradadas, sin modificar esencialmente el hábito de vida

del agricultor itinerante (51, 118).

2.2 Sistema Taungya

El Sistema Taungya es un método de regeneración artificial de especies forestales, que en su desarrollo inicial, se asocian con cultivos agrícolas temporales, sustentados sobre un mismo terreno (82, 98, 110).

El sistema se utilizó en Birmania en 1862, con el fin de hacer plantaciones forestales, donde se lo nominó como "Sistema Taungya" (82, 107); luego se practicó en la India en 1869, difundándose en el Paleotrópico y Neotrópico (38, 82). Según Taylor (107) el sistema en algunas de sus variaciones tuvo su origen en Europa. Sin embargo, es muy probable que en el mundo tropical se haya practicado en parte desde hace siglos, por las comunidades indígenas que viven en los bosques*.

La palabra "Taungya" es derivada del vocabulario birmano, y se traduce como "una parcela cultivada sobre una colina"; etimológicamente: "taung" = colina; y "ya" = parcela cultivada (57); en cambio para Samapuddhi (98) "taung" = monte; y "ya" = campo, o sea que taungya significa: cultivos de campo en la montaña.

Verduzco (118) define el término "taungya": "cultivo y aprovechamiento de las colinas"; informa además, que este sistema ha tenido gran aplicación en las Islas del Caribe, América del Sur y muchos otros países, para solucionar problemas de deforestación. Sin embargo, Martínez (66) cita que el método es poco utilizado en América del Sur.

Sinónimos: en Africa Oriental es conocido como "Sistema Shamba"; en el Congo Belga se le llama "Mayumbe" (82) y en Venezuela "Entable" (29).

* Dr. Gerardo Budowski, 1977. Comunicación personal.

2.2.1 Descripción del método

- a) Se demarca un área de longitud y ancho variable, en la cual se lleva a cabo el trazado de vías, para extracción y transporte de madera.
- b) Se asignan parcelas a agricultores interesados en el sistema.
- c) Se trata de lograr el mayor aprovechamiento de las especies susceptibles de producir maderas aserradas, postes o materia prima para usos industriales.
- d) Con los desechos de la explotación y especies arbóreas no valiosas, se hace un segundo aprovechamiento, obteniendo leña, carbón vegetal, etc.
- e) Se roza la vegetación arbustiva y se queman los desperdicios.
- f) En la época conveniente se procede a sembrar cultivos agrícolas, y a la vez plantar las especies forestales elegidas.

En muchas ocasiones se hacen sólo cultivos agrícolas durante un año, y al siguiente año, en asocio con éstos la plantación forestal.
- g) Al mismo tiempo que se atienden las labores del cultivo agrícola, se cuida de la plantación forestal.
- h) Después de liberada la plantación viene una serie de actividades silvícolas, las que, según sea el caso pueden ser aclareos, podas y protección, así como combates de insectos, enfermedades y otras influencias nocivas hasta que la especie cumpla su turno de rotación (57, 107, 115, 118).

La metodología anterior es aplicada con ligeras variantes en Trinidad, Belice y otros países; dependiendo ésta de la condición del bosque, estado del suelo en relación a fertilidad, tipo de trabajo posible y de los objetivos del

manejo forestal (107, 117).

El sistema se acopla en alto grado a las formas de vida que durante siglos ha llevado el campesino de las zonas rurales del trópico (118). Permite conjugar los intereses agrícolas del labriego y silvicultor, al producir cultivos alimenticios y madera en una área determinada (13, 78, 82). Es considerado como una solución ideal para resolver gradualmente el pernicioso sistema de agricultura migratoria (38, 82, 107, 110).

2.2.2 Condiciones para su aplicación

El sistema se aplica en lugares donde la alta densidad poblacional motiva un uso intensivo del suelo, o sea donde existe escasez o hambre de tierra (53, 56, 82, 107).

Dubois (28) y Eichler (29) indican que las áreas de pendiente moderada son apropiadas para aplicar el sistema. Con pendientes que llegan al 20% el peligro de erosión puede ser grande; sin embargo, es factible contrarrestar tal inconveniente mediante prácticas de conservación, como cultivos en terrazas o fajas en curvas de nivel.

El área asignada a un agricultor no debe exceder de la cantidad que él pueda trabajar, solo o con su familia (82); permanecerá en el terreno por un período de tiempo limitado, responsabilizándose de mantener los arbolitos libres de competencia. Es aconsejable plantar especies forestales de rápido crecimiento, que puedan competir satisfactoriamente con otros invasores (12).

El agricultor no puede establecer cultivos por deliberación propia, sino que requiere consultar con la autoridad competente (56, 107).

Según Budowski (12) la tenencia de la tierra es un factor fundamental para aplicar con éxito el sistema Taungya. Las áreas a utilizarse deben estar localizadas en zonas accesibles, y cercanas a centro poblados con el fin de

facilitar la venta de sus cosechas (71).

Si a pesar de contar con suelos de condiciones físicas y químicas favorables para la aplicación del sistema, los agricultores se resisten a ejecutarlo, el Estado podrá hacerlo directamente. Se aprovecha así alguna de sus ventajas, realizando todas las operaciones, incluso labores agrícolas, destinando las utilidades a cubrir los gastos de plantación (81, 82). El Estado puede realizar una parte de las mismas, encargando el resto de actividades a los agricultores que hayan despertado algún interés (56).

En el norte de la India la administración pública emplea maquinaria pesada en la preparación y limpieza del terreno para plantación, que luego es arrendado a los agricultores, quienes adicionan abono orgánico al suelo, siembran cereales por un año, luego se vuelve a labrar el terreno y se plantan los arbolitos en asocio con cultivos alimenticios, dejando un espacio libre alrededor del arbolito, que depende del hábito de crecimiento de la especie (56, 107).

2.2.3 Ventajas

Las ventajas más sobresalientes desde el punto de vista forestal son:

1. La agricultura migratoria puede ser convertida en una actividad rentable a través de la fusión con la silvicultura (10, 31).
2. Se eliminan los efectos negativos del nomadismo, al producir alimentos en un ciclo corto y madera en un período largo (50, 51).
3. El método es dinámico; aplicado al concepto de regeneración artificial, reduce la presión sobre las reservas forestales y trata de beneficiar a un mayor número de personas (2, 109).
4. Se pueden aprovechar barbechos viejos e incorporarlos al renglón de producción (31). Asimismo se contribuye a un mejor uso del recurso suelo, especialmente cuando se evita el peligro causado

por la falta de cobertura vegetal (10, 56, 82).

5. Ayuda a desplazar aquellos métodos de regeneración natural sin resultados positivos (94), facilitando así la ordenación de los recursos silvícolas (66). En Costa de Marfil se han abandonado las investigaciones sobre regeneración natural en el bosque húmedo, debido a que su medio ambiente es demasiado heterogéneo (70), con escaso porcentaje de especies valiosas (52). En Nigeria se ha presentado especial atención a este sistema considerándolo como el mejor para la formación de bosques artificiales, producto de la transformación directa de la masa natural, por una nueva introducción más valiosa (31, 77).
6. Se cuenta con mano de obra permanente para el desarrollo de actividades forestales (2, 71); es también una solución al problema del desempleo (110).
7. Resulta económico en limpiezas ya que los agricultores al deshierbar sus cultivos, lo hacen también para los arbolitos (56, 82); de esta manera se establecen plantaciones con muy pocos gastos y hasta se pueden obtener utilidades (12).

2.2.4 Desventajas

Experiencias en Birmania han demostrado que el sistema Taungya requiere una cuidadosa supervisión gubernamental en el desarrollo de las operaciones, mediante reconocimientos periódicos, realizados por personal competente (62).

No es adecuado para especies que requieren de competencia lateral (copas y raíces), obligando al árbol a buscar luz y lograr así una forma satisfactoria (71). Sin embargo, Roche (92) cita que en Nigeria se utiliza *Gmelina arborea*, y que en sitios buenos después de uno a tres años ésta cierra sus copas.

Cuando existe suficiente cantidad de tierras para fines agrícolas, y poca disponibilidad de mano de obra, es difícil imponer regulaciones a los participantes en el sistema (4, 77), como también cuando la población no está acostumbrada al sistema rotativo de agricultura (12).

Se requiere de administradores eficaces, pacientes, tolerantes y sensibles, que comprendan a los agricultores, en sus tradiciones y necesidades económicas y sociales (98).

2.2.5 Modificaciones e incentivos al sistema

En Tailandia una modificación dentro del sistema son los "poblados forestales"; que consiste en dividir el área de reforestación en cuarteles de plantación anual, en base al turno de rotación de las especies elegidas; además toman en cuenta que la superficie a reforestarse no exceda en área a lo que la administración forestal pueda controlar (98).

Es posible darle al sistema un sentido socio económico, con el propósito de estimular a los agricultores para que hagan repoblaciones y aprovechamientos bajo este método, concediéndoles créditos a bajo interés, específicamente para este fin (38); asimismo puede contemplarse la exención de impuestos prediales y la donación de plantas para reforestación (118). Del lado de los cultivos conviene proveer al agricultor de semillas seleccionadas a precio de costo, asesoramiento técnico, y organización en la venta de productos, por medio de cooperativas de mercadeo (28).

Cuando la supervivencia de los arbolitos es mayor al 70%, el gobierno de Tailandia paga al agricultor una prima equivalente a \$18,75/ha (dólar americano), y por cada hectárea adicional a la superficie asignada, recibe \$15,62 (98). Asimismo en Puerto Rico, se estimula a los participantes en el Taungya, con un centavo de dólar por cada planta viva de un año de edad; este valor se aplica

al rubro limpiezas en los costos de plantación (118).

2.2.6 Elección de especies

Para la elección de especies maderables, sean éstas nativas o exóticas, se debe considerar: mercado potencial, adaptación ambiental (53), porcentaje de arraigo, tasa de crecimiento, autopoda sin estímulo de competencia intra e interespecífica, forma satisfactoria (15, 71, 94) y buena resistencia natural contra plagas y enfermedades (12).

Además puede que sea aconsejable prestar atención a las especies que rebrotan de cepa, o las que se regeneran naturalmente, dentro del ciclo de rotación (71).

Para la aplicación del sistema Taungya en Africa y Asia, se consideran como adecuadas las siguientes especies: *Aucoumea klaineana* Pierre, *Triplochiton scleroxylon* K. Schum, *Terminalia ivorensis* A. Chev., *T. superba* Eng. & Diels; algunas Meliaceae como *Cedrela odorata* L., *Lovoa trichilioides* Harms., *Khaya ivorensis* A. Chev., y otras del género *Entandrophragma* (53, 70, 77, 94).

Catínot (15), Lamb (53) y Roche (92) reportan que con éxito se puede utilizar: *Gmelina arborea* Roxb., *Eucalyptus deglupta* Bl., *Melia composita* Willd., *Tectona grandis* L., aprovechando la rapidez de crecimiento y fácil silvicultura, que con un plan de ordenación es factible diversificar, utilizando el producto de los raleos en la producción de pulpa y el remanente en la corta final para madera aserrada.

En el bosque húmedo de Iquitos (Perú), se hizo una investigación con las especies: *Cedrelinga catenaeformis* Ducke plantada a 5 x 5 m entre líneas y plantas respectivamente; *Coumarouna* sp., *Caryocar* sp., *Ormosia coccinea* Jacks. plantadas a 3 x 3 m en asociación con yuca (*Manihot* sp.), plátano (*Musa* sp.) y

piña (*Ananas* sp.), al cabo de un año de observaciones se encontró que las especies alcanzaron una altura promedio entre 1,5 - 2 m. El aspecto general de los arbolitos fue bueno y no hubo problemas fitosanitarios (100).

Gurgel Filho (37) observó en São Paulo (Brasil), que para disminuir a un 50% los costos de plantación del *Eucalyptus alba* Reinw, se debe plantar a 3 metros entre líneas y 1,5 metros entre plantas, sembrando el primer año un surco de maíz híbrido (0,25 m entre plantas) entre las líneas del eucalipto. Cuando se interplantaron dos o tres surcos de maíz se afectó el crecimiento del eucalipto, tanto en altura como en diámetro.

En Paltas (Ecuador) se estudió el comportamiento inicial de *Eucalyptus viminalis* Labill., *E. rostrata* Schlecht. y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken. plantados solos y en asocio con maní, maíz y frijol; al cabo de seis meses, Benavides (8) encontró que las especies forestales alcanzaron un mayor desarrollo en altura y diámetro cuando la reforestación se hizo bajo el sistema Taungya, posiblemente debido a las influencias que ejercen las labores culturales realizadas, ya que ayudan a la retención de agua y a un mejor aireamiento del suelo.

2.2.7 Cultivos recomendables

Se recomienda cultivos anuales, que comúnmente utilizan los agricultores en cada zona climática. En general se emplean: arvejas (*Pisum sativum* L.), maní (*Arachis hipogea* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.), habas (*Canavalia* spp.), chocho (*Lupinus albus* L.) (1), maíz (*Zea mays* L.), arroz (*Oryza sativa* L.) (13,81), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.) (Moench) (116), algodón (*Gossypium hirsutum* L.) (13, 56), tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), *Cajanus indicus* Spreng., *Eleusine coracana* Gaertn. (56), chile (*Capsicum pubescens* L.), papa (*Solanum*

tuberosum L. y *S. andigenum*), camote (*Ipomoea batatas* (L.) Poir (118), yuca (*Manihot* sp.) (13, 100, 118).

En Trinidad no se permite que los campesinos siembren plantas trepadoras, como ñame (*Dioscorea alata* L.); tampoco cultivos perennes como banano (*Musa paradisiaca* L.); en cambio en Ghana y Liberia son permitidos estos cultivos (110).

May (67) trabajando en Santa Catarina (Brasil), encontró que los cultivos alimenticios, con raíces tuberosas como yuca, camote (*Ipomea batatas* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.) y otras, no se deben asociar con *Pinus elliottii* Engelm., ya que los hidratos de carbono que contienen estos tubérculos son excelentes medios para la proliferación del hongo *Armillaria mellea* (Vahl ex Fr.) Kummer, causante de la pudrición de las raíces de *P. elliottii*.

Agrega dicho autor (67) que *A. mellea* es capaz de atacar también a otras especies arbóreas pertenecientes a los géneros: *Pinus*, *Cryptomeria*, *Podocarpus*, *Chamaecyparis*, *Thuja*, *Larix*, *Picea*, *Abies*, *Cupressus*, *Araucaria*, *Casuarina*, *Acacia*, *Buxus*, *Lonicera*, *Hicoria*, *Juglans*, *Quercus*, *Acer*, *Albizia*, *Callitris*, *Cinnamomum*, *Nothofagus*, *Dacrydium*, *Fagus*, *Carpinus*, *Cedrus*, *Castanea*, *Eucalyptus* y *Betula*.

2.2.8 Costos de plantación

Muñoz (75) encontró que en las condiciones de Turrialba, una hectárea de laurel, de un año de edad, tuvo un costo de plantación y mantenimiento de US\$480,00. Bajo el sistema Taungya, utilizando maíz como cultivo intercalado, Aguirre (4) y Muñoz (75) reportan que hay una economía de 50-60% en el costo de plantación.

En Nigeria, los costos de plantación de teca en monocultivo, son aproximadamente US\$207,00/ha y, cuando asociada con cultivos agrícolas, son de US\$103,00 por hectárea (53).

Bajo el sistema Taungya en Trinidad, la plantación de *Pinus caribaea* Morelet y teca, tuvo un costo variable por hectárea de US\$170,00 a 180,00; 75 a 80 dólares en plantación, 35 a 40 dólares en limpiezas y 60 dólares en raleos. La producción maderable osciló entre 9 a 11 m³/ha/año. Los gastos efectuados en la preparación del terreno hasta obtener el bosque maduro, no sólo se cubrieron con los productos agrícolas y los maderables de las cortas intermedias, sino que se obtuvo además una utilidad de US\$2,50/ha. La cosecha final constituyó la renta líquida adicional del sistema (81).

En México los costos únicamente de plantación/ha. ascienden a US\$162; bajo el sistema asociado US\$212, a este valor se le disminuyó una ganancia de US\$156 proveniente de las cosechas agrícolas, el costo neto de plantación resultó entonces de US\$56, quedando un ahorro del 65-70% en los gastos de reforestación (117).

2.3 Género *Eucalyptus*

El género *Eucalyptus* perteneciente a la subtribu EUCALYPTINAE de la tribu LEPTOSPERMEAE, igualmente es un miembro de la subfamilia LEPTOSPERMOIDEAE, de la familia MYRTACEAE; este género se divide en ocho secciones basadas en la morfología de las anteras; así a la sección RENANTHERAE pertenece el *E. deglupta* Blume; *E. microcorys* F. Muell y *E. pilularis* Smith (86, 91).

La mayoría de las especies del género *Eucalyptus* se caracterizan por la presencia de tubérculos leñosos, denominados "lignotubers" que se observan como masas de leño en los primeros años de edad, luego desaparecen formando una raíz englobada.

Los "lignotubers" son una agrupación de yemas asociadas a tejidos vasculares. Estos contienen reservas alimenticias, para producir renuevos o chupones de raíz, cuando el tallo del árbol pequeño es destruido por cortes prematuros,

sequía, fuego y otras perturbaciones ambientales; caso de haber nuevas interrupciones, el proceso puede repetirse muchas veces (32, 86).

Las especies que no tienen "lignotubers" son: *E. fastigata* Deanne & Maiden; *E. delegatensis* R. T. Bak.; *E. sieberi* L. Johnson; *E. nitens* Maiden; *E. diversicolor* F. Muell. (32); *E. regnans* F. Muell. (32, 86); *E. camaldulensis* Dehn. (86); *E. grandis* (Hill) Maiden; *E. pilularis* (32, 91); *E. deglupta* (91); todas estas son especies de fuste recto desde el inicio y crecen muy rápido en altura (91).

2.3.1 Descripción del *Eucalyptus deglupta* Blume

Sinónimo: *E. naudiana* F. v. M.; *E. schlechteri* Diels (23).

Nombres comunes: Leda (Celebes); Kamarere (Nueva Bretaña, Papua Nueva Guinea); Mindanao gum (Filipinas); Didia (Ceram); Galang (Sungguminassa y Gowa); Kojo (Poso); Ongkolam (Bolaang Mongondow); Tampai (Toli-Toli); Tumbulilato (Boalemo); Komo (Nakenai) (43, 86, 91).

2.3.2 Descripción botánica

Las hojas tienen una posición horizontal, lo que permite una mejor captación de luz en la sombra, difiere así de otros eucaliptos cuyas hojas tienen posición vertical (35); son membranáceas en contraste con muchas otras especies de eucaliptos que tienen hojas casi coriáceas (43); las hojas tiernas son pecioladas y opuestas; cuando envejecen son alternas, ovadas y oval-lanceoladas, de ápice abruptamente acuminado, sin olor; el haz es de un color verde intenso y el envés verde pálido; miden entre 5-14 cm. de longitud por 2-7 cm de ancho, con nervaduras perceptibles formando ángulos de 30-40° (32, 43, 91).

La copa en árboles jóvenes es de forma cónica con ramas y ramitas en forma aplanada, moderadamente abierta (35, 55).

Las flores son blancas y se presentan en umbelas, formando grupos de 3-7, que se reúnen en panículas terminales y axiales, con pedúnculos algo angulosos (4-8 mm); pedicelos distinguibles; opérculo hemisférico apiculado tan largo como es el receptáculo; anteras reniformes con una glándula dorsal pequeña no aparente; cuya dehiscencia se efectúa por grietas confluentes, semejantes a una herradura (91).

El fruto es una cápsula pedicelada, ovoide más o menos globosa de 5 x 5 mm; disco estrecho, fino, plano; con cuatro valvas exsertas de la misma longitud que la porción receptacular. La especie florece casi todo el año, probablemente con excepción de los meses más lluviosos (91).

La corteza de color verde es decidua, lisa con un grosor de 3-8 mm; es considerada la más delgada de todos los eucaliptos (86), generalmente tiene franjas y manchas rojizas y pardo-cenizo (35, 91).

El tronco es recto; excéntrico en los primeros años, cilíndrico en árboles maduros, libre de ramas muertas en más de un 60%. En suelos inestables y aluviales presenta gambas hasta 4 m de altura (43).

En Filipinas lo consideran un árbol gigante, pues alcanza 60-78 m. de altura, 1,80-2,20 m de d.a.p. (91, 122). Rizzini (91) cita que en el trópico húmedo hasta 450 m.s.n.m., el *E. deglupta* logra 10 m de altura en menos de dos años; pero en las Islas de Salomón el crecimiento de esta especie fue de 4 m de altura en 20 meses (32).

Ferguson, citado por Grijpma (35) indica que el *E. deglupta* tiene un sistema radical formado por una amplia red de raíces superficiales y una principal pivotante.

2.3.3 Usos de la madera

Puede usarse generalmente en carpintería, muebles, construcciones livianas, duelas, revestimiento de buques, cajonería, embalajes, postes de alumbrado, postes de cerca, durmientes y pulpa para papel (5, 35, 87, 91).

El secado al aire es rápido; es fácil de cortar, aserrar y cepillar, excepto en el plano radial por su grano entrecruzado. La estructura anatómica de la albura y duramen es permeable, lo que facilita preservarla a presión con buenas cualidades de penetración y retención uniforme, dándole condiciones de servicio y durabilidad; contrasta con el *E. saligna* Smith que tiene el duramen difícil de preservar, debido a la presencia de canales de resina, sustancia que al secarse taponan las cavidades de los vasos, obstruyendo el paso de la solución preservante (5).

2.3.4 Distribución geográfica

El *Eucalyptus deglupta* es originario de las Islas de Oceanía (Filipinas, Celebes, Molucas, Nueva Irlanda, Papua Nueva Guinea), localizadas alrededor del ecuador terrestre (18, 56, 86, 91, 122). Esta especie se distribuye entre 9°N a 11°S y de los 118°E a 153°E (23, 32); forma masas puras sobre suelos arcillo-arenosos aluviales, junto a los ríos de Nueva Guinea, Celebes, Nueva Bretaña y Filipinas (18). En los bosques secundarios de Ulamaua, se lo encuentra asociado con *Sarcocephalus* sp., *Hernandia peltata*, *H. papuana*, *Terminalia* sp., *Macaranga* sp., (43). En las pendientes de Ulawan convive con *Casuarina* sp. y cerca a las riberas de los ríos con *Octomeles sumatrana* (122).

Es una especie propia del bosque pluvial (91, 122). Probablemente es uno de los pocos eucaliptos que medra en zonas tropicales con precipitaciones de 3500 a 5000 mm anuales (32, 35), aunque ha sido encontrado en áreas con menor precipitación (43). Crece desde el nivel del mar hasta 2500 m. de altitud (23).

La temperatura promedio anual en Keravat (habitat natural) es alta y uniforme, con mínima de 23°C y máxima de 32°C; con una humedad relativa que oscila entre 65-90%. Desarrolla a plena luz (43); sin embargo, en las laderas del río Reven-tazón (Turrialba), bajo sombra alta de *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook está creciendo bastante bien (35).

2.3.5 Suelos

Requiere suelos profundos, húmedos, bien drenados, de alta fertilidad (122). La mayoría de los bosques naturales se encuentran sobre suelos aluviales, también sobre continuas deposiciones volcánicas, donde las masas puras representan un falso climax, de las cuales se obtiene 900 m³/ha. Cuando el suelo es arcilloso, pesado y la infiltración de agua limitada, la calidad y el rendimiento de la especie son pobres. En cambio en suelos coluviales, en arcillas negras de poca profundidad pero porosas, la especie prospera (43).

Lamb (54) reporta que en Papua Nueva Guinea el *E. deglupta* alcanzó 4,70 y 8,60 m de altura a los 9 y 15 meses respectivamente, sobre un suelo de buena fertilidad con pH 6,90, N 0,27%, P 71 ppm, K 1,69, Ca 46,20, Mg 9,50, CIC 43,70 meq/100 g de suelo (miliequivalente/100 gramos), saturación de bases 57,70%.

2.3.6 Factores adversos que afectan su crecimiento

Los eucaliptos son tal vez las plantas más apetecidas por los termitas o comejenes subterráneos. En plantas jóvenes y maduras de *E. deglupta* se han observado daños (93). Muchas veces queda un anillo de madera sólida alrededor de un corazón infestado (podrido), la detección del daño es factible hacerla por observación de las protuberancias en la corteza del árbol (43).

En Turrialba, Holsten (45) encontró plantaciones de *E. deglupta* de dos

a cinco años, atacadas por el termite subterráneo *Coptotermes niger* Snyder, Harris (42) cita que generalmente este daño se presenta cuando los eucaliptos crecen sobre sitios subóptimos y marginales.

Las hormigas del género *Atta* (defoliadoras) causan perjuicios de consideración, pero esta plaga se controla con relativa facilidad, empleando mirmecocidas (35). En Brasil se efectúa el combate de hormiga; antes de plantar los eucaliptos (113), prolongándose el tratamiento hasta que los arbolitos tienen de dos a tres años de edad (73, 85).

En una investigación que se realizó en las Islas Salomón, con las especies *E. tereticornis*, *E. wrophylla* y *E. deglupta* se encontró que el hemiptero *Amblypelta cocophaga cocophaga* causa la muerte regresiva ("die-back") o marchitez del brote terminal (63).

En Turrialba, Costa Rica, la primera plantación de *E. deglupta* que se hizo, sufrió pérdidas de alrededor del 20% por la antedicha enfermedad; los árboles se deformaron alcanzando sólo 3 m de altura (35).

Wanne (76) informa que en las haciendas de Roxana y Río Frío, Provincia de Limón, de propiedad de la Standard Fruit Co., las plantaciones de *E. deglupta* de seis meses de edad, fueron atacadas por el "die-back", cuyo daño osciló entre 1,4 a 4,7%.

Grijpma (35) observó que el viento quiebra las ramas en las plantaciones jóvenes a la altura de las axilas, provocando orificios hasta el duramen. Otro daño es la rotura de la yema apical, que ocasionalmente provocan los pájaros y el viento, pero las plantas producen rápidamente un nuevo brote (43, 76).

2.3.7 Regeneración artificial

En Nueva Bretaña, cuatro a cinco meses después de la floración, se colectan las cápsulas; éstas son expuestas al sol para su apertura, secado y

extracción de la semilla, que luego es tratada para su almacenamiento. En la producción de plantas, se utilizan generalmente cajas germinadoras (43).

Cuando las plántulas tienen 2-3 cm de altura, se repican a macetas, permaneciendo en éstas de 2 a 3 meses, hasta alcanzar una altura de 20-25 cm cuando son transplantadas al campo (43).

Según Laurie (56) es conveniente utilizar planta en maceta, a fin de aprovechar el rápido crecimiento inicial de la especie.

La preparación del terreno para la plantación, es la operación más costosa en Nueva Bretaña; consiste en limpiar totalmente el terreno, seguido por la quema de residuos; se divide el área de reforestación en bloques o cuarteles, dejando entre ellos vías para la movilización. En cada bloque se abren hoyos a 2,5 x 2,5 m de espaciamiento; se quita la maceta (43, 102) y se deposita la planta con pan de tierra en el hoyo respectivo. Esta operación se realiza en días nublados preferiblemente precedidos de lluvia (43, 106).

El mantenimiento no es difícil si la plantación se hizo sobre terreno bien limpio, a fin de evitar la competencia con malezas, las cuales disminuyen la tasa inicial de crecimiento (43). El contorno (coronamiento) de cada arbolito se mantiene limpio, debido a que el *E. deglupta* es exigente en luz (43). Durante el primer año se requiere un mínimo de cuatro limpiezas (55).

En zonas de alta precipitación, donde la especie crece naturalmente, no son frecuentes los incendios forestales. Sin embargo, dondequiera que ocurren incendios es necesario proteger las plantaciones, porque las plantas jóvenes, debido a su corteza muy delgada, son excesivamente susceptibles aun a fuegos ligeros (86).

En Nueva Bretaña, cerca de Keravat, el *E. deglupta* se plantó extensivamente a nivel comercial. En un muestreo de 100 árboles de 15 años de edad,

se detectó 50 cm de d.a.p.; 31 m. de fuste limpio y 45 m de altura total (122).

El *E. deglupta* bajo un espaciamiento de 2,5 x 2,5 m en Nuevas Hébridias, tuvo un incremento medio anual (I.M.A.) cercano a 35 m³/ha. Este I.M.A. fue obtenido en plantación de 4,5 años de edad, en una parcela de 400 m². En otra parcela de 150 m² se encontró un I.M.A. de 51 m³/ha, pero en una plantación de 3-5 años de edad (24).

2.3.8 Distancias de plantación

El espaciamiento influye significativamente sobre el crecimiento en diámetro y altura, de los individuos de una población (104, 112, 113), el silvicultor debe tomar en cuenta que el crecimiento depende de los siguientes factores: desarrollo del sistema radicular, crecimiento de la parte aérea, desrama natural, fertilidad del suelo, turno de rotación de la especie (104), tipo de producto a obtenerse, costo de la materia prima, mercado para el producto de los raleos y calidad de los mismos (19, 22, 69).

Cozzo (22) recomienda plantar *Eucalyptus* spp. en densidades de 1200 a 1600 árboles/ha., cuando el objetivo mediano es la producción de postes de cerca y el final postes de luz.

Para comparar el efecto de las distancias de plantación sobre el rendimiento de *E. deglupta*, en el sitio Bakú Valle Gogol, Provincia de Madang (Papua Nueva Guinea), se plantó esta especie en los espaciamientos de 1,80 x 1,80; 2,40 x 2,40; 3 x 3, y 3,60 x 3,60 m. Los resultados a los cinco años indicaron que en las dos primeras distancias hubo una alta mortalidad, lo cual no ocurrió en los espaciamientos de 3 x 3 y 3,60 x 3,60 m que presentaron volúmenes de 250 y 150 m³/ha respectivamente (55).

En Nueva Bretaña se utilizó un espaciamiento más amplio de 4,60 x 4,60 metros, equivalente a una población inicial de 472 árboles/ha ; a los cinco años

eliminaron todos los individuos tortuosos, bifurcados y enfermos. La población remanente a los 10 años fue del 50-55%, que a los 15 años se redujo a un 20-25%, quedando para el turno final los árboles de buena forma de un alto valor comercial (74).

En el área del Cantón de Turrialba, las plantaciones de *E. deglupta* se han hecho bajo un marco de plantación que varía de 2 x 2 a 3 x 3 m (48).

Para puntales de banano en la zona Atlántica se plantó *E. deglupta*, bajo los espaciamientos 1 x 1,25; 1,25 x 1,50 y 1,50 x 1,75 m; a los nueve meses las plantas tuvieron una altura total de 6,0; 5,8 y 5,6 m respectivamente. Sin embargo, el grosor del árbol tomado a 2 cm del nivel del suelo se incrementó conforme el distanciamiento fue mayor (76).

En Cuba, se ha recomendado la plantación de *E. deglupta* en zonas húmedas, con una breve estación seca, en altitudes inferiores a 1.000 m.s.n.m. (32); sin embargo, Laurie (56) indica que la especie podría tener cabida en terrenos de sabana inundados estacionalmente, que son inapropiados para teca.

Los resultados sobre adaptabilidad de 13 especies de *Eucalyptus* spp. en Iquitos (Perú) mostraron que *E. deglupta*, *E. grandis* y *E. alba* fueron las únicas especies que superaron el ataque de hongos, y están creciendo bastante bien (100).

Chable (17) reporta que en Lancetilla (Honduras), se ensayaron 42 especies de eucaliptos, entre las cuales el *E. deglupta*, a los tres años alcanzó 15,8 m de altura, 15 cm de d.a.p. y 134 estéreos de leña/ha, bajo un espaciamiento de 4,5 x 4,5 m. El referido autor agrega que al reducir el espaciamiento a 3,6 x 3,6 m es posible obtener un mínimo de 172,9 estéreos/ha a los tres años de edad.

En el sitio la Playa-Río Mira, Departamento de Nariño (Colombia), caracterizado por una precipitación anual que oscila entre 2800-4500 mm y temperatura

media 25°C, sobre un suelo franco-arenoso, color canela, se probó *Gmelina arborea* procedente de la India y *E. deglupta* de Filipinas. Los crecimientos anuales acumulados en altura hasta el cuarto año fueron: 3,40; 6,70; 10 y 15 m para *G. arborea* y 1,20; 2,00; 3,10 y 5,80 m para *E. deglupta*. Estos resultados fueron un tanto variables debido a la incidencia de la hormiga *Atta* en el área experimental (83).

Whitmore y Macia (121) en Puerto Rico hicieron un ensayo con cinco procedencias de *E. deglupta* y *E. decaisneana* Blume, y dos de *E. alba* Reinw en dos sitios. En el sitio Río Abajo el crecimiento en altura de *E. deglupta* varió entre 1,86 - 2,85 m por año, y en Yabucoa la altura estuvo entre 1,1 - 1,51 m; los autores atribuyen esta alta variabilidad de crecimiento a calidad de sitio y también a la competencia inicial que sufrieron las especies con la mala hierba *Ipomea tiliacea* (Willd.) Choisy.

El análisis de los resultados de un ensayo de 77 especies forestales introducidas en tres sitios del CATIE, Turrialba, Costa Rica, muestran que el *E. deglupta*, al año de edad presentó una altura de 2,76 m en Puente Cajón; 4,36 m en Florencia Sur y 3,97 m en Bajo San Lucas (114). Esta notable variación en altura de la especie fue atribuida por Jadán (48) a las diferencias edáficas que existen entre los sitios respecto a infiltración de agua, nivel de la napa freática, contenido de K y a la relación Ca/Mg.

2.4 Fertilización Forestal

Un importante objetivo de la fertilización en las etapas iniciales de una plantación es de disminuir el tiempo empleado en el turno de explotación de una especie, al acelerar su crecimiento (111). Al disminuir el tiempo que tardará un dosel en "cerrar", disminuirá también el número y la intensidad de las limpiezas.

Se han logrado efectos muy favorables cuando su aplicación es localizada (64) o en bandas; de esta manera se reduce la posibilidad de que las malezas aprovechen el fertilizante (27, 68), ya que en general las malas hierbas son capaces de absorber agua y nutrimentos con más rapidez que los árboles plantados (14, 65, 72).

El uso de fertilizantes incrementa la eficacia de las plantas, debido a que producen un sistema radicular mejor desarrollado, permitiendo la exploración de los niveles más profundos del suelo (27); también aumenta el área foliar (capacidad de asimilación de la planta) y la duración del período de crecimiento, dando como resultado un incremento radial más alto (68), que según Loján (61) es un buen reflejo de la actividad de la planta.

Qureshi y Yadav (89) indican que la mejor utilización del fertilizante se obtiene cuando la planta se encuentra en el período de mayor crecimiento; para Loján (60) esto ocurre en Turrialba de abril a septiembre, meses en los cuales los días son más largos, a la vez que hay generalmente un ascenso de las temperaturas mínimas y máximas absolutas, el número de días de lluvia y la humedad relativa, cuando se comparan con los otros meses del año.

Cozzo (22) y Rizzini (91) manifiestan que las exigencias de los eucaliptos se refieren más a condiciones físicas y mecánicas del suelo, que a químicas; al respecto Guimarães (36), agrega que los eucaliptos incorporan al suelo fragmentos de corteza, ramas y 15 toneladas de hojas secas/ha./año, lo que aumenta el contenido de bases en los horizontes superficiales. Sin embargo, Malavolta (64) cita que es prioritaria la adición de fertilizantes cuando el turno de rotación es corto, porque la alta extracción de nutrimentos del suelo disminuye la capacidad de retención de bases y contenido de materia orgánica.

Estudios hechos en Brasil (11, 68, 103) recomiendan depositar el fertilizante en el fondo del hoyo, cubrirlo con una delgada capa de tierra y luego

plantar el arbolito; cabe notar que la aplicación de este método de fertilización requiere mucho cuidado para evitar la muerte de la plántula por concentración salina, cuando el fertilizante retira agua por higroscopicidad (104).

En Zambia se ha observado que el *Eucalyptus grandis* y otros eucalip-tos son muy sensibles a los niveles de fertilidad del suelo, de modo que el fer-tilizante se aplica poco después de plantarlos. La aplicación se efectúa colo-cando en una hendidura de 23 cm de profundidad a 15 cm de distancia del tallo de la planta, o desparramandolo en la superficie del suelo y haciéndolo penetrar con azadón (56, 89).

El fósforo es tal vez uno de los elementos más deficientes en los suelos del trópico húmedo. Generalmente para plantación se utilizan suelos pobres en fósforo, con un alto poder de fijación de este nutrimento (64), lo cual es posible de compensar mediante el encalado y la fertilización (104).

La respuesta en crecimiento del *E. grandis* al fósforo, nitrógeno o la interacción de ambos, tiende a sugerir que esta especie se beneficia de la fertilización, cuando crece en suelos de características físicas moderadamen-te buenas, pero con un bajo nivel de fertilidad química (95).

En el Municipio de Salto (Estado de Sao Paulo), en una área que an-teriormente estaba cubierta por una vegetación arbustiva y gramíneas, sobre un suelo de pH ácido, se montó un ensayo con el fin de investigar la respuesta del *E. saligna* a la fertilización con P_2O_5 , mezclado con carbonato de calcio ($CaCO_3$) y sin este último; se detectaron incrementos en altura y diámetro, cuan-do la plantación tenía un año de edad, en los tratamientos en que el fósforo estaba presente en un 30-70%; estos resultados se consideran como preliminares (103).

Otro estudio sobre fertilización de *E. saligna* fue realizado también en el Estado de São Paulo, en un suelo profundo bien drenado, arcillo-arenoso, ácido, de baja fertilidad, al cual se le adicionó dos toneladas de CaCO_3 , sesenta días antes de efectuar la plantación. Los fertilizantes empleados fueron N, P, y K, en varios niveles; al cabo de cinco años se hizo la evaluación de los resultados; fue significativo el incremento en altura y diámetro al empleo de fósforo, cuya reacción fue inmediata y duradera, porque se trata de un elemento estable en el suelo (68).

En Florencia Norte (Turrialba), *E. deglupta* presentó un efecto significativo en altura y diámetro de copa debido al P (49).

Salazar (97) estudió *E. deglupta* Bl., bajo los niveles de fertilización 0, 65, 125, 250, 500 y 1.000 grs por árbol/ha empleando el fertilizante compuesto 20-20-0, fraccionado en seis aplicaciones. La primera se aplicó al momento de plantar, y luego con un intervalo de sesenta días. En Florencia Norte se observó que el mejor tratamiento era la dosis de 500 grs /árbol/año. Sin embargo, al estimar la tasa de crecimiento en altura por unidad de nutrimento aplicado, esta resultó ser ascendente hasta 680 grs /árbol.

Beaucorps citado por Malavolta *et al.* (64) recomienda la aplicación de 200-300 kgs /ha de superfosfato en plantaciones de eucalipto sobre suelos de baja fertilidad.

El efecto del abonamiento para Kadam (*Anthocephalus cadamba* Mig.) y Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken) en dos tipos de suelo de Turrialba, mostraron que no variaba la reacción de las especies en cuanto a la calidad del abono, pero sí en cuanto a la cantidad para el caso de laurel, que acusó un aumento significativo en Florencia Norte al aplicarse 90 grs de P_2O_5 /árbol (90).

Loaiza (59) investigó la respuesta de *Pinus caribaea* y *E. saligna* a la aplicación del fertilizante 14-14-14; al hacer la plantación y luego cada 15 días, adicionando 30 g de fertilizante por árbol hasta los seis meses de edad. Detectó un resultado altamente significativo para el crecimiento en altura y diámetro de *E. saligna*, mientras que *P. caribaea* no respondió.

En suelos pobres de Zambia, Maui (Hawaii) y Brasil se ha observado una respuesta positiva del eucalipto a fertilizaciones nitrogenadas y fosfatadas en pequeñas cantidades (9, 86). La aplicación de N-P-K produjo un aumento sustancial en la tasa de crecimiento y vigor de *E. grandis* en Zambia (21).

Karshon, citado por Malavolta *et al.* (64) reporta que en Italia cons^utataron mayores aumentos de N en suelos plantados con eucalipto, que cuando fue^{ro}n cultivados con leguminosas forrajeras. Esto probablemente se debe a que la descomposición de la hojarasca conduce a la formación de humus tipo "Mull". Aun en suelo arenoso muy permeable no se presentan fenómenos de lixiviación de bases (47). En Brasil, trabajando con *E. alba* (híbrido de Río Claro-SP) la materia orgánica fue la característica que más influyó en su crecimiento (7).

Liani (58), trabajando con *Eucalyptus trabutii* en cultivo hidropónico, constató que la totalidad del fósforo presente en toda la planta fue prácticamente la misma tanto en los casos de deficiencia de nitrógeno, como en los que este elemento estuvo presente.

Haag *et al.* (39) reportan una investigación con *E. grandis* y *E. alba* de dos años de edad, detectando que no hubo diferencia en el contenido de nutrientes entre sus órganos y especies; las exigencias en nutrimentos siguen el orden decreciente N - P - Mg - K - Ca.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del Area de Estudio

El experimento se llevó a cabo en terrenos del Departamento de Ciencias Forestales del CATIE, Turrialba, Costa Rica; en el sitio Florencia Norte que está a una elevación de 670 m.s.n.m. Sus coordenadas geográficas son 9° 53'15" de latitud norte y 83° 40' 13" de longitud oeste (Fig.1)

3.2 Clima

Las descripciones climáticas se han hecho a base de datos recogidos en la estación meteorológica del CATIE, localizada a 9° 53' 34" de latitud norte y 83° 39' 17" de longitud oeste (101), a 602 m.s.n.m.; la estación se encuentra a una distancia aproximada de 2 km del sitio de estudio (Fig. 1). Según los registros* de dicha estación (16), el clima de la zona tiene las siguientes características:

Temperatura media anual 22,3°C (máx. 27,0°C y min. 17,6°C). Precipitación anual promedio: 2671,6 mm. El período más lluvioso empieza en mayo, con 218,6 mm y termina en diciembre con 349,2 mm. El mes más seco corresponde a marzo con 73,9 mm. La humedad relativa diaria es 87,3 %. El brillo solar diario es 4,61 horas de sol. El promedio anual de radiación es de 152,815 cal/cm², y el de evaporación es de 1460,4 mm. El balance hídrico (Precipitación pluvial-evaporación del tanque A) es negativo durante los meses de marzo con 71,9 mm, abril con 9,0 mm mientras que los otros diez meses acusan un exceso

* Los promedios de temperatura, brillo solar, evaporación corresponden a 10 años (1958-75); precipitación 32 años (1944-75); radiación 12 años (1964-75); humedad relativa 19 años (1957-75).

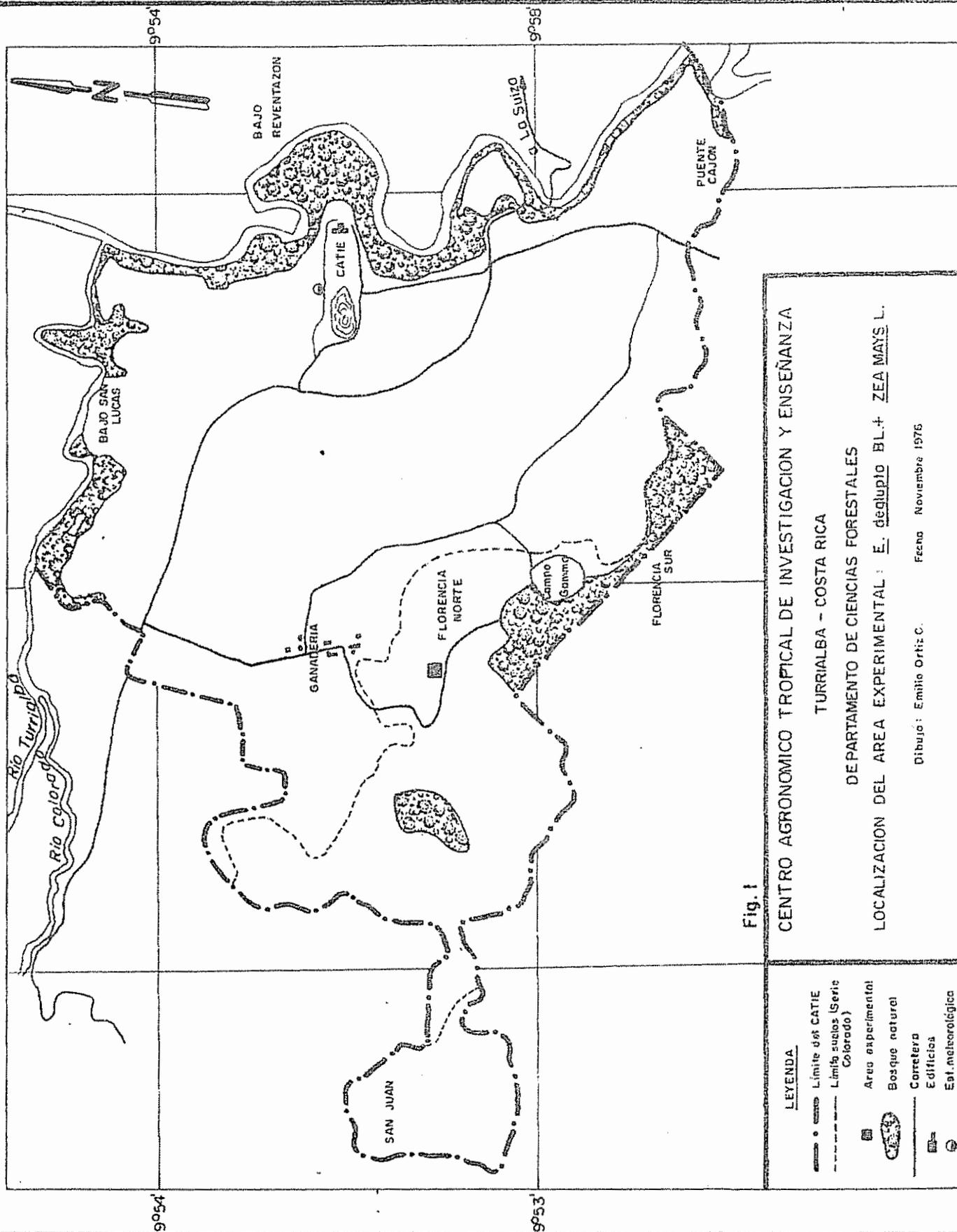


Fig. 1

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA

TURRIALBA - COSTA RICA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FORESTALES

LOCALIZACION DEL AREA EXPERIMENTAL: E. de deglupio BL.+ ZEA MAYS L.

LEYENDA

- Límite del CATIE
- - - Límite sucos (Seris Colorado)
- Area experimental
- Bosque natural
- ▬ Carretera
- Edificios
- Est. meteorológica

Dibujo: Emilio Ortiz C.

Fecha: Noviembre 1976

83°39'

83°40'

83°41'

9°54'

9°53'

9°54'

9°53'

83°39'

83°40'

83°41'

de humedad que oscila entre 18 y 254 mm.

Las condiciones climáticas indican que el área experimental corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo Premontano de la Región Tropical (bmh-PM-T), según el sistema de clasificación ecológica de Holdridge (44, 108).

Durante el experimento se utilizaron los datos meteorológicos de enero a diciembre, como fueron registrados en la estación meteorológica del CATIE (ver Cuadro *A2).

La temperatura en general fue muy uniforme, presentando una variación de no más de 3 grados centígrados, en el promedio de medias, máximas y mínimas.

Los valores de radiación más altos se registraron en marzo, abril y octubre. La humedad relativa más baja se observó en marzo y la más alta en julio.

El balance hídrico durante el año demostró que hubo un exceso de humedad durante once meses, fluctuando entre 11,4 mm en febrero y 499,3 mm en julio; pero en marzo dicho balance fue negativo con 120,8 mm.

En la figura 2 se muestra la variación mensual de precipitación y evaporación durante el año del experimento, en comparación con los valores promedios de 32 y 18 años respectivamente.

3.3 Suelos

El suelo corresponde a la serie Colorado, franco arcillo limoso (3), el material parental lo constituyen rocas ígneas básicas o sub-básicas (40),

* A = Apéndice.

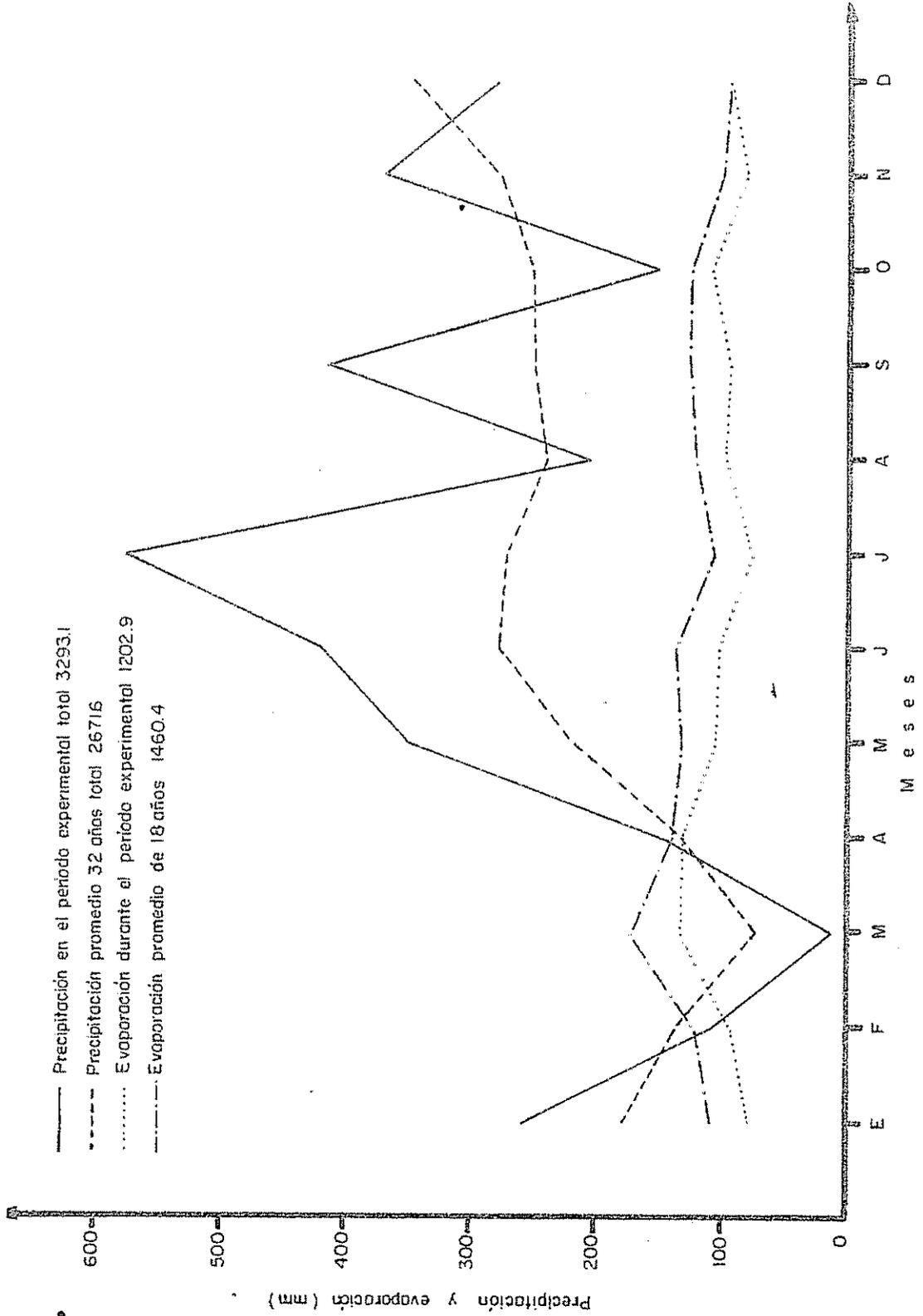


Fig. 2 Precipitación y evaporación que ocurrieron durante el período experimental y comparación con el promedio de 32 y 18 años respectivamente

que según Hardy y Bazán (41), pertenecen geológicamente a las épocas Mioceno superior o Plioceno inferior, cubiertas por cenizas del Holoceno.

Alvarado*, clasifica tentativamente el suelo del área experimental como Inceptisol Typic en transición a Oxic Dystrandepts. El epipedón es úmbrico y el horizonte diagnóstico cámbico, sin capas endurecidas (33). Amézquita (6) cita que la infiltración es de 35 cm/hora, siendo el drenaje interno muy rápido. La topografía del terreno es suave a ondulada (8-17 %).

3.4 Diseño experimental y tratamientos

El diseño empleado fue Bloque Completo Randomizado con cinco repeticiones (bloques), en arreglo factorial: tres sistemas de reforestación, por dos espaciamientos.

Los sistemas fueron:

- A) Plantación sola
- B) Taungya sin fertilizante usando maíz como cultivo asociado
- C) Taungya con fertilizante usando maíz como cultivo asociado

Los dos espaciamientos de la plantación forestal fueron de 2,5 x 2,5 m y 3 x 3 m, mientras que para el maíz fue de 1 x 0,5 m y 0,8 x 0,5 m.

Las combinaciones de los tres sistemas y dos espaciamientos, dan origen a seis tratamientos, cuyo fin es comparar las variables de crecimiento acumulado, en altura total, diámetro basal y diámetro de copa de *E. deglupta*. En el Cuadro 1 se presenta la descripción de los tratamientos.

* Ing. A. Alvarado H., especialista en suelos de la Universidad de Costa Rica, 1976. Comunicación personal.

Cuadro 1. Tratamientos: espaciamiento, número de plantas/ha de la especie forestal y del cultivo agrícola.

Tratamientos	Clave	Espaciamiento (m)		Densidad pl/ha
		<i>E. deglupta</i>	Maíz	
<i>E. deglupta</i> sin asocio	1A	2,5 x 2,5		1.600
<i>E. deglupta</i> asociado con maíz	1B	2,5 x 2,5	1 x 0,5	1.600 40.000
<i>E. deglupta</i> asociado con maíz; fertilizados	1C	2,5 x 2,5	1 x 0,5	1.600 40.000
<i>E. deglupta</i> sin asocio	2A	3 x 3		1.111
<i>E. deglupta</i> asociado con maíz	2B	3 x 3	0,8 x 0,5	1.111 50.000
<i>E. deglupta</i> asociado con maíz; fertilizados	2C	3 x 3	0,8 x 0,5	1.111 50.000

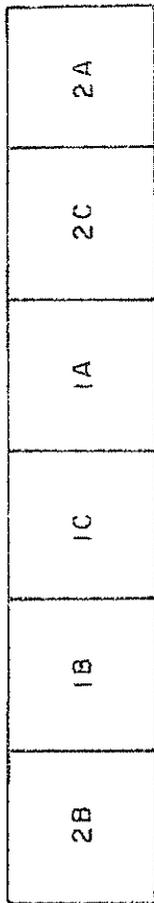
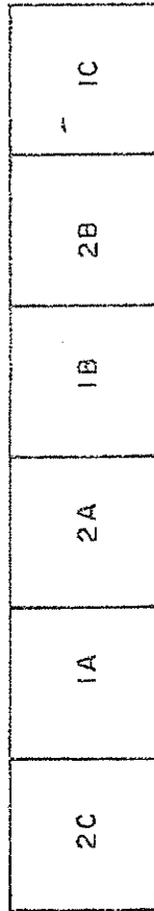
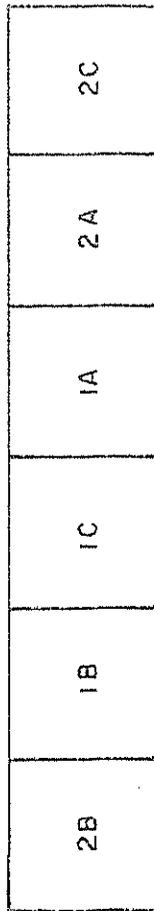
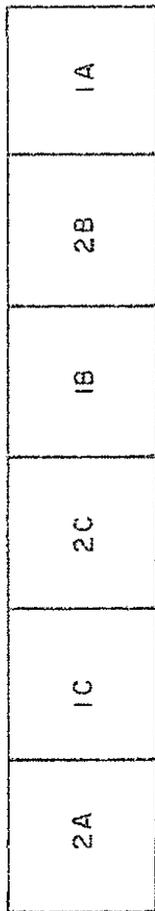
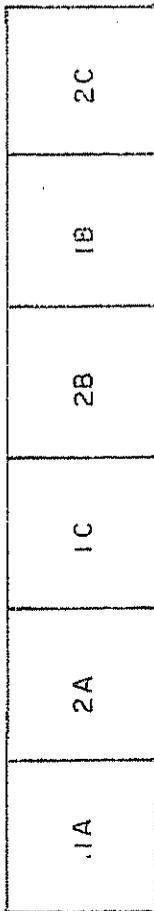
3.4.1 Tamaño de bloques y parcelas

Los bloques fueron rectangulares de 15 x 90 m o sea 1350 m² cada uno, su mayor dimensión se ubicó en sentido perpendicular a la pendiente del terreno. Las parcelas experimentales de forma cuadrangular de 15 x 15 m tuvieron una cabida de 225 m². Los seis tratamientos se distribuyeron al azar en cada uno de los cinco bloques. En la figura 3 se muestra el respectivo croquis de campo.

POTRERO GANADERIA

BLOQUE 5

BLOQUES



TRATAMIENTOS

- 1A E. deglupta a 2.5 x 2.5 m (36 árboles)
- 1B E. deglupta a 2.5 x 2.5 m + maíz
- 1C E. deglupta a 2.5 x 2.5 m + maíz fertilizados
- 2A E. deglupta a 3.0 x 3.0 m (25 árboles)
- 2B E. deglupta a 3.0 x 3.0 m + maíz
- 2C E. deglupta a 3.0 x 3.0 m + maíz fertilizados

Area experimental : 7794 m²

Fig.3 Croquis de campo en Florencia Norte

Camino a Florencia Norte

3.5 Materiales empleados

3.5.1 Plántulas de *Eucalyptus deglupta* (llamado en Turrialba híbrido*, se trata aparentemente de un cruce de dos procedencias, una de Nueva Bretaña que presenta corteza verde, y la otra de Kingara River, Papua Nueva Guinea con corteza morada) en maceta, de dos y medio meses de edad, producidas en el vivero del Proyecto Forestal de Diversificación Agrícola de Turrialba; con una altura de $16,9 \pm 0,9$ cm, diámetro basal $2,2 \pm 0,1$ mm y diámetro de copa $16,8 \pm 0,3$ cm.

3.5.2 Semilla de maíz (*Zea mays* L.) variedad "Tuxpeño 1" planta baja, obtenida en el banco de germoplasma del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del CATIE.

3.5.3 Productos químicos

Los productos empleados son los siguientes: Fertilizantes: 15 - 30 - 8; 20 - 10 - 6 - 5; Nitrato de amonio (33,5 % N); Muriato de potasio (61 % K₂O), y Superfosfato triple (46 % de P₂O₅).

Pesticidas: Orthocide, Aldrín del 2,5 % y Toxa - D4 - 2. Mirmecocidas: Rainbow, Mirex y Aldrín del 25 %.

3.6 Instalación del experimento

3.6.1 Preparación del terreno

El suelo se preparó previo apeo de los árboles muertos de Kadam, que luego fueron picados para hacer leña. Se eliminaron a nivel del suelo toda la vegetación arbustiva y herbácea que sirvió de "mulch" para protección del suelo;

* Ing. Rodolfo Salazar F., Ex-Codirector de Diversificación Agrícola de Turrialba, 1977. Comunicación personal.

se limpió una superficie de 7794 m². Se controlaron los hormigueros existentes en el área, así como también en sus alrededores, cubriendo una superficie aproximada de 4 has (radio 110 m). Luego se estacó el campo experimental de acuerdo al respectivo croquis de campo (Fig. 3).

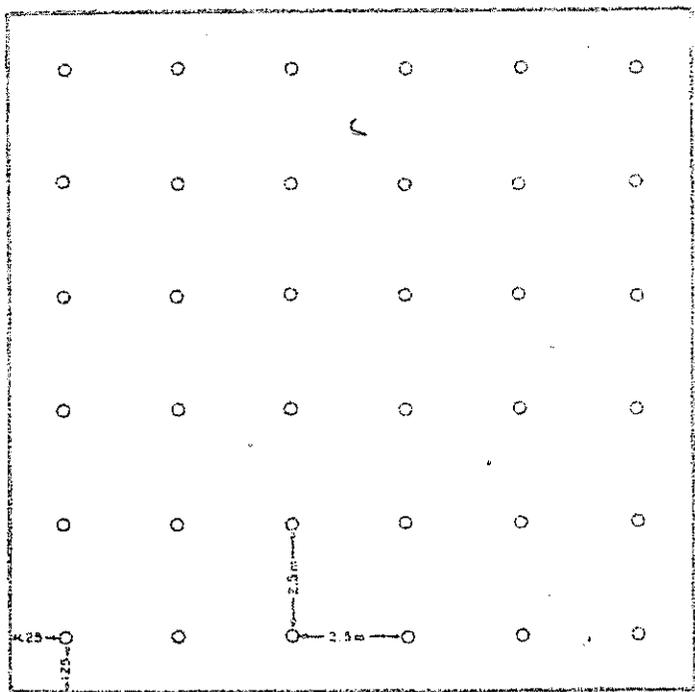
3.6.2 Plantación del eucalipto

Se abrieron hoyos de 0,25 cm de ancho, largo y profundidad. Al día siguiente se plantaron con pan de tierra, treinta y seis arbolitos/parcela en los tratamientos 1A, 1B, 1C y veinticinco plantas/parcela en 2A, 2B y 2C, constituyéndose así una población de 915 individuos en toda el área experimental.

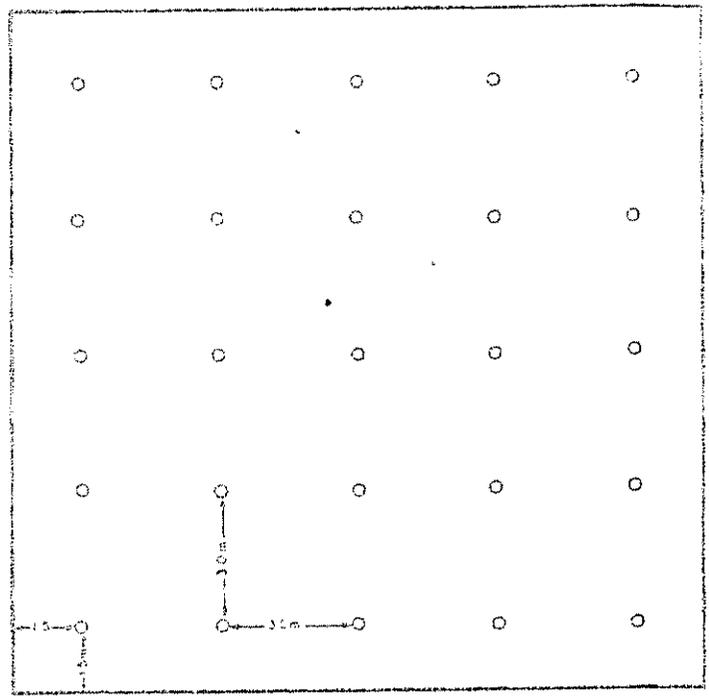
3.6.3. Maíz

Cada kilo de semilla se trató con una mezcla de 22 gramos de orthocide al 50 por ciento y 43 gramos de aldrín al 2,5 por ciento. La siembra se hizo a mano con un espeque, depositando en el hoyo tres semillas, para hacer el raleo correspondiente a los 15 días después de su germinación, dejando dos plantas por golpe. Las distancias de siembra y población/ha para los tratamientos que por sorteo se asignó, se presentan en el Cuadro 1. La fig. 4 muestra la distribución espacial del maíz intercalado en la plantación forestal. Además, se aprecia que siempre se mantuvo un radio aproximado de 74-75 cm entre las matas del maíz y el pie de los arbolitos.

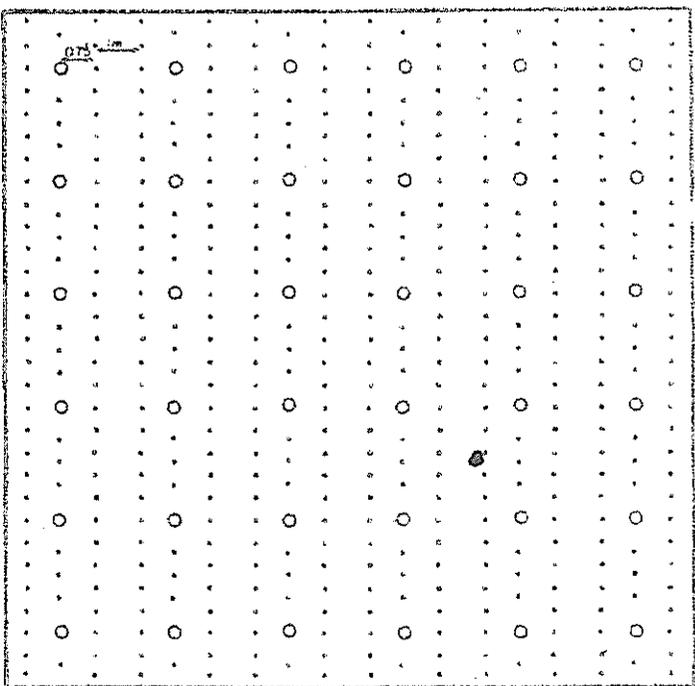
El 26 de enero de 1976 se llevó a cabo la primera siembra de maíz, la cual no fue posible evaluar debido a la destrucción del mismo por una invasión de bovinos que penetraron al área experimental en los días 11 y 17 de marzo. Una segunda y tercera siembras se hicieron el 3 de mayo y 3 de septiembre de 1976.



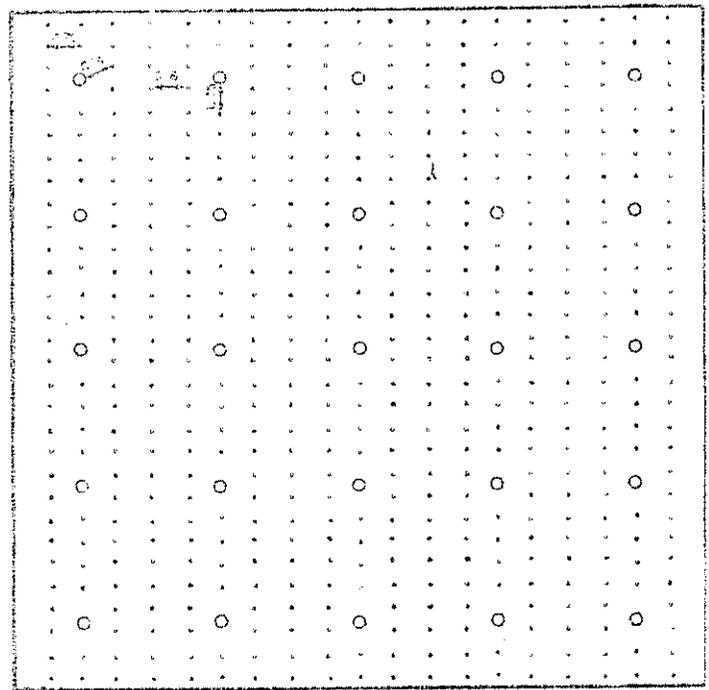
Trat. 1A Plantación sola: espaciamiento 2.5 x 2.5 m (el mismo espaciamiento se usó en los tratamientos 1B y 1C)



Trat. 2A Plantación sola: espaciamiento 3 x 3 m (el mismo espaciamiento se usó en los tratamientos 2B y 2C)



Trat. 1B y 1C Youngza sin y con fertilizante (maíz 1 x 0.5 m)



Trat. 2B y 2C Youngza sin y con fertilizante (maíz 0.8 x 0.5 m)

Fig. 4 Diseño de parcelas: dos espaciamientos de Eucalyptus degupta B.L., sola y asociada con maíz var. Tuapeño I en dos densidades de siembra

3.6.4 Aplicación y dosis de fertilizantes

Por recomendación del Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales del CATIE, se empleó fertilizantes de uso comercial. Para el maíz en forma localizada, o sea que se puso el fertilizante en el fondo del hoyo, cubriéndolo con una delgada capa de tierra para depositar luego la semilla.

Se aplicó al momento de la siembra 300 kg/ha de 15 - 30 - 8, equivalente a 45 kg/ha de N, 90 kg/ha de P_2O_5 y 24 kg/ha de K_2O . Treinta días después de la siembra se incorporó una mezcla de 89,6 kg de Nitrato de amonio y 9,8 kg de Muriato de potasio, que corresponde a 30 kg/ha de nitrógeno y 6 kg/ha de potasio.

Para la especie forestal se empleó una mezcla de 368 g de 20 - 10 - 6 - 5 más 132 g de Superfosfato triple, que equivalen a 15 g de N, 20 g de P_2O_5 , 4 g de K_2O y 4 g de Mg por árbol. Se puso el fertilizante en tres orificios hechos con espeque, dejando un radio de 20 cm, con respecto al eje principal de cada árbol. Quinientos g de fertilizante por planta, se dividió en cuatro aplicaciones de 125 g, que se hicieron el 23 de abril, 5 de junio, 28 de agosto y 27 de septiembre de 1976.

3.6.5 Labores culturales

Se realizaron cuatro limpiezas en todas las parcelas el 22 de abril, 28 de mayo, 26 de agosto y 17 de septiembre de 1976, con el propósito de que las malas hierbas (Cuadro A3) no afectaran las condiciones de crecimiento del eucalipto; además fue necesario hacer dos limpiezas adicionales en las parcelas del sistema de plantación sola, eliminando las malezas alrededor de los arbolitos en un radio aproximado de 75 cm (coronamiento) el 6 de julio y el 8 de noviembre de 1976.

Se presentaron ataques de plagas y enfermedades, pero solamente se

efectuó el control de plagas mediante el uso de insecticidas en el momento oportuno.

3.7 Recolección de datos biológicos

3.7.1 *Eucalyptus deglupta* >

Al terminar la plantación el 22 de enero de 1976, se hizo la medición de altura y diámetros (basal - copa), continuando luego cada 30 días, durante once meses.

El 22 de diciembre de 1976 también se midió el diámetro a la altura del pecho (d.a.p.*). En la misma fecha se evaluó la supervivencia y el porcentaje de árboles con fuste recto. Toda la información se tomó sobre una parcela útil de 16 árboles en los tratamientos 1A, 1B, 1C y por nueve árboles en los tratamientos 2A, 2B y 2C; ya que se dejó una hilera de árboles en contorno para evitar el efecto de borde.

3.7.1.1 Altura

Se midió la altura total de las plantas, desde el nivel medio del suelo hasta la base de las hojas terminales, con regla graduada y con aproximación de centímetro.

3.7.1.2 Diámetro basal

Se tomó el diámetro del tallo a 5 cm del cuello de la planta, siendo las mediciones a nivel de décimo de mm, ya que se utilizó un dendrómetro que tiene una precisión de 1/10 mm.

* Diámetro de un árbol a 1,30 m de altura sobre el nivel medio del suelo.

3.7.1.3 Diámetro de copa

La proyección vertical de la copa se midió los primeros cuatro meses utilizando piquetas como señales de referencia, y luego mediante jalones en las siguientes ocho lecturas.

La longitud de los ejes medidos en cruz se aproximó al centímetro, el promedio de éstos se consideró el diámetro de copa.

3.7.2 Maíz

Los datos de las variables biológicas del maíz se tomaron sobre una parcela útil de 169 m² (13 x 13 m). Se desechó una faja de un metro de ancho en contorno para eliminar el efecto de borde.

3.7.2.1 Altura de planta

Se tomó al azar la altura de 30 plantas por parcela, cuando hubo un 50 % de flores masculinas y femeninas en el experimento; se midió desde la superficie del suelo hasta la inserción de la última hoja.

3.7.2.2. Biomasa aérea total

Para la determinación de la biomasa aérea total, se consideró como variable de referencia la altura de la planta, medida al centímetro.

El tamaño de muestra fue calculado para cada tratamiento mediante muestras previos, como recomiendan Steel y Torrie (105). Se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{t^2 \cdot s^2}{d^2}$$

donde:

n = tamaño de muestra

t = valor de t con (n-1) grados de libertad, a un nivel determinado de probabilidad ($P < 0,05$).

S² = varianza

d = precisión deseada: ± 10 cm

En el cuadro A4 se observa que en ningún caso el tamaño de la muestra fue mayor a diez plantas/tratamiento.

A los 70 días de la siembra se cortaron a nivel del suelo diez plantas por tratamiento y repetición, para determinar el peso seco de tallos, hojas e inflorescencias. Luego a los 116 días, cuando el grano llegó a su madurez fisiológica, se extrajeron diez mazorcas con sus respectivas brácteas.

El material fue puesto en una estufa a 70°C durante 80 horas, para obtener el peso seco.

3.7.2.3 Porcentaje de plantas que llegaron a la cosecha y número de mazorcas por planta.

La determinación se hizo mediante las siguientes relaciones:

$$\% \text{ de plantas} = \frac{\text{No. de plantas por parcela al tiempo de cosecha}}{\text{densidad por parcela}}$$

La densidad de 676 plantas por parcela equivalen a 40.000 pl/ha, y la de 845 plantas por parcela equivale a 50.000 pl/ha.

$$\text{No. de mazorcas por planta} = \frac{\text{No. de mazorcas por parcela}}{\text{No. de plantas por parcela al tiempo de cosecha}}$$

3.7.2.4 Rendimiento

La producción de maíz en grano, en la segunda siembra, se evaluó cosechando el producto total por parcela útil. Los pesos obtenidos en kg/parcela

fueron ajustados al 14 % de contenido de humedad. Para ello se tomaron muestras de granos de cada tratamiento, para determinar su contenido de humedad (H_o), aplicando la siguiente fórmula, utilizada por Espino (30).

$$H_o = \frac{Ph - Ps}{Ph} \times 100$$

donde:

Ph = peso húmedo de los granos

Ps = peso seco de los granos, luego de permanecer en estufa a 70°C durante 70 horas.

La corrección del peso al 14% de humedad (30) se consiguió con la fórmula:

$$Pf = \frac{Ph (100 - H_o)}{(100 - Hf)}$$

donde:

Pf = peso de los granos a la humedad deseada

Hf = porcentaje de humedad deseada

En la tercera siembra de maíz se evaluó el peso de forraje verde en kgs/parcela.

3.7.2.5 Índice de cosecha (k)

El índice de cosecha se determinó por la relación:

$$K = \frac{\text{Biomasa de grano}}{\text{Biomasa aérea total}}$$

3.8 Análisis de suelos

3.8.1 Análisis químicos

Con el propósito de tener un conocimiento sobre las características

químicas del suelo, al iniciar el experimento se tomaron cinco muestras compuestas de 18 submuestras cada una, en los respectivos bloques, a una profundidad de 0 - 25 cm.

Luego se hizo un segundo muestreo al finalizar el período de observaciones de campo, para determinar si existen diferencias en el contenido de elementos nutritivos en el suelo, entre los seis tratamientos probados. Se tomaron muestras compuestas de tres submuestras, en cada tratamiento a las profundidades de 0 - 25 y 25 - 75 cm. Se muestreó siguiendo la diagonal de la parcela en tres puntos, o sea, los dos extremos y el centro.

3.8.1.1 Reacción del suelo (pH)

Para la determinación del pH, se siguió la técnica descrita por Peech (84); se determinó el pH en agua (relación agua/suelo 1:1) y en solución de KCl 1 N (solución/suelo 1:1).

3.8.1.2 Materia orgánica

El porcentaje de materia orgánica se hizo de acuerdo con la técnica propuesta por Saiz del Rio y Bornemisza (96) basada en el método de Walkley y Black.

3.8.1.3 Nitrógeno total

El porcentaje de nitrógeno total se realizó por el método semi-micro Kjeldahl según Díaz-Romeu (25).

3.8.1.4 Fósforo disponible

El fósforo disponible se determinó por el método de Olsen (79), modificado por Hunter (46).

3.8.1.5 Bases cambiables

Las bases cambiables Ca, Mg y K se hizo por el método de Díaz-Romeu y Balerdi (26). Las lecturas se efectuaron en un espectro fotómetro de absorción atómica, marca Perkin-Elmer, modelo 1303.

3.8.1.6 Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico se determinó por el método de acetato de amonio ($\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$) descrito por Díaz-Romeu y Balerdi (26).

3.8.2 Análisis físicos

La humedad gravimétrica y la resistencia del suelo a la penetración de raíces se hicieron al finalizar el período de observaciones de campo, en base a la técnica descrita por Forsythe (34).

3.8.2.1 Humedad gravimétrica

La humedad gravimétrica (Hg) se determinó aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Hg (\%)} = \frac{\text{Mh} - \text{Ms}}{\text{Ms}} \times 100$$

donde:

Mh = masa de suelo húmedo

Ms = masa de suelo secado al horno a una temperatura de 110 °C durante 24 horas

3.8.2.2 Resistencia a la penetración de raíces

La resistencia del suelo a la penetración de raíces se midió con un penetrómetro estático marca Chatillón 719-40; con el cual se hicieron 15 mediciones

por tratamiento a profundidades de nivel del suelo y a 0,25 cm.

3.9 Cálculo de costos

Se llevó un registro en el cual se anotó el tiempo promedio expresado en hora-hombre/tratamiento, que se gastó en cada una de las labores desarrolladas, en los once meses de investigación; también se registró el valor comercial de los insumos empleados en cada uno de los seis tratamientos.

3.10 Análisis de la información

Con los datos de las variables observadas se realizaron los siguientes análisis estadísticos (88, 105).

3.10.1 Pruebas de diferencia de medias

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

H_a = Por lo menos existe diferencia entre dos medias

donde:

H_0 = hipótesis nula

H_a = hipótesis alterna

$\mu_1 \dots \mu_6$ = media de tratamientos

3.10.2 Análisis de varianza

Se hizo el análisis de varianza usando la prueba de Fisher.

La altura, diámetro basal y diámetro de copa del *Eucalyptus deglupta* Bl., se analizaron como bloque completo randomizado en arreglo factorial 2 x 3, de acuerdo al siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = U + \beta_i + \alpha_j + \delta_k + (\alpha\delta)_{jk} + (\beta\alpha + \beta\delta + \beta\alpha\delta)_{ijk} \\ + \lambda_l + (\alpha \cdot \lambda)_{jl} + (\delta \cdot \lambda)_{kl} + (\alpha \cdot \delta \cdot \lambda)_{jkl} + \\ (\beta \cdot \lambda \cdot \alpha + \beta \cdot \alpha \cdot \lambda + \beta \cdot \delta \cdot \lambda + \beta \cdot \alpha \cdot \delta \cdot \lambda)_{ijkl}$$

donde:

Y_{ijkl} = variable respuesta

U = media general

β_i = efecto de bloque o repetición i

α_j = efecto de sistema j

δ_k = efecto de espaciamiento k

$(\alpha\delta)_{jk}$ = efecto de la interacción del sistema j
con el espaciamiento k

$\epsilon(a)_{ijk}$ = error (a) del sistema j , espaciamiento k , con
la interacción jk y el bloque i

λ_l = efecto de la época l

$(\alpha \cdot \lambda)_{jl}$ = efecto de la interacción del sistema j con
la época l

$(\delta \cdot \lambda)_{kl}$ = efecto de la interacción del espaciamiento
 k con la época l

$(\alpha \cdot \delta \cdot \lambda)_{jkl}$ = efecto de la interacción del sistema j con
el espaciamiento k y la época l

ϵ_{ijkl} = error experimental

Las variables del eucalipto; d.a.p., forma y supervivencia observadas cuando tuvo once meses de edad, fueron analizadas de acuerdo al modelo estadístico que a continuación se describe:

$$Y_{ijk} = U + \beta_i + \alpha_j + \delta_k + (\alpha \cdot \delta)_{jk} + (\beta \cdot \alpha + \beta \cdot \delta + \beta \cdot \alpha \cdot \delta)_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = variable respuesta

U = media general

β_i = efecto de bloque i

α_j = efecto de sistema j

δ_k = efecto de espaciamento k

$(\alpha \cdot \delta)_{jk}$ = efecto de la interacción de sistema j con espaciamento k

ϵ_{ijk} = error experimental

Luego se comparó los tratamientos individuales mediante la prueba de Duncan.

Para el análisis de variables correspondientes al maíz, y determinaciones químicas y físicas del suelo se empleó el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = U + \beta_i + \tau_j + \epsilon_{ij}$$

donde:

Y_{ij} = variable respuesta

U = media general

β_i = efecto de bloque i

τ_j = efecto del tratamiento j

ϵ_{ij} = error experimental

Cabe aclarar que para analizar los datos físicos de resistencia a la penetración de raíces en el suelo, e interpretar los resultados de los seis tratamientos, se hizo la corrección por covarianza. Los valores de resistencia que se tomaron en la superficie del suelo, se ajustaron a una humedad gravimétrica promedio del 50 por ciento, y los valores medidos a 25 cm de profundidad al 54 por ciento.

3.10.3 Correlaciones

El coeficiente de correlación expresa el sentido y grado de asociación entre las variables. Se realizaron correlaciones entre las variables dadasométricas y entre éstas con la edad y precipitación.

La fórmula general es:

$$R = D_{sij}^{-1/2} (X'X)^{-1/2} D_{sij}$$

Donde:

R = matriz de correlación

X'X = matriz de la suma de productos y cuadrados corregidos

$D_{sij}^{-1/2}$

= matriz diagonal cuyos elementos son inversos de la raíz cuadrada de la diagonal X'X

Se hicieron seis matrices de correlación. Las tres primeras con el propósito de encontrar en cada uno de los sistemas de reforestación, la relación entre las variables: altura total del árbol, diámetro basal, diámetro de copa y edad, y las tres últimas para asociar los incrementos mensuales por sistema de las variables antes citadas, con la precipitación mensual.

3.1 Sistema de plantación sola de 5 x 5 con 120 observaciones

3.2 S. Taungya sin fert. de 5 x 5 con 120 observaciones

3.3 S. Taungya con fert. de 5 x 5 con 120 observaciones

3.4 Incremento en el S. de plantación sola de 4 x 4 con 11 observaciones

3.5 Incremento en el sistema Taungya sin fertilizante de 4 x 4 con 11 observaciones

3.6 Incremento en el sistema Taungya con fertilizante de 4 x 4 con 11 observaciones

3.10.4 Regresiones

Para estimar el comportamiento de una variable respecto a otra, se efectuaron varios análisis de regresión, probando los siguientes modelos:

Lineal $Y_i = b_0 + b_1 X_i$

Cuadrática $Y_i = b_0 + b_1 X_i + b_2 X_i^2$

Logarítmica $Y_i = b_0 X_i^{b_1}$

Geométrica $Y_i = b_0 b_1^{X_i}$

Raíz cuadrática $Y_i = b_0 + b_1 X_i + b_2 X_i^{0,5}$

Gamma $Y_i = b_0 e^{-b_1 X_i} X_i^{b_2}$

donde: -

\hat{Y}_i = variable de respuesta o variable dependiente

X_i = variable aleatoria o variable independiente

b_0 = intercepción de la variable dependiente (Y_i) cuando $X_i = 0$

b_1 = pendiente lineal, tasa de crecimiento

b_2 = tasa de transformación de b_1 o aceleración de crecimiento

e = número de Euler (constante = 2,718281)

R^2 = coeficiente de regresión o determinación

Los resultados experimentales fueron procesados en la computadora electrónica IBM 1130, de propiedad del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA (IICA).

4. RESULTADOS

4.1 Crecimiento de la especie forestal

El *E. deglupta* fue analizado en función de altura total, diámetros basal y de copa. Se encontró una respuesta significativa ($P < 0,05$) entre los diferentes tratamientos, que provienen de tres sistemas de reforestación en dos espaciamientos.

Los sistemas, Plantación sola (A), Taungya sin fertilizante (B) y Taungya con fertilizante (C); y la interacción de sistemas por épocas (meses del experimento) fueron altamente significativos ($P < 0,01$).

No se encontró un efecto significativo ($P > 0,05$) entre los espaciamientos de 2,5 x 2,5 y 3 x 3 m; tampoco hubo significancia en las interacciones de éstos dos últimos con sistemas y épocas. En el cuadro A5 se presenta el análisis de varianza respectivo.

Como no existe una respuesta significativa entre espaciamientos, en adelante se analiza las variables dasométricas, en los tres sistemas indicados, en base al valor promedio de distanciamientos en cada sistema. En el cuadro A6 se presenta las medias de crecimiento acumulado de altura, diámetro basal y de copa en los tres sistemas de reforestación.

4.1.1 Altura total

La altura total expresada en metros no presenta diferencias significativas hasta la sexta medición en junio; pero en julio y agosto se observa un mayor crecimiento en los sistemas Taungya con y sin fertilización (C y B), el primero es estadísticamente superior al sistema de plantación sola (A).

El crecimiento acumulado del sistema Taungya con fertilizante (C)

es de 2,98 m, a partir del noveno mes es significativamente diferente del Taungya sin fertilizante (B) con 2,78 m, a su vez este último es diferente del de Plantación sola (A) que llega a 2,35 m; estas diferencias se mantuvieron hasta el décimo segundo mes en que el sistema C con 4,96 m es estadísticamente superior a los sistemas B y A con 4,42 y 4,31 m. Entre B y A no se observaron diferencias significativas.

En la fig. 5 se presentan las diferencias porcentuales de crecimiento y en el cuadro A7 las pruebas de Duncan correspondientes.

4.1.2 Diámetros

Las observaciones de los diámetros, basal en cm y de copa en m, no acusaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en los respectivos sistemas hasta el quinto mes (ver cuadro A7); en el 6° y 7° mes el sistema C mostró una diferencia significativa al compararlo con A, pero no se notó ningún efecto entre C y B como tampoco entre B y A. En cambio el diámetro de copa de C y B fueron significativamente mayores respecto a A. Desde el octavo mes el diámetro basal del sistema Taungya con fertilizante (C) 3,02 cm, es significativamente mayor al sistema Taungya sin fertilizante (B) con 2,74 cm y al de Plantación sola (A) con 2,62 cm, los que no muestran ninguna diferencia entre ellos. Para el diámetro de la copa en el octavo mes, se observó un comportamiento similar al registrado en el 6° mes (ver cuadro A7).

Al final de las observaciones, el diámetro basal del sistema "C" con 6,14 cm es significativamente superior al "B" que llega a 5,56 cm, y asimismo éste al compararlo con A = 5,19 cm.

El diámetro de copa en los tres sistemas, al décimo mes muestra un comportamiento parecido al que observó en el 7° mes, pero desde el décimo

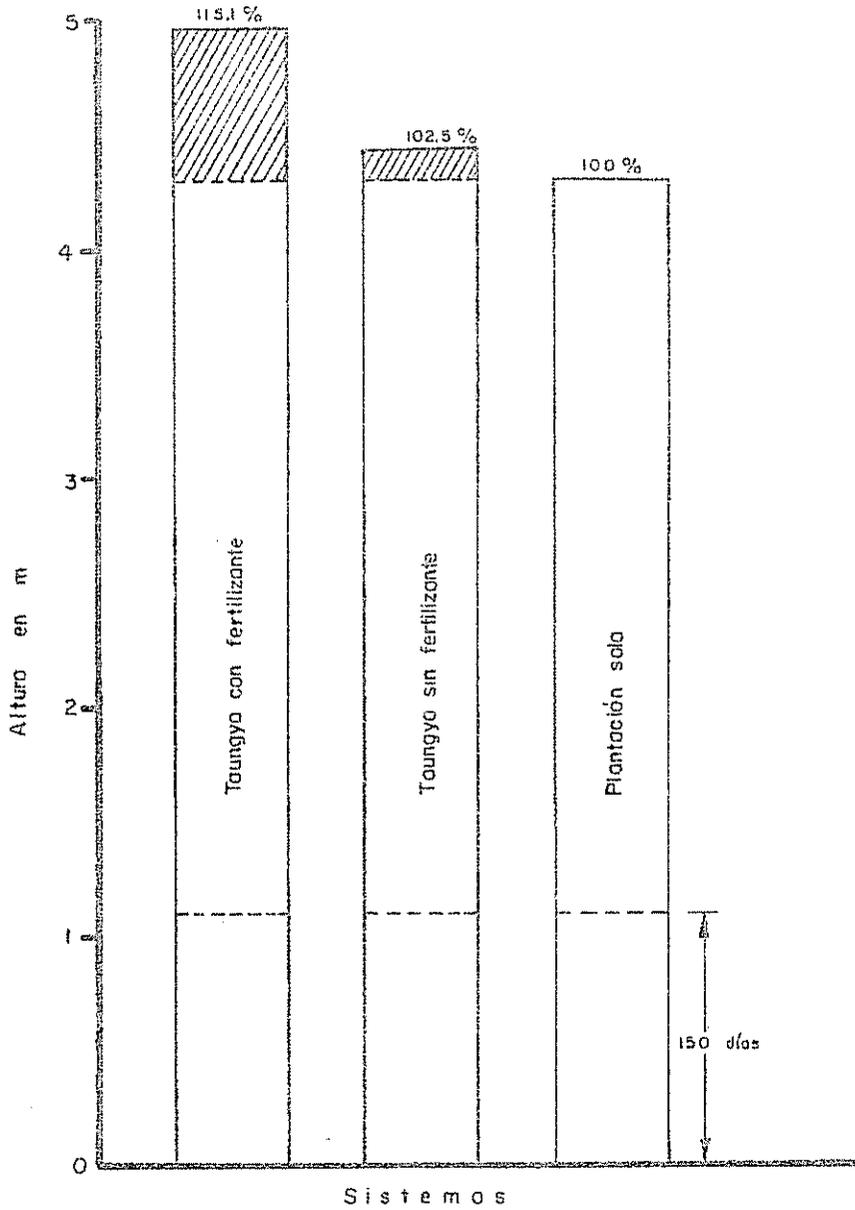


Fig. 5 Diferencia en porcentaje del crecimiento acumulado en altura del E. deglupta Bl. a los 11 meses de edad, bajo tres sistemas de reforestación

primero hasta el décimo segundo mes el sistema C con 3,13 m es significativamente superior a B con 2,96 m y en el mismo grado este último respecto a A que alcanzó 2,78 m. En la fig. 6 y el cuadro A7, en su orden se presentan las diferencias de crecimiento, expresadas en porcentaje y las pruebas de Duncan correspondientes.

En la última observación al medir el diámetro a la altura del pecho (d.a.p.), se detectó una diferencia altamente significativa ($P < 0,01$) entre sistemas. En los cuadros A8 y A9 se presentan, respectivamente el análisis de varianza y la prueba de Duncan. El d.a.p. de 4,23 cm del sistema Taungya con fertilizante fue significativamente superior al d.a.p. de 3,72 y 3,38 cm de los sistemas Taungya sin fertilizante y Plantación sola en su orden.

4.1.3 Incrementos

Los incrementos que se observaron para la especie forestal en altura y diámetros basal y de copa (Cuadro A10), durante los primeros tres meses, son relativamente pequeños; en cambio, es notorio que a los once meses, los incrementos en las tres variables son bastante altos (véase también el gráfico 7 donde se aprecia la progresión en altura en comparación con la precipitación mensual).

4.1.4 Supervivencia

El análisis de los datos de supervivencia, tomados a los 11 meses no denotó diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos, como se ve en el Cuadro A11. El promedio general de supervivencia fue de $98,0 \pm 1,0$ por ciento.

4.1.5 Aspectos morfológicos y fitosanitarios

El porcentaje de árboles con fuste recto mostró diferencias entre

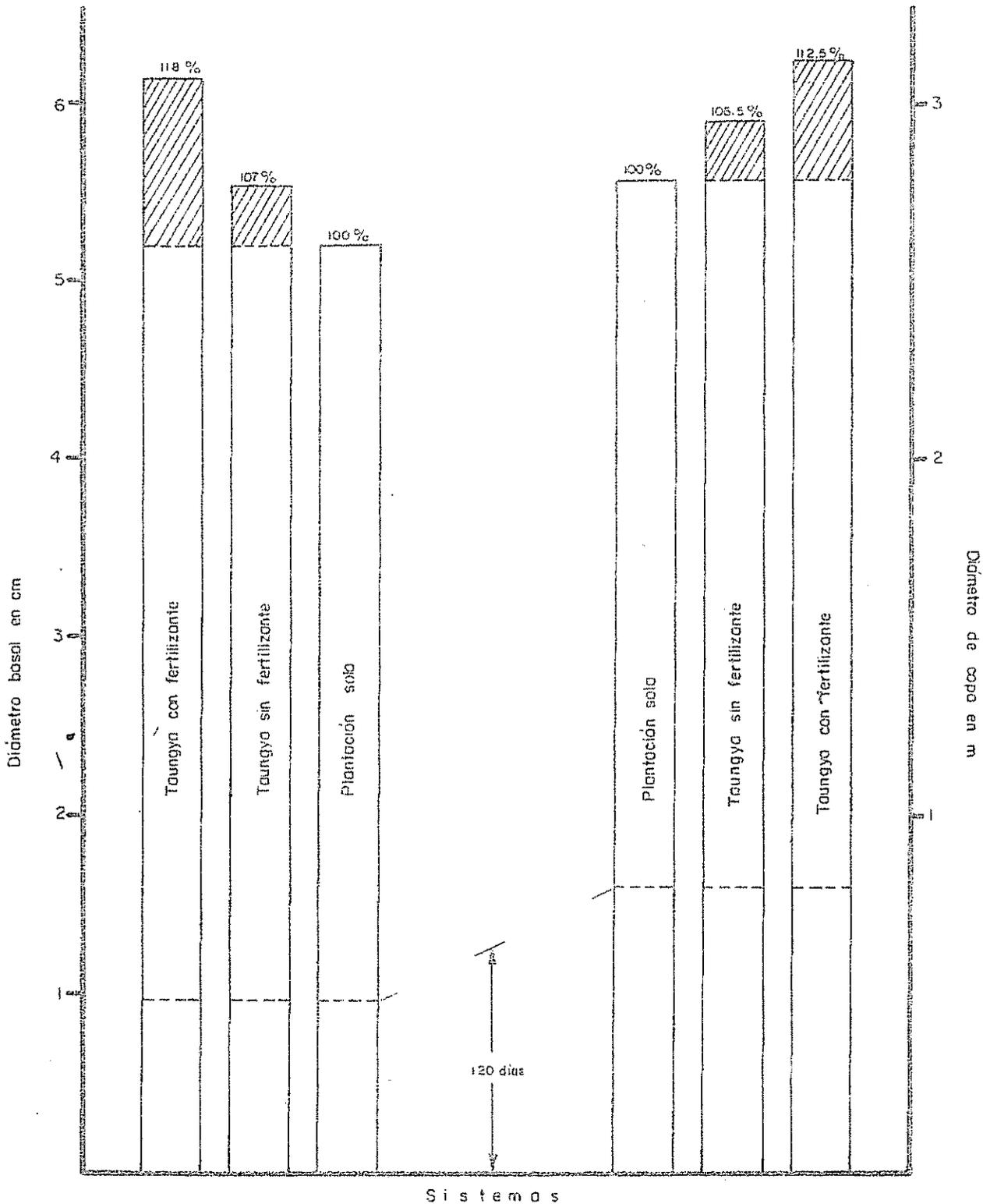


Fig. 6 Diferencias en porcentaje del crecimiento acumulado en los diámetros basal y de copa a los 11 meses de edad, de *E. deglupta* Bl., plantado bajo tres sistemas de reforestación

Precipitación en mm

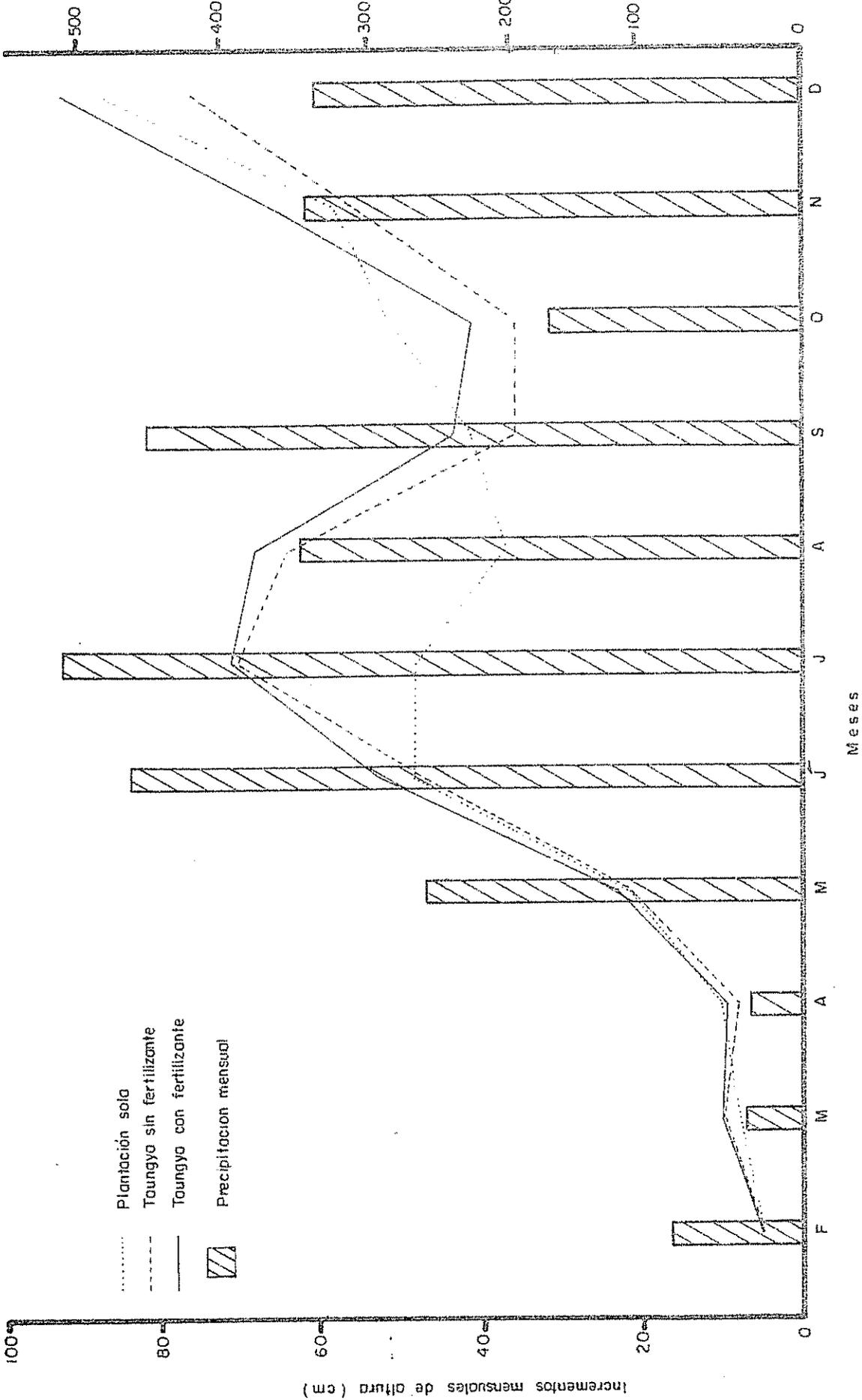


Fig. 7 Incrementos mensuales en altura de E. deglupta Bl., bajo tres sistemas de reforestación y precipitación mensual

sistemas; por el análisis de varianza que se presenta en el cuadro A12 y la prueba de Duncan que se ve en el cuadro A13, se detectó una diferencia significativa ($P < 0,05$), entre los sistemas Taungya con y sin fertilizantes; pero no hubo significancia ($P > 0,05$) entre éstos y el sistema de plantación sola.

Las bifurcaciones del tronco de los árboles se deben a la rotura del meristema apical, probablemente a causa del viento, pájaros y el insecto *Nodota chontalensis* Jac* (Chrysomelidae-Coleoptera).

Se observó un 1,5 % de árboles levemente defoliados por los Lepidópteros: *Sematoneura atrovernosella*** Reganot, *Nystalea collaris*** Schs. y la hormiga *Atta* sp.

Para evitar mayores daños por parte de las hormigas, durante todo el período de estudio se utilizaron tres mirmecocidas; en los meses secos se distribuyó mirex (0,5 kg/ha) en los caminos que conducen a los hormigueros y en los húmedos se aplicó por insuflación aldrín del 25 % (0,5 kg/ha) y Rainbow (1,8 kg/ha), directamente en los orificios de ingreso a los hormigueros.

4.1.6 Correlaciones y regresiones de variables dasométricas

Los coeficientes de correlación (Cuadro A14) para el crecimiento acumulado an altura (X_1), diámetro de copa (X_2), diámetro basal (X_3), edad (X_4) y precipitación (X_5) son altamente significativos ($P < 0,01$) en los tres sistemas de reforestación. Se deduce que hubo un alto porcentaje de asociación, entre las cinco variables analizadas. Cuando se correlacionaron en el sistema A los incrementos mensuales de altura, diámetros basal y de copa, entre ellos, y con la

* A. King, Entomólogo, Departamento de Cultivos y Suelos Tropicales, CATIE, 1976. Comunicación personal.

** Lloyd Knutson, Entomólogo de U.S.D.A., 1976. Comunicación personal.

precipitación mensual, los coeficientes fueron altamente significativos ($P < 0,01$), mientras que en el sistema B no se encontró una correlación significativa entre diámetro de copa y altura; pero sí hubo una asociación altamente significativa entre altura y diámetro basal y entre este último con diámetro de copa, así como también con la precipitación mensual como se demuestra en el cuadro A15. En el sistema "C" hubo significancia ($P < 0,05$) para las correlaciones altura-diámetros basal y de copa, y entre todos con la precipitación mensual.

Las funciones, respuesta altura, diámetros basal y de copa, relacionadas con la edad se ajustan mejor a un modelo cuadrático. Los coeficientes de determinación R^2 (%) son altos; las constantes b_1 y b_2 de signo positivo, fijan la tendencia de las curvas, que describen el fenómeno biológico para un período límite de 11 meses; como se ve en las figuras 8, 9 y 10.

Para las relaciones diámetro basal-altura (Fig. 11) y diámetro basal-diámetro de copa (Fig. 12), correspondientes a los tres sistemas de reforestación, se seleccionó el modelo lineal entre los seis modelos probados. La selección se basó en que los coeficientes de regresión R^2 son altos, sus valores oscilan entre 99,10 y 99,49 por ciento. Los valores de Y estimados por la ecuación lineal son muy semejantes a los observados en el campo; además no existen puntos de máxima, puesto que los árboles son muy jóvenes. En las figuras 11 y 12 se observa cierto paralelismo de las líneas de regresión, que difieren en longitud, debido al efecto de cada sistema.

La relación d.a.p.-altura también tuvo un buen ajuste, con la ecuación lineal. En los tres sistemas esta ecuación indica que la función respuesta altura medida por la variable \hat{Y} , es directamente proporcional en un 90,09; 92,98 y 93,93 por ciento, al d.a.p. (X), según se aprecia en la Fig. 13.

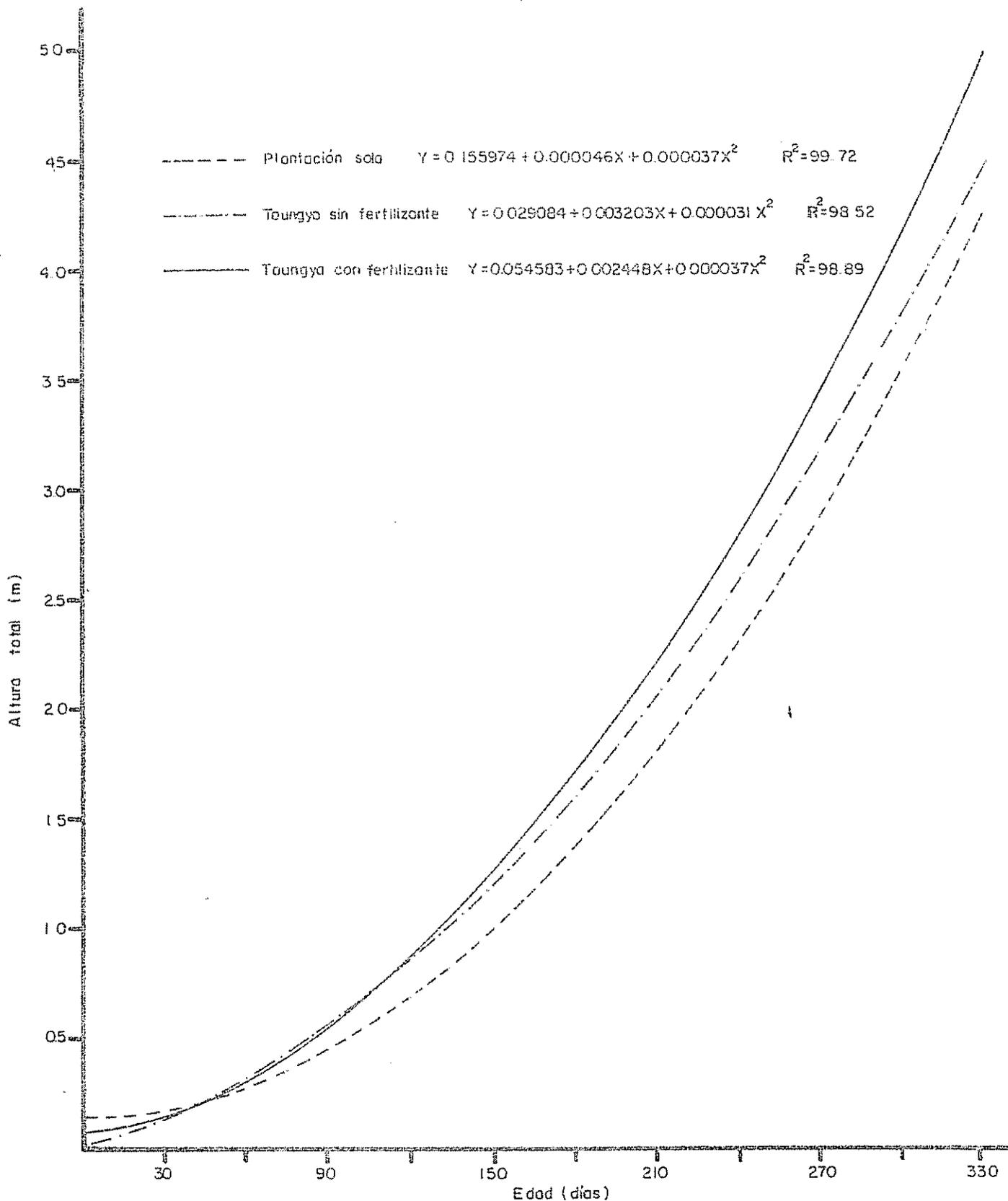


Fig. 8 Relación edad-altura total de E. deglupta BI. en tres sistemas de reforestación

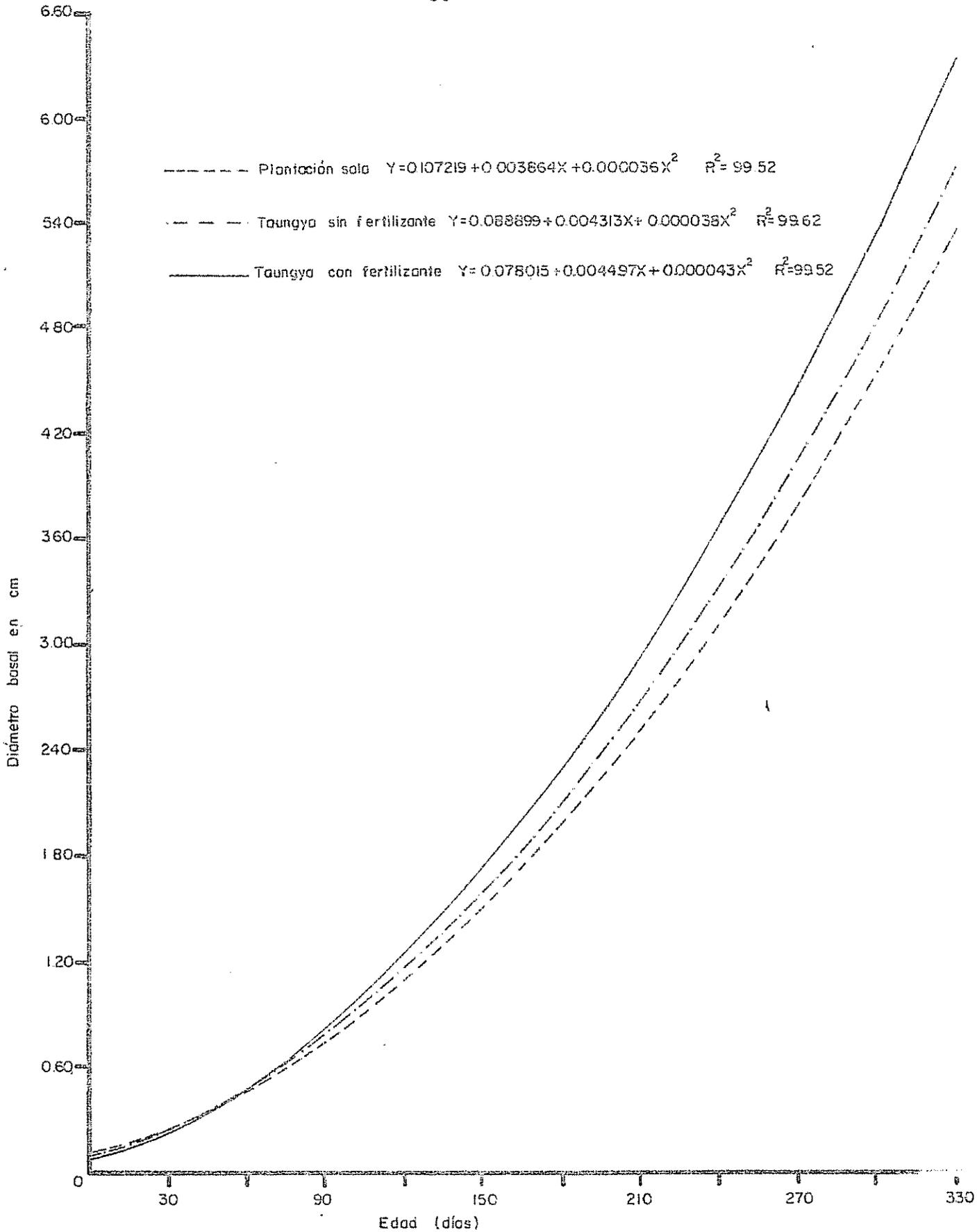


Fig. 9 Relación edad diámetro basal de E. deglupta Bl. en tres sistemas de reforestación

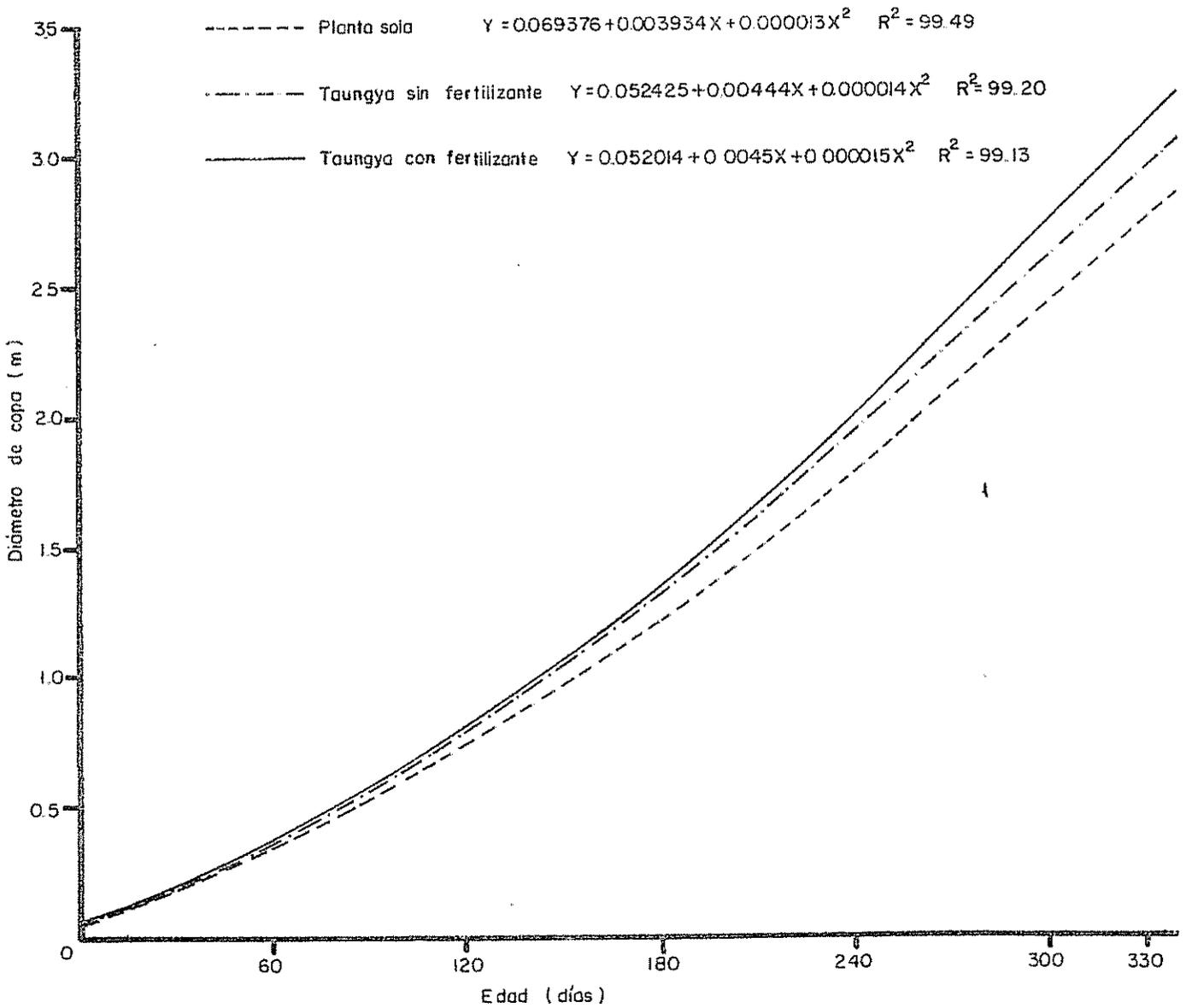


Fig. 10 Relación edad-dímetro de copa de E. deglupta Bl. en tres sistemas de reforestación

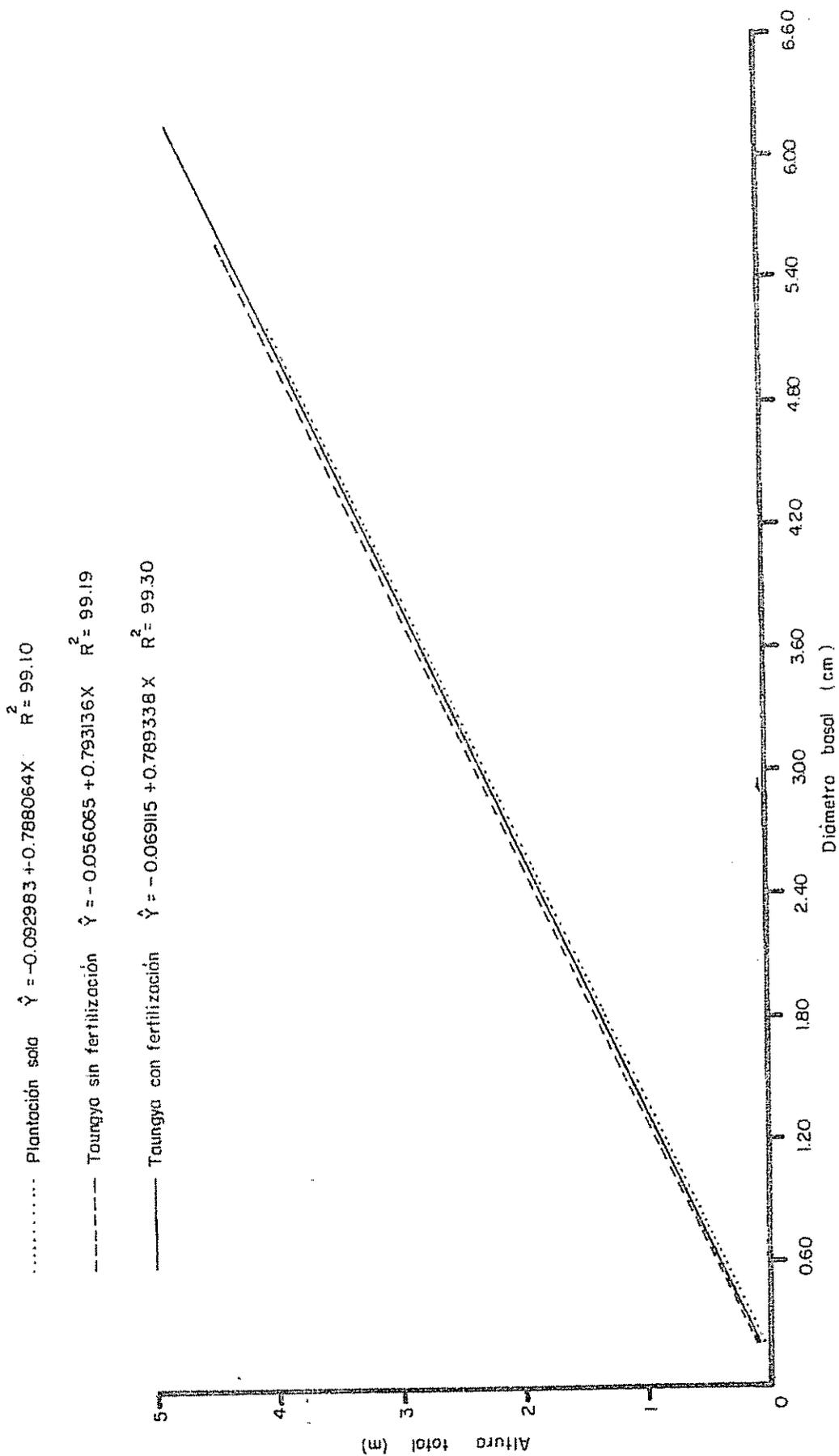


Fig. II Relación diámetro basal-altura total de E. deglupta Bl. en tres sistemas de reforestación

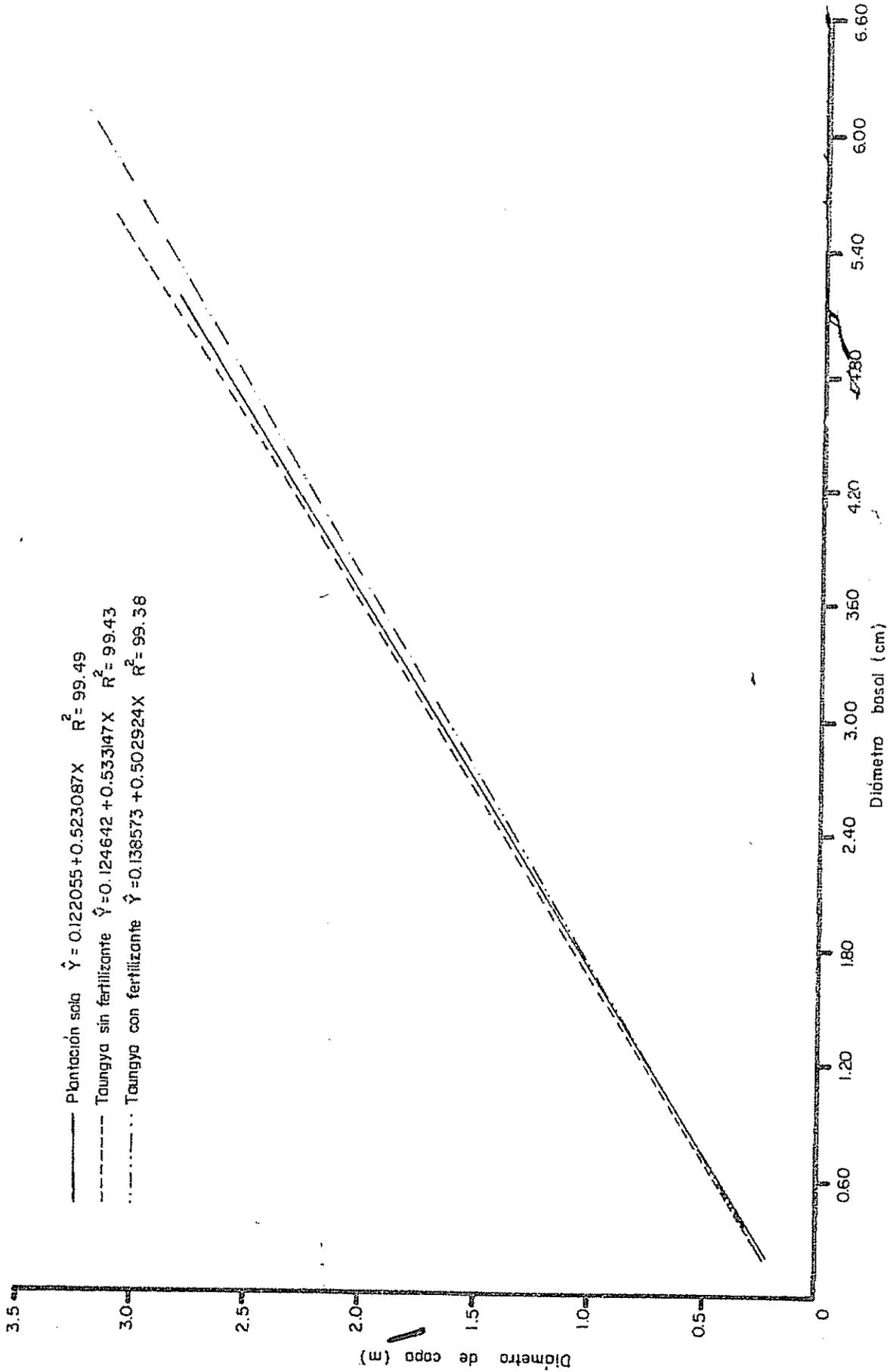


Fig. 12 Relación diámetro basal - diámetro de copa de *E. degluptata* en tres sistemas de reforestación

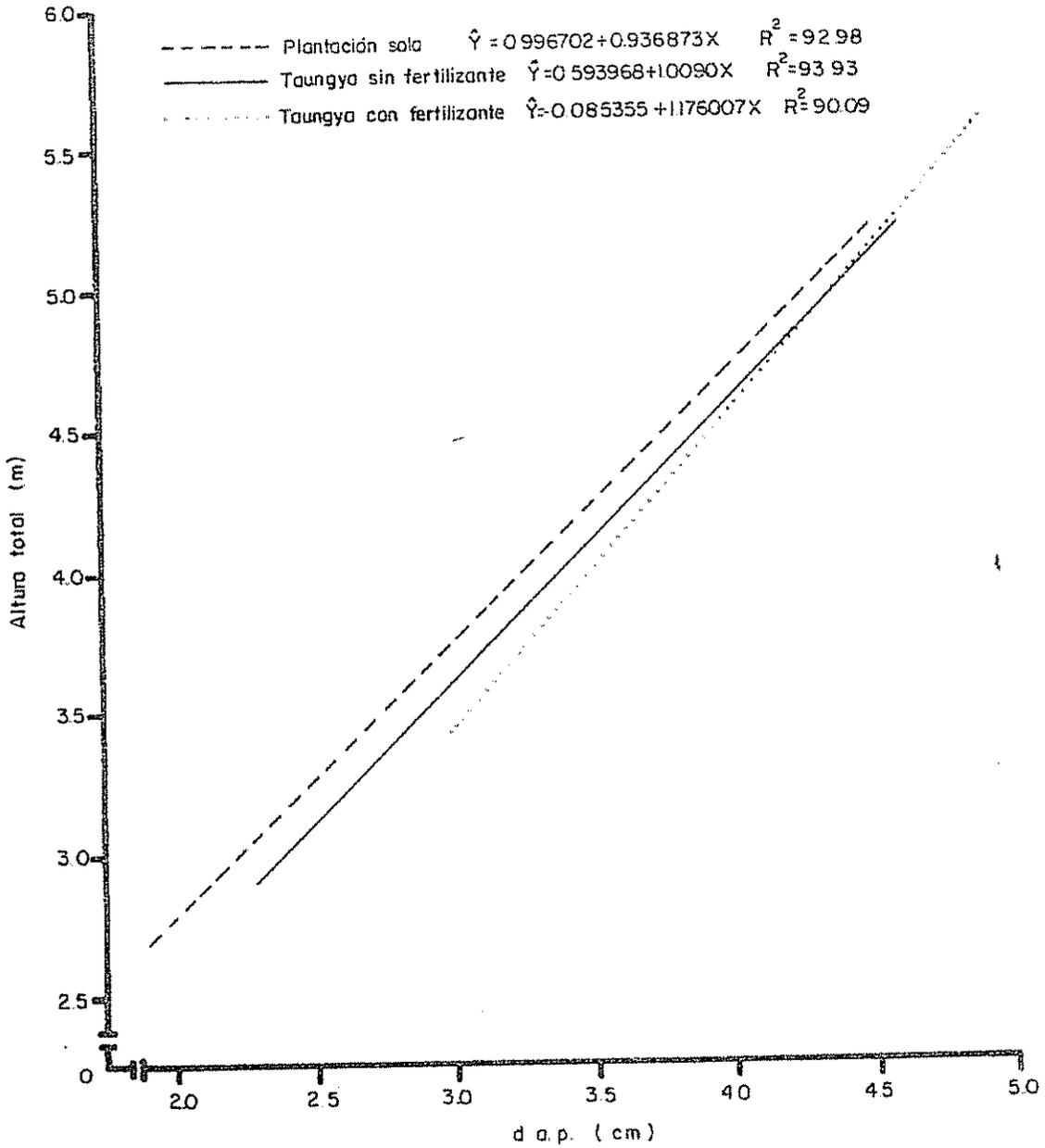


Fig. 13 Relación d.a.p. altura total de E. deglupta Bl. en tres sistemas de reforestación

4.2. Maíz asociado con *Eucalyptus deglupta* Bl.

4.2.1 Aspectos generales

El maíz emergió alrededor del séptimo día. La germinación fue bastante uniforme con un 94-97 % de viabilidad. La floración ocurrió a los 64 días. La madurez fisiológica aproximadamente a los 116 días. Se recolectó el grano de la segunda siembra a las 123 días, y en la tercera siembra se cosechó el forraje a los 90 días de la siembra.

La plaga más importante fue la vaquita (*Diabrotica* spp.) que se controló con Toxafeno DDT-4-2CE. Hubo enfermedades* de naturaleza fungosa, provocadas por *Helminthosporium turcicum* Pass, *Phyllosticta maydis* Arny & Nelson, *Phyllachora maydis* Manbl, y *Puccinia sorghi* Schw. No se adoptó ninguna medida de control químico por considerar que la incidencia de las enfermedades no causó un daño significativo.

4.2.2 Rendimientos

a) Producción de grano y forraje

El análisis estadístico (Cuadro A16) de los datos de producción de grano y forraje en la segunda y tercera época respectivamente, muestran que no hubo diferencias significativas entre las densidades de 40.000 y 50.000 plantas por hectárea, con y sin fertilizante. En el cuadro A17 se presentan los rendimientos promedios de cada tratamiento en sus épocas correspondientes.

b) Biomasa aérea total

Los cuadrados medios (Cuadro A18) de biomasa aérea total en la segunda y tercera siembras, no acusaron diferencias significativas entre tratamientos.

* Identificadas por el Ing. Egberto Araujo, Estudiante Graduado del CATIE, 1976
Comunicación personal.

En la tercera siembra los rendimientos fueron bastante bajos, debido a la mayor intercepción de luz por las copas del eucalipto. En el cuadro A19 se presentan los promedios por tratamiento en su época respectiva.

En la segunda siembra, el 81 % de los valores de biomasa aérea total estuvieron asociados a la altura de las plantas. En función a esta última variable, el modelo de regresión logarítmica ajustó mejor, para estimar la biomasa aérea total, según se aprecia en la fig. 14.

c) Índice de cosecha

El análisis estadístico pertinente (Cuadro A20), no demuestra diferencias significativas entre tratamientos. El 25,8% de la materia seca total, corresponde al peso seco de grano.

d) Componentes de rendimiento

Los cuadros A21 y A22 muestran respectivamente los cuadrados medios del número de mazorcas por planta para la segunda siembra y el porcentaje de plantas que llegaron a la cosecha en las dos siembras evaluadas. Del análisis se infiere que no hubo diferencias significativas entre tratamientos. El promedio general de mazorcas por planta fue de 0,72. El porcentaje de plantas que llegaron a la cosecha fue de 78 por ciento en la segunda siembra, y en la tercera 48 por ciento, este último promedio es muy bajo, a causa del sombreamiento que hizo el eucalipto, provocando una alta mortalidad de las plantas en su fase de crecimiento.

La altura de las plantas en la segunda siembra tampoco acusó diferencias significativas, entre tratamientos. En cambio en la tercera siembra se encontraron diferencias que posiblemente se deben a un efecto del fertilizante. En los cuadros A23 y A24 se presentan los análisis estadísticos correspondientes.

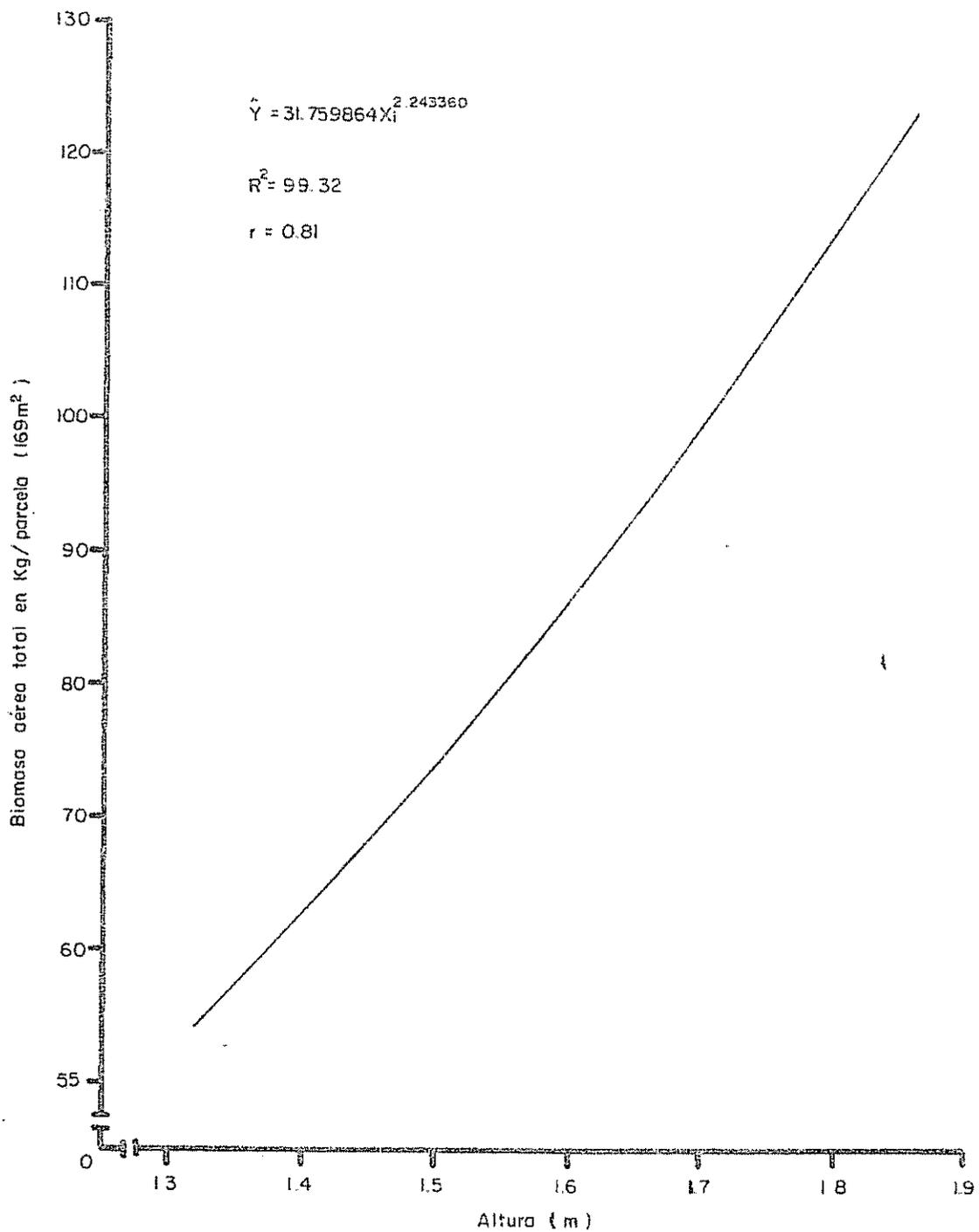


Fig. 14 Relación de altura de planta - biomasa aérea total de maíz var. Tuxpeño I (2a. siembra), asociado con E. deglupta Bl.

4.3 Resistencia del suelo a la penetración de raíces

Las varianzas (Cuadro A25) de resistencia a la penetración y humedad gravimétrica, mensuradas al final del período experimental, muestran que no se encontró diferencias significativas entre tratamientos, para las resistencias de 0 y 25 cm de profundidad. En lo que concierne a la humedad gravimétrica en la superficie del suelo, detectó diferencias que aún siendo significativas no provocaron un efecto sobre los valores de resistencia; a 25 cm de profundidad la humedad gravimétrica no fue significativa.

Los promedios generales de resistencia a la penetración de raíces fueron 5,24 y 8,86 bares a 0 y 25 cm de profundidad respectivamente.

4.4 Análisis químicos

El análisis químico de las muestras del suelo, tomadas al inicio del experimento se presentan en el cuadro A26. Al final del período de estudio también se realizó análisis químicos del suelo, a nivel de tratamiento y repetición, con el propósito de constatar sus efectos.

4.4.1 Reacción del suelo

Los cuadrados medios (Cuadro A27) de los valores de pH en agua y KCl determinados a dos profundidades muestran que no hubo diferencias significativas entre los seis tratamientos.

El promedio general del pH en H₂O de 0 - 25 cm de profundidad es de 4,3 y en KCl 3,5; a mayor profundidad, es decir hasta los 75 cm, los valores medios de pH se incrementan a 4,5 y 3,6 en H₂O y KCl respectivamente.

4.4.2 Nitrógeno total y materia orgánica

Los tratamientos tuvieron en la capa arable (0 - 25 cm) un contenido

promedio de nitrógeno total de 0,42 y materia orgánica 7,34 por ciento. Los valores medios en el subsuelo (25 - 75 cm) disminuyen a 0,24 y 4,48 por ciento respectivamente. No hubo diferencias significativas en los seis tratamientos. En los cuadros A28 y A29 se encuentran los análisis estadísticos correspondientes.

4.4.3 Fósforo disponible

Hubo diferencias significativas entre tratamientos en la capa arable del suelo, pero no se detectó en el subsuelo. Los análisis estadísticos se ven en los cuadros A30 y A31. El sistema Taungya con fertilizante (C1 y C2) en los dos espaciamientos exhibe promedios de 11,6 y 11,2 ppm de fósforo disponible y es significativamente diferente de los valores que muestran los sistemas Taungya sin fertilizante y Plantación sola. El promedio general de 25 - 75 cm de profundidad es 4,5 ppm.

Los promedios de fósforo disponible de la capa arable, altura y diámetro basal del eucalipto a los 11 meses de edad, presentan coeficientes de correlación (r) de 0,94 y 0,91, que son significativos ($P < 0,05$), lo cual indica que existe un alto grado de asociación entre el fósforo presente en el suelo y el crecimiento del eucalipto.

4.4.4 Bases cambiables

Los análisis estadísticos que se presentan en los cuadros A32, A33 y A34, muestran que no hubo diferencias significativas entre los seis tratamientos para las dos profundidades muestreadas. Los promedios generales en la capa arable (0 - 25 cm), para cada uno de los cationes son: Potasio 0,26; Calcio 0,65 y Magnesio 0,51 meq/100 g de suelo (miliequivalente/100 gramos).

En el subsuelo (25 - 75 cm) los promedios generales son: Potasio 0,15; Calcio 0,34 y Magnesio 0,28 meq/100 g de suelo, lo cual indica que al aumentar la profundidad, la disponibilidad de bases es menor.

4.4.5 Capacidad de intercambio de cationes

Las varianzas de capacidad de intercambio de cationes (Cuadro A35), muestran que no hubo diferencias significativas entre los seis tratamientos estudiados a las profundidades de 0 - 25 y 25 - 75 cm.

El promedio general en la capa arable es de 31,71 meq/100 g y en el subsuelo es de 29,36 meq/100 g.

4.4.6. Saturación de bases

El análisis estadístico de saturación de bases (%) se exhibe en el cuadro A36. No hubo diferencias significativas entre tratamientos para la capa arable; asimismo no se detectó ninguna diferencia en el subsuelo. El promedio general fue 4,48 % y 2,66 % para las profundidades de 0 - 25 y 25 - 75 cm respectivamente. Es notorio que a medida que aumenta la profundidad disminuye el porcentaje de saturación de bases.

4.4.7 Comportamiento del suelo durante el período de estudio

En el cuadro A37 se presenta la prueba t de "student" para comparar las medias de los elementos químicos del suelo analizados al inicio y terminación del experimento. No se encontró diferencias significativas para potasio (K) cambiante, nitrógeno (N) total y pH determinado en H₂O. En cambio si hubo diferencias muy marcadas y altamente significativas en los demás elementos analizados; estos resultados muestran que hubo un consumo de nutrimentos por parte de la especie forestal, del cultivo agrícola y de las malezas, así como también

pérdidas por lixiviación durante el ciclo de estudio.

4.5 Evaluación económica

En el análisis económico se consideró más importante la mano de obra utilizada e insumos empleados; las dos son considerados como costos variables. No se tomó en cuenta los costos fijos, tales como: alquiler de la tierra, intereses del capital y gastos de la administración. El rodal fue observado hasta los 11 meses de edad, motivo por el cual no es posible evaluar los productos maderables que se obtendrán cuando la especie cumpla su turno de rotación.

Los ingresos brutos provienen de la venta del maíz de la segunda cosecha y del forraje en la tercera cosecha. El ingreso familiar depende de la venta de los productos antes citados menos los insumos utilizados.

En el cuadro A38 se presenta el tiempo empleado y su respectivo valor en colones, para cada una de las actividades que fue necesario realizar; asimismo en el cuadro A39 aparece el valor de los insumos y las cantidades por hectárea que se utilizó en los diferentes sistemas. En el cuadro A40 se da a conocer los costos variables e ingresos brutos, cuya diferencia muestra el costo de plantación.

El sistema Taungya con fertilizante tuvo costos de ₡ 5680,40 y ₡ 5217,90/ha, en los espaciamientos de 2,5 x 2,5 y 3 x 3 m respectivamente; con los mismos espaciamientos el Taungya sin fertilizante presentó un costo de ₡ 2095,60 y ₡ 1744,60/ha; el costo para la plantación sola fue ₡ 4730,50 y ₡ 4361,60/ha respectivamente.

En plantaciones realizadas directamente por el campesino, con el sistema Taungya sin fertilizante el ingreso familiar (Cuadro A41) fue de ₡ 2847,90 y ₡ 3136,80/ha; en el Taungya con fertilizante de ₡ 441,70 y ₡ 885,50/ha. En el

otro sistema, Plantación sola, no se genera un ingreso, sino más bien un costo de $\text{Q} 670,90$ y $\text{Q} 475,30$ en los espaciamientos de $2,5 \times 2,5$ y 3×3 m respectivamente.

Se analizó una tercera y cuarta alternativa, que aparece en los cuadros A42 y A43 respectivamente, en los cuales se ve que valorizando los árboles de eucalipto para puntales de banano* (6 cm de diámetro basal y 4,5 m de largo; valor $\text{Q} 2,50$ c/u), es factible obtener un ingreso neto (Ingreso total - Costos variables) a corto plazo. Se estimó por regresión (Fig. 9) que para que los árboles tengan las dimensiones de un puntal útil, se requieren 322 días en el sistema Taungya con fertilizante, 342 días en el Taungya sin fertilizante y 354 días en la Plantación sola.

Con el sistema Taungya sin fertilizante se obtiene un ingreso neto de $\text{Q} 1854,40/\text{ha}$ y $\text{Q} 1520,00$ en las densidades de 1600 árboles/ha (1B) y 1111 árboles/ha (2B); en cambio en los sistemas Taungya con fertilizante y Plantación sola, el ingreso neto fue negativo (ver cuadro A42).

Además se calculó el Ingreso neto familiar (Ingreso total - costos de insumos), en el cual no se valoriza el costo de la mano de obra empleada. Con el sistema Taungya sin fertilizante, bajo la densidad de 1600 árboles/ha (1B), se logró el máximo ingreso neto familiar de $\text{Q} 6767,90/\text{ha}$ (ver cuadro A43).

* Diversificación Agrícola de Turrialba, 1976. Comunicación personal.

5. DISCUSION

5.1 Análisis de crecimiento

El crecimiento del *E. deglupta* en los primeros tres meses fue lento; según Metro (71) esto depende de la capacidad de cada especie para amortiguar satisfactoriamente la perturbación que sufre, por el traslado desde un medio ambiente favorable del vivero a las condiciones adversas del lugar de plantación; Salazar (97) y Johanning (49) manifiestan que en *Eucalyptus deglupta* es una reacción normal a su nuevo habitáculo. Otra de las causas de este bajo crecimiento en esta etapa inicial (Cuadros A6 y A10), posiblemente se deba al hecho que hubo una notoria disminución de las lluvias en febrero, marzo y abril, observándose así durante el mes de marzo un balance hídrico negativo (-120,8 mm).

Desde mayo existió un mayor incremento en las variables altura, diámetros basal y de copa (Cuadro A10), lo cual coincide con un aumento drástico en la precipitación mensual, número de días de lluvia, un leve ascenso en las temperaturas: mínimas, medias y máximas, disminución en la evaporación y radiación a causa de una mayor nubosidad (Cuadro A2). Estos resultados concuerdan con los que obtuvo Loján (60) cuando estudió la periodicidad del clima y del crecimiento de especies forestales en Turrialba, Costa Rica.

5.1.1 Efectos de sistemas en función de la edad

De acuerdo con los datos obtenidos en el presente trabajo, el *Eucalyptus deglupta* no mostró diferencias de crecimiento hasta los cuatro meses de edad, porque la primera siembra de maíz bajo los sistemas Taungya sin y con fertilizante fue destruída por bovinos que penetraron en el área experimental los días 11 y 17 de marzo de 1976.

Una segunda siembra de maíz realizada el 3 de mayo en los respectivos sistemas, influyó para que el eucalipto de seis meses de edad, en los sistemas Taungya sin y con fertilizante presente un crecimiento mayor al obtenido en el sistema de Plantación sola. La distancia de 0,70 a 0,75 m que se fijó entre los árboles y surcos de maíz (Fig. 4), parece ser la adecuada; aparentemente no hubo restricción de luz entre ellos, además el maíz, con un menor sistema radicular, no entró en competencia con los árboles que exploran un mayor volumen de suelo; la humedad no fue un factor limitante en esos meses (33, 59), el cultivo agrícola sombreó el suelo, disminuyendo la competencia con malas hierbas, favoreciendo la aireación del suelo en la época de mayor precipitación (Junio y julio), en la cual se hizo una limpieza al eucalipto sin asoció, mientras que en los sistemas asociados no fue necesario realizarla.

En Turrialba, Costa Rica, Aguirre (4) y Muñoz (75) plantaron laurel solo y asociado con maíz, obteniendo un mayor crecimiento de la especie forestal cuando estuvo asociada. Benavides (8) en Paltas, Ecuador, también encontró resultados similares con laurel y eucaliptos asociados con maní, maíz y frijol. Sin embargo, Gurgel Filho (37) que trabajó en São Paulo con *Eucalyptus alba* interplantado con maíz híbrido, encontró un menor crecimiento del eucalipto especialmente cuando los surcos de maíz estaban a 0,5 m del eucalipto.

En los sistemas Taungya y Plantación sola, el menor crecimiento del *E. deglupta* se observó en el último sistema, ya que a los seis meses de edad alcanzó una altura de 1,46 m con un diámetro basal de 2,04 cm. Similares resultados encontró Johanning (49) trabajando con la misma especie, y Loaiza (59) con *E. saligna* en Turrialba.

El abono químico que se aplicó al eucalipto del sistema Taungya, en cuatro fracciones, a partir de los tres meses de edad, causó un efecto significativo

en altura y diámetro, desde el octavo mes de edad. Esta superioridad se mantuvo sobre los sistemas Taungya sin fertilizante y Plantación sola hasta el final del período de las observaciones.

A los once meses el eucalipto del sistema Plantación sola con 4,31 m de altura, muestra un crecimiento superior al que obtuvo Peck (83) en Nariño, Colombia, con *Gmelina arborea* de un año de edad y *E. deglupta* de tres años de edad; asimismo son mayores a los que encontró Whitmore y Macia (121) en los sitios Yabucoa y Río Abajo en Puerto Rico; comparables a los observados en las Islas Salomón a los 20 meses de edad (32); muy parecidos a los que detectó Salazar (97) y Ventorim (114) en Turrialba, pero inferiores a los que consiguieron Nanne (76) y Lamb (54) a los nueve meses de edad en la zona Atlántica de Costa Rica y en la Provincia de Madang, Papua Nueva Guinea, superioridad de crecimiento que posiblemente se debe a que las referidas localidades poseen un suelo de alta fertilidad, mientras que el del área de estudio es ácido de baja fertilidad, como se aprecia en el cuadro A26.

5.1.2 Influencia del espaciamiento

El *E. deglupta* en los espaciamientos de 2,5 x 2,5 y 3 x 3 m. tuvo crecimientos similares. Es probable que once meses de observaciones sea un período muy corto para detectar un efecto de competencia por espacio. Los antedichos distanciamientos, son de uso común en la zona de Turrialba (35, 48), también fueron usados en parcelas experimentales en Nuevas Hébridias (24). Lamb (55) trabajando con la misma especie en Papua Nueva Guinea, encontró que el mayor volumen de madera se obtenía a los cinco años, cuando el espaciamiento inicial fue de 3 x 3 m. En el Brasil se constató que el eucalipto plantado a 1 x 1 recibió luz, humedad y nutrimentos bajo los límites medios que son exigidos para un desarrollo

normal (112). Veiga (113) recomienda plantarlo a 2 x 2 ó 2 x 3 m a fin de que su sistema radicular tenga un área de expansión entre 4 y 6 m².

5.1.3 Relaciones dasométricas del *E. deglupta*

Si comparamos los coeficientes de correlación (Cuadro A14) encontrados para altura, diámetro basal y de copa y edad en los tres sistemas de reforestación: Plantación sola, Taungya con fertilizante y Taungya sin fertilizante, es relevante observar que estos coeficientes son similares, mostrando que existe en cada sistema un alto grado de asociación entre las variables antes citadas; por tal motivo, se infiere que en los sistemas asociados el cultivo agrícola no perturbó el normal desarrollo de los árboles, lo cual también es confirmado por las estimaciones de crecimiento de una variable, en función de otra, cuyos coeficientes de determinación (R^2) mayores al 98,5 %, indican que las predicciones tienen un alto porcentaje de seguridad, como se ve en las figuras 8, 9, 10, 11, 12.

5.2 Características físicas y químicas del suelo del área de estudio

La resistencia a la penetración de raíces medida en la superficie del suelo y a 25 cm de profundidad fue de 5,24 y 8,86 bares, estos valores indican que el suelo del área experimental no tiene problemas de orden físico para que las plantas desarrollen un sistema radicular normal. Amézquita (6) trabajando en la misma serie de suelos, Colorado, encontró valores de 7 y 8 bares hasta los 50 cm de profundidad, a los que "califica de aceptables".

El análisis químico realizado al inicio del trabajo experimental (Cuadro A26) muestra que el suelo se caracteriza por una deficiencia de los elementos P, Ca, Mg, así como por un desbalance en sus bases de intercambio. Según Bornemisza* y Walker* se trata de un suelo de baja fertilidad.

* Drs. Elemer Bornemisza y James Walker, especialistas en fertilidad de suelos, 1977. Comunicación personal.

Un segundo análisis químico del suelo, realizado al final del período experimental, demostró solamente diferencias significativas en el contenido de fósforo, en los tratamientos fertilizados. La alta correlación entre el fósforo disponible con la altura y diámetro basal del *E. deglupta*, induce a pensar que la adición al suelo de este elemento es muy positiva para lograr un mayor crecimiento del eucalipto. Resultados similares reportan estudios hechos en Brasil por Barros *et al.* (7), Mello *et al.* (68) y Simões *et al.* (103). Igual ocurrió en Turrialba, Raigosa (90) trabajando con Laurel y Johanning (49) con *E. deglupta*.

Al comparar el análisis inicial y final (Cuadro A37) se observa que en el suelo disminuyó el contenido de materia orgánica, fósforo, calcio y magnesio. Malavolta (64) destaca la importancia de fertilizar las plantaciones de eucalipto principalmente cuando su turno de rotación es corto, por cuanto las especies de eucalipto por su rápido crecimiento retiran del suelo P, Ca, Mg en mayor cantidad que el K. Veiga (111) indica que es importante conocer cuánto extrae la planta, la cantidad existente en el suelo y el coeficiente de aprovechamiento, esto facilitaría calcular las dosis ideales de fertilizante.

5.3 Consideraciones económicas

Los costos de plantación del *E. deglupta* en los espaciamientos de 2,5 x 2,5 y 3 x 3 m, bajo el sistema Taungya con fertilizante fueron mayores en 63,1 y 66,6 por ciento, a los que presentó en los mismos espaciamientos el Taungya sin fertilizante. Esta marcada diferencia se debe a que los rendimientos de maíz con fertilizante (Cuadro A 16 y A 17), no compensaron la inversión realizada en abonos químicos y su aplicación. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Muñoz (75) y Espino (30). Sin embargo, quizá en el futuro la

inversión en fertilizantes se justifique al obtener un mayor volumen maderable.

Los ingresos provenientes del maíz en el Taungya sin fertilizante, reducen los costos de plantación en 55,7 y 66 por ciento al compararlo con el sistema de Plantación sola. Otros autores (4, 8, 37, 75, 115) también encontraron un ahorro porcentual alrededor de las cifras antes citadas en esta investigación.

Con el método Taungya en Nigeria se plantó teca, siendo el costo de plantación de \$ 103,00/ha en el año 1966 (53). Con *Pinus caribaea* en Trinidad el costo en el año 1955 fue de \$ 170 a 180/ha (81). En el presente trabajo fue de ₡ 1744,00* - 2095,60 (Cuadro A40) equivalente a \$ 204,20 - \$ 245,40/ha. Probablemente estas diferencias se deben a inflación y condiciones locales, tales como valor de insumos y costo de mano de obra. También debe tomarse en cuenta que esta información es un promedio obtenido en parcelas de 225 m², extrapoladas a hectárea.

En los costos variables registrados durante el experimento, la mano de obra representó del 64,2 al 89 por ciento del valor total. El análisis de los costos de plantación cuando las tareas de reforestación las ejecuta directamente el campesino con su familia, mostró que solamente el sistema de Plantación sola representa un egreso, ya que en los otros métodos de reforestación, aun empleando fertilizantes, siempre existe un ingreso. Cuando se asignó a los árboles de eucalipto el precio que en el mercado de Turrialba se cotiza para puntales de banano, y sin tomar en cuenta el valor de la mano de obra, el sistema Taungya sin fertilizante en el espaciamiento de 2,5 x 2,5 ofreció el máximo ingreso neto (ver Cuadro A43).

* Un dólar U.S. = 8,54 colones (ℳ)

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación, permiten exponer las siguientes conclusiones, para las condiciones de Turrialba:

1. Entre los factores climáticos, la precipitación es determinante en el crecimiento del *Eucalyptus deglupta*.
2. Las variables utilizadas para evaluar el crecimiento del eucalipto: altura, diámetros basal y de copa, son funcionales y prácticas, permitiendo medir el efecto del cultivo agrícola respecto a la especie forestal.
3. El crecimiento del *E. deglupta* no demostró ningún efecto a los espaciamientos de 2,5 x 2,5 y 3 x 3 m. Tampoco el maíz presentó diferencias significativas en rendimiento al comparar las poblaciones de 40.000 y 50.000 pl/ha con y sin fertilizante.
4. El *E. deglupta* en el sistema Taungya con fertilizante, presentó el mejor crecimiento; el maíz no afectó su desarrollo; sin embargo, los altos precios de los fertilizantes hacen antieconómico el sistema.
5. En el sistema Taungya sin fertilizante, el *E. deglupta* mostró un buen crecimiento, el maíz no provocó ninguna influencia negativa.
6. La resistencia del suelo a la penetración de raíces considerada aceptable, no causó ningún efecto diferencial entre sistemas.
7. El contenido de nutrimentos en el suelo al final del experimento, no acusó diferencias significativas en los sistemas Taungya sin fertilizante y Plantación sola, debido probablemente a que el maíz

y las malas hierbas retiraron nutrimentos del suelo en cantidades equivalentes.

8. Es económico plantar *E. deglupta* asociado con maíz, sin necesidad de abonar en condiciones de suelo y clima similares al área de estudio. Tal práctica disminuye los costos de plantación en un 55,7 a 66 por ciento en comparación a la plantación sola.
9. La alta correlación que hubo entre la altura y diámetro del *E. deglupta* con el fósforo disponible en el suelo, amerita realizar nuevos estudios de fertilización empleando P_{20_5} en dosis económicas.

7. RESUMEN

Comportamiento inicial de Eucalyptus deglupta Blume, asociado con maíz (Sistema "Taungya"), en dos espaciamientos con y sin fertilización.

La combinación de cultivos agrícolas anuales y arbóreos permite hacer un uso múltiple del suelo, al producir alimentos en la fase inicial de desarrollo de la especie forestal; esta asociación se conoce con el nombre de sistema "Taungya".

Los objetivos del experimento consistieron en analizar el crecimiento inicial en altura, diámetros basal y de copa de *Eucalyptus deglupta* Blume, plantado en dos espaciamientos, asociado con maíz (sistema "Taungya"), y sin cultivo asociado; determinar la respuesta de los sistemas asociados a la aplicación de fertilizantes; comparar costos de establecimiento entre los sistemas: "Taungya" y plantación sola.

El estudio se llevó a cabo en "Florencia Norte", terrenos del Departamento de Ciencias Forestales del CATIE, Turrialba, Costa Rica. El suelo del campo experimental es de baja fertilidad y corresponde a la serie "Colorado", franco arcillo limoso y se clasifica como "Inceptisol Typic" en transición a "Oxic Dystrandeps".

Se plantó *E. deglupta* en las densidades de 1111 árboles/ha (3 x 3 m) y 1600 árboles/ha (2,5 x 2,5 m). Para los sistemas asociados, se sembró maíz var. "Tuxpeño 1 planta baja", en las densidades de 40.000 pl/ha (1 x 0,50 m) y 50.000 pl/ha (0,8 x 0,5 m).

Para el maíz del sistema Taungya con fertilizante, se aplicaron 300 kg/ha de fertilizante mineral, fórmula 15 - 30 - 8, al momento de la siembra;

treinta días más tarde se incorporó una mezcla de 89,6 kg/ha de nitrato de amonio y 9,8 kg/ha de muriato de potasio. A cada uno de los árboles de eucalipto del mismo sistema se les aplicó otra mezcla de 368 g de fertilizante de fórmula 20 - 10 - 6 - 5 (la última cifra corresponde a partes de Mg), junto con 132 g de superfosfato triple, repartido en cuatro aplicaciones: a los 90 días de plantación, junto con la segunda siembra de maíz, y dos más durante la tercera siembra de maíz.

Los promedios de las mediciones del *E. deglupta* a los 11 meses de edad, bajo los tres sistemas de reforestación, se encuentran en la siguiente tabla:

SISTEMAS	Altura (m)	DIAMETROS		
		basal (cm)	d.a.p. (cm)	copa (m)
Taungya con fertilizante	4,96*	6,14*	4,23*	3,13*
Taungya sin fertilizante	4,42	5,56*	3,72	2,96*
Plantación sola	4,31	5,19	3,38	2,78

* Significativo ($P < 0,05$)

El maíz no afectó en forma significativa el desarrollo del eucalipto en los sistemas asociados ("Taungya"). No hubo diferencias en rendimiento del maíz sembrado en las dos densidades antes citadas. Tampoco el maíz demostró una respuesta significativa a la aplicación de fertilizante.

La resistencia del suelo a la penetración de raíces no acusó diferencias significativas entre sistemas. Se encontró una alta correlación entre el crecimiento en altura y el diámetro basal del *E. deglupta* con el fósforo disponible

en el suelo que fue de $r = 0,94$ y $0,91$ respectivamente.

En condiciones de suelo y clima similares al área de estudio se concluye que es económico plantar *E. deglupta* asociado con maíz. Tal práctica en la zona de Turrialba, disminuye los costos de reforestación en un 55,7 a 66 por ciento en comparación al sistema de plantación sola.

*

7a. SUMMARY

Initial growth of Eucalyptus deglupta Blume, associated with corn ("Taungya" system), at two spacings, with and without fertilization.

The combination of annual crops and trees allows a multiple use of soil, at least during the initial development of trees. The establishment of trees in combination with crops is known as the "Taungya" system.

The objectives of the present experiment consisted in analyzing the initial growth by measuring the height and the basal and crown diameters of *Eucalyptus deglupta* Blume, planted at two spacings and associated with corn ("Taungya" system), and without; determining the response of the tree and corn associations to fertilizer application; and comparing the costs of planting trees using the "Taungya" system and without.

The study was located at "Florencia Norte" on the grounds of the Department of Forest Sciences of CATIE, Turrialba, Costa Rica. The soil of the experimental site was low in fertility and corresponds to the "Colorado", silt clay loam series; it is classified as "Inceptisol Typic" in transition to "Oxic Dystrandeps".

E. deglupta was planted at a density of 1111 trees/ha (3 x 3 m) and 1600 trees/ha (2.5 x 2.5 m). In the associated plots, corn of the variety "Tuxpeño 1 planta baja" was sown with densities of 40.000 plants/ha (1.x 0.50 m) and 50.000 plants/ha (0.8 x 0.5 m).

Fertilizer for the "Taungya" system was used at a level of 300 kg/ha of 15 - 30 - 8 at the time of planting; thirty days later, a mixture of 89.6 kg/ha of ammonium nitrate and 9.8 kg/ha of potassium muriate was added to the corn. Each eucalypt tree in the Taungya system was fertilized with another mixture of

368 grams of 20 - 10 - 6 - 5 (the latter number corresponds to parts of Mg), together with 132 grams of triple superphosphate, divided into four applications: 90 days after planting, the next, jointly with the second corn planting, and two more during the third corn planting.

The measurement averages taken on *E. deglupta* after 11 months, under the three systems of reforestation, are presented in the following table:

SYSTEMS	Height (m)	DIAMETERS		
		basal (cm)	d.b.h. (cm)	crown (m)
Taungya with fertilization	4.96*	6.14*	4.23*	3.13*
Taungya without fertilization	4.42	5.56*	3.72	2.96*
Plantation alone	4.31	5.19	3.38	2.78

* Significant ($P < 0.05$)

There was no significant effect that could be attributed to the presence of corn in the associated "Taungya" system. There were no differences in corn yields between the two spacings used for planting corn. Also there was no significant response due to the application of fertilizers on the corn.

There were no differences concerning soil resistance to root penetration between the three systems. Height and diameter growth of *E. deglupta* was highly correlated ($r = 0.94$ y 0.91) with the amount of available phosphorous in the soil.

For areas where soil and climatic conditions are similar to the study

site, it is concluded that it is economical to plant *E. deglupta* in association with corn. Such practice, in the Turrialba area, reduced the cost of reforestation between 55.7 to 66 percent when compared to the establishment of forest trees alone.

8. LITERATURA CITADA

1. ACOSTA SOLIS, M. La forestación artificial en el Ecuador Central. Quito, Escuela Politécnica Nacional, 1954. 95 p.
2. ADEYOJV, S. K. Donde las reservas forestales mejoran la agricultura. *Unasyiva* 27(110):27-29. 1975.
3. AGUIRRE ASTE, V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Investigación y Enseñanza, IICA, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 138 p.
4. AGUIRRE CORRAL, A. Estudio silvicultural y económico del sistema Taungya en las condiciones de Turrialba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1963. 96 p.
5. ALCANTARA LEON, D. L. Estudio tecnológico de dos especies maderables exóticas, *Eucalyptus deglupta* Blume y *Eucalyptus saligna* Smith, en Costa Rica. Tesis Mag. Sc.. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1975. 98 p.
6. AMEZQUITA COLLAZOS, E. Estudios hidrológicos y edafológicos para conservación de aguas y suelos en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1974. 151 p.
7. BARROS, N. F. DE. *et al.* Contribuição ao relacionamento de características pedológicas e topográficas com altura de *Eucalyptus alba*, na região de Santa Bárbara, Minas Gerais. *Revista Ceres (Brasil)* : 23(126):109-128. 1976.
8. BENAVIDES, L. A. Comportamiento inicial de tres especies forestales bajo el sistema "Taungya" para las condiciones de Paltas. Resumen de Tesis Ing. Agr. FAV (Ecuador) 5(1-2):46-49. 1973.
9. BINNS, W. O. Fertilizers in British forestry; Current practice and future prospects. *In* Congreso Forestal Mundial, 6°, Madrid, 1966. Actas. Madrid, 1968. v. 2, pp. 2450-2454.
10. BOERBOOM, J. H. A. Problemas del balance ecológico en los trópicos. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. Boletín No. 49. 1975. pp. 3-15.
11. BRASIL SOBRINHO, M. O. C. DO. *et al.* Competição entre diferentes tipos de localização no plantio de eucaliptos. *In* Conferencia Mundial del Eucalipto, 2nd, Sao Paulo, 1961. Informe y documentos. Rio de Janeiro, 1961. v. 2, pp. 919-925.

12. BUDOWSKI, G. Sistemas de regeneración de los bosques de bajura en América tropical. *Caribbean Forester* (Puerto Rico) 17(3-4):53-75. 1956.
13. _____. Las zonas de vida en América Central; usos y abusos en el aprovechamiento de los recursos naturales renovables. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1966. 14 p.
14. CARDENAS, J. Principios de competencia de malezas. In: Panamá. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Apuntes sobre el control de malezas y uso de herbicidas. Panamá, 1971. pp. 21-35.
15. CATINOT, R. Les progrès récents dans le domaine de la sylviculture tropicale. In Congreso Forestal Mundial, 6º, Madrid, 1966. Actas. Madrid, 1968. v. 3, pp. 3128-3135.
16. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Resumen de datos meteorológicos, desde la iniciación de las observaciones hasta diciembre de 1975. Turrialba, Costa Rica, 1975. 1 p.
17. CHABLE, A. C. Reforestation in the Republic of Honduras, Central America. *Ceiba* (Honduras) 13(2):1-56. 1967.
18. CHAMPION, H. y BRASNETT, N. V. Elección de especies arbóreas para plantación. FAO. Cuaderno de Fomento Forestal No. 13. 1959. 375 p.
19. COELHO, A. S. R., MELLO, H. A. y SIMÕES, J. W. Comportamento de especies de eucaliptos face ao espaçamento. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (Brasil) 1:29-55. 1970.
20. CONTRIBUIÇÃO ENERGÉTICA das florestas brasileiras. Silvicultura (Brasil) 1(2):20-25. 1976.
21. COOLING, E. N. y JONES, B. E. The importance of boron and NPK fertilizers to *Eucalyptus* in the Southern Province, Zambia. *East African Agricultural and Forestry Journal* 36(2):185-194. 1970.
22. COZZO, D. *Eucalyptus* y eucaliptotecnia. Buenos Aires, El Ateneo, 1965. 393 p.
23. DAVIDSON, J. A tree improvement programme for *Eucalyptus deglupta* in Papua New Guinea; A summary of progress. Papua New Guinea. Forest Research Station. Tropical Forestry Research Note SR. 3. 1973. 5 p.
24. _____. Action group on tropical eucalyptus. International Union of Forestry Research Organisations. Newsletter No. 3. 1975. 8 p.

25. DIAZ ROMEU, R. Determinación de nitrógeno total en suelos; método semi-micro Kjeldahl. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1977. 2 p.
26. _____ y BALERDI, F. Determinación de la capacidad de intercambio de cationes del suelo. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1969. 3 p.
27. DOLL, J. Principios de control de malezas en cultivos de clima cálido. In: Centro Internacional de Agricultura Tropical. Manejo y control de malezas en el trópico. Cali, Colombia, 1976. pp. 1-27.
28. DUBOIS, J. A floresta Amazônica e sua utilização face aos princípios modernos de conservação da natureza. In: Simpósio sobre a Biota Amazônica, Belém, Brasil, 1966. Atas. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Pesquisas, 1967. v. 7, pp. 115-146.
29. EICHLER, A. Conservación. Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes, 1965. pp. 438-439. 514-516.
30. ESPINO CABALLERO, R. F. Productividad de maíz (*Zea mays* L.) y frijol de costa (*Vigna sinensis* Endl.) asociados dentro de una plantación forestal en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1975. 66 p.
31. FINOL, H. Posibilidades de manejo silvicultural para reservas forestales de la región occidental. Revista Forestal Venezolana 12(17): 81-107. 1969.
32. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. *Eucalyptus* for planting. 2 ed. Rome, 1976. 398 p. (draft).
33. FORSYTHE, W. M. Relaciones suelo-agua en suelos derivados de ceniza volcánica de Centroamérica. In Bornemisza, E. y Alvarado, A., eds. Manejo de suelos en la América tropical. Raleigh, North Carolina State University, 1975. pp. 158-171.
34. _____. Física de suelos; manual de laboratorio. San José, Costa Rica, IICA, 1975. 212 p.
35. GRIJPMMA, P. *Eucalyptus deglupta* Bl.: una especie forestal prometedora para los trópicos húmedos de América Latina. Turrialba (Costa Rica) 19(2):267-283. 1969.
36. GUIMARÃES, R. F. O comportamento florestal dos eucaliptus. Silvicultura em São Paulo (Brasil) 3(3):189-220. 1964.
37. GURGEL FILHO, O. A. Milho baixa custo do eucalipto. Coopercotia (Brasil) 22(186):39. 1965.

38. GUTIERREZ PALACIO, A. Texto guía forestal para la enseñanza popular de los principios de conservación forestal. México, D.F., Departamento de Divulgación Forestal y de la Fauna, 1974. 188 p.
39. HAAG, H. P. *et al.* Composição química de *Eucalyptus alba* Reinw., e *Eucalyptus grandis* (Mill.) Maiden, resultados preliminares. In Conferencia Mundial del Eucalipto, 2nd. São Paulo, 1961. Informe y documentos. Rio de Janeiro, 1961. v. 2, pp. 1329-1330.
40. HARDY, F. The soils of the I.A.I.A.S. areas. Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1961. 75 p.
41. _____ y BAZAN, R. Studies in Costa Rican soils. Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1963. v. 1. pp. 2-3.6 (mimeo).
42. HARRIS, W. V. Termites, their recognition and control. 2nd. ed. London, Longmans, 1961. pp. 108-117.
43. HEATHER, W. A. The Kamarere forests of New Britain. Empire Forestry Review 34(3):255-278. 1955.
44. HOLDRIDGE, L. R. Life zone ecology. 2nd. ed. San José, Costa Rica, Tropical Science Center, 1967. 206 p.
45. HOLSTEN, E. Apuntes del curso de entomología forestal. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1976. 97 p.
46. HUNTER, A. H. Soil analytical procedure using the modified NaHCO_3 extracting solution. International soil fertility evaluation improvement program. Raleigh. s. f. 6 p.
47. INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANISATIONS. Investigaciones de la influencia de los rodales de *Eucalyptus* sobre el suelo. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. Boletín No. 24. 1967. pp. 67-73.
48. JADAN PERALTA, S. V. Sistema de clasificación de índice de sitios para *Eucalyptus deglupta* Bl. en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 87 p.
49. JOHANNING MORALES, A. R. Influencia de la fertilización N, P y K sobre el crecimiento inicial de *Anthocephalus cadamba* Mig. y *Eucalyptus deglupta* Bl. Tesis de Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1970. 80 p.
50. KING, K. F. S. Mayor importancia de la silvicultura tropical. Unasyiva 27(110):30-35. 1975.

51. KNIGHT, D. H. Algunas funciones necesarias en la comunidad tropical estable. Turrialba (Costa Rica) 16(4):384-386. 1966.
52. LAHIRI, K. L. Land-use policy vis-à-vis forestry schemes in developing countries in the tropics. An extension of the concept of multiple use in forestry. In Congreso Forestal Mundial, 6°, Madrid, 1966. Actas. Madrid, 1968. v. 3, pp. 3238-3240.
53. LAHB, A. F. Regeneración artificial en el bosque tropical de tierras bajas húmedas. Unasylya 22(4):7-15. 1968.
54. LAMB, D. Changes in nutriment availability following clearing of tropical rainforest. Papua New Guinea. Tropical Forestry Research Note SR. 30. 1976. 6 p.
55. _____. Reforestation following chipwood logging, a review of silvicultural research at the Gogol Valley. Papua New Guinea. Tropical Forestry Research Note SR. 34. 1976. 15 p.
56. LAURIE, M. V. Prácticas de plantación de árboles en la sabana africana. FAO. Cuaderno de Fomento Forestal No. 19. 1975. 203 p.
57. LETOURNEUX, C. Tree planting practices in tropical Asia. FAO. Forestry Development Paper No. 11. 1957. pp. 64-69.
58. LIANI, A. The absorption of phosphate in *Eucalyptus trabutii*. In Congreso Forestal Mundial, 6°, Madrid, 1966. Actas. Madrid, 1968. v. 2, pp. 1655-1658.
59. LOAIZA, V. H. El efecto de uso de herbicidas y fertilizantes en el crecimiento inicial de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Senecclauze) Barret et Golfari y *Eucalyptus saligna* Smith en plantación. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1967. 106 p.
60. LOJAN, L. Periodicidad del clima y del crecimiento de especies forestales en Turrialba, Costa Rica. Turrialba (Costa Rica) 17(1):71-83. 1967.
61. _____. Tendencias del crecimiento radial de 23 especies forestales del trópico. Turrialba (Costa Rica) 18(3):275-281. 1968.
62. LONG, A. B. F. S. Some aspects of shifting, or Taungya cultivation in Burma. Burmese Forester 7(2):115-121. 1957.
63. MACFARLANE, R., JACKSON, F. V. H. y MARTEN, K. D. Die-back of *Eucalyptus* in the Solomon Islands. Commonwealth Forestry Review 55(164):133-139. 1976.

64. MALAVOLTA, E. *et al.* Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Livraria Pioneira, 1974. pp. 455-481.
65. MALEZAS: su rol en la sociedad. In Curso Corto de Posgrado en Control de Malezas IPPC-CIAT, Cali, Colombia, 1975. Trabajos. Cali, Colombia, 1975. pp. 2-8.
66. MARTINEZ ALFARO, M. A. Discusiones del sistema agrícola de la roza-tumba-quema-siembra. In Contribuciones al estudio ecológico de las zonas cálido-húmedas de México. México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín especial No. 7. 1970. pp. 98-100.
67. MAY, L. C. Não plante mandioca em associação com *Pinus elliottii*. Silvicultura em São Paulo (Brasil) 1(1):189-190. 1962.
68. MELLO, H. A. *et al.* Resultados da aplicação de fertilizantes minerais na produção de madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. em solos de cerrado no estado de S. Paulo. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (Brasil) 1:7-26. 1970.
69. _____ *et al.* Influência do espaçamento na produção de madeira de eucalipto em solo de cerrado. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (Brasil) 2-3:3-30. 1971.
70. MENSBRUGE, G. DE LA. Do choix des essences et des méthodes de reboisement industriel en Côte-d'Ivoire. In Congreso Forestal Mundial, 6°, Madrid, 1966. Actas. Madrid, 1968. v. 3, pp. 3207-3212.
71. METRO, A. Silvicultura de los bosques artificiales. Montes 26(152): 153-171. 1970.
72. MONTOYA, L. A. Las malas hierbas y su control. In Hardy, F. ed. Manual de cacao. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1961. pp. 193-205.
73. MORALES, L. A. DE. Observações sôbre a formiga saúva (*Atta* sp.) e seu controle no serviço florestal da Cia. Paulista de Estradas de Ferro. In Conferencia Mundial del Eucalipto, 2nd São Paulo, 1961. Informe y documentos. Rio de Janeiro, 1961. v. 2, pp. 992-998.
74. MOREL, J. Notes sur le territoire de Papouasie et Nouvelle Guinée; sylviculture artificielle. Bois et Forêts des Tropiques 115:25-28. 1967.
75. MUÑOZ ALDEAN, M. Comportamiento inicial del Laurel *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Oken plantado en asocio con maíz (*Zea mays*) bajo dos niveles de fertilización. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1975. 72 p.

76. NANNE, H. J. Experiment 19-16-3- Progress report (*Eucalyptus deglupta* Bl.). Limón, Costa Rica, Standard Fruit Co., 1976. 9 p. (mimeo).
77. OGBE, G. A. E. Regeneration practices in the high forests of Nigeria. In Congreso Forestal Mundial, 6º, Madrid, 1966. Actas. Madrid 1968. v. 3, pp. 3167-3170.
78. OLAWOYE, O. The agri-silviculture system in Nigeria. Commonwealth Forestry Review 54(161-162):229-236. 1975.
79. OLSEN, S. Phosphorus. In Black, C. A. et al. eds. Methods of soil analysis. Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy. 1965. pp. 1035-1049.
80. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. La agricultura migratoria. Unasylva 11(1):9-11. 1957.
81. _____. Plantaciones forestales en América Latina: desarrollo y perspectivas. Bosques (México) 7(2):6-28. 1970.
82. PARRY, M. S. Métodos de plantación de bosques en Africa tropical. FAO. Cuaderno de Fomento Forestal No. 8. 1957. 333 p.
83. PECK, R. B. Posibilidad de establecimiento de bosques artificiales en el litoral pacífico del Departamento de Nariño, Colombia. In Conferencia sobre Manejo y Aprovechamiento de Bosques Tropicales, Turrialba, Costa Rica, 1976. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1976. 20 p.
84. PEECH, M. et al. Methods of soil analysis for soil fertility investigations. U.S. Department of Agriculture. Circular No. 757. 1957. 25 p.
85. PRIMERO ANO é o mais difícil. Coopercotia (Brasil) 22(192):48-49. 1965.
86. PRYOR, L. D. The biology of eucalyptus. Southampton, Camelot Press, 1976. 83 p.
87. PULGAR VIDAL, J. El eucalipto, Colombia, Ministerio de Agricultura. Publicación No. 4. 1955. 188 p.
88. QUIROGA, V. Manual práctico para análisis de experimentos de campo. IICA. Publicaciones misceláneas, No. 142. 1976. 113 p.
89. QURESHI, I. y JADAV, J. Use of fertilizers and manures in forestry. Indian Forester 93(12):777-794. 1973.

90. RAIGOSA, J. Efecto del abonamiento sobre el crecimiento inicial de plantaciones de *Anthocephalus cadamba* Mig. y *Cordia alliodora* (Ruiz y Pav.) Cham. en dos tipos de suelos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1968. 102 p.
91. RIZZINI, C. T. Árvores e madeiras úteis do Brasil; manual de dendrologia brasileira. São Paulo, Edgard Blücher, 1971. pp. 215-245.
92. ROCHE, L. El nuevo aspecto de la enseñanza en el Africa. *Unasyuva* 27(109):29-33. 1975.
93. ROMERO AGUDELO, E. Los termites, problemas de las plantaciones de *Eucalyptus* en zonas tropicales. In: Seminario sobre Preservación de Maderas, I., Medellín, Colombia, 1969. pp. 1-10.
94. ROSAYRO, R. A. Forest questions specific to tropical regions. In Congreso Forestal Mundial, 6º, Madrid, 1966. Actas. Madrid, 1968. v. 3, pp. 3071-3082.
95. ROY, B. K. Experiences of fertilizer treatment in *Eucalyptus* - a discussion. *Indian Forester* 102(3):168-173. 1976.
96. SAIZ DEL RIO, J. F. y BORNENISZA, E. Análisis químicos de suelos, métodos de laboratorio para diagnóstico de fertilidad. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 107 p.
97. SALAZAR, R. Comportamiento individual del *Eucalyptus deglupta* Bl. a seis niveles de NP durante el primer año de crecimiento. Tesis de Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 1970. 82 p.
98. SAMAPUDDHI, K. Poblados forestales en Tailandia. *Unasyuva* 27(107): 20-23. 1975.
99. SANCHEZ, P. A., ed. Soil management under shifting cultivation. In _____ . A review of soils research in tropical Latin America. Raleigh, North Carolina State University, Soil Science Department, 1972. pp. 62-92.
100. SANTANDER FLORES, C. Ensayos silviculturales en un bosque tropical húmedo Iquitos, Perú. Iquitos, Perú, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 1974. 32 p.
101. SCHREUDER, G. F. Mapa planimétrico del Centro de Turrialba. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1964. Esc. 1:5000.
102. SILVA, M. L. DA. Algumas notas sobre a cultura do eucalipto em Angola. Instituto de Investigação Agronómica de Angola. Série técnica No. 24. 1971. 16 p.

103. SIMÕES, J. W. *et al.* Resultados preliminares sobre a fertilização fosfatada no plantio de eucalipto. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, (Brasil) 5:61-70. 1972.
104. _____, BRANDI, R. M. y HALINOVSKI, J. R. Formação de florestas com espécies de rápido crescimento. Brasil. Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal. Série divulgação No. 6. 1976. 74 p.
105. STEEL, R. G. D. y TORRIE, H. J. Principles and procedures of statistics. New York, McGraw-Hill, 1960. 481 p.
106. TAT, T. H. y WADLEY, H. E. A guide to artificial regeneration with particular reference to line-planting in Peninsular Malaysia. Malaysia. Forest Research Institute Kepong. Research Pamphlet No. 68. 1976. 40 p.
107. TAYLOR, G. J. Introdução à silvicultura tropical. Trad. del inglés por Helládio do Amaral Mello. São Paulo, Edgard Blücher, 1969. pp. 120-133.
108. TOSI, J. Mapa ecológico de Costa Rica. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, 1965. Esc. 1:500.000. Color.
109. _____ y VOERTMAN, R. E. Máximo aprovechamiento de los bosques. *Unasylva* 27(110):2-10. 1975.
110. VASQUEZ SOTO, J. Algunas observaciones sobre dasonomía tropical; informe de un viaje de estudios sobre inventarios y administración de bosques tropicales. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín de Divulgación No. 13. 1965. 85 p.
111. VEIGA, A. DE A. Adubar só uma vez não basta. *Coopercotia (Brasil)* 21(163):36-37. 1964.
112. _____. Espaçamento inicial é decisivo. *Coopercotia (Brasil)* 21(161):51-52. 1964.
113. _____. *Eucalipto e Pinus*: melhor um pouco de cada. *Coopercotia (Brasil)* 25(219):42-44. 1968.
114. VENTORIM, N. Considerações sobre a avaliação do sistema de introdução de especies florestais por parcelas individuais em Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sci. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1971. 89 p.
115. VERDUZCO GUTIERREZ, J. Posible solución a la agricultura nómada en bosques tropicales: sistema "Taungya". *Bosques (México)* 1(2): 4-8. 1964.

116. VERDUZCO GUTIERREZ, J. Incremento de las especies valiosas por el sistema "Taungya". *Bosques (Mexico)* 7(1):28-31. 1970.
117. _____. El sistema Taungya. *Bosques (México)* 8(3):34-37. 1971.
118. _____. Protección forestal. México, D. F., Patena, 1976. 369 p.
119. WATTERS, R. F. La agricultura migratoria en América Latina. FAO. Cuaderno de Fomento Forestal No. 17. 1971. 342 p.
120. WEBB, W. L. Land capacity classification and land-use planning in the Chittagong hill tracts of East Pakistan. *In Congreso Forestal Mundial, 6º, Madrid, 1966. Actas. Madrid, 1968. v. 3, pp. 3229-3233.*
121. WITHMORE, J. L. y MACIA, F. S. Eucalyptus provenances tested in Puerto Rico: two years after outplanting. *Forest Science* 21(4): 410-412. 1975.
122. WITHMORE, T. C. Tropical rain forests of the Far East. Oxford, Clarendon Press, 1975. pp. 85-88.

A P E N D I C E

Cuadro A2. Condiciones climáticas del período de investigación: enero a diciembre de 1976.

Mes	Temperatura °C			Radiación cal/cm ²		̄ Diario		Precipitación mm.		Evaporación		Balance	
	̄ Máx.	̄ Mín.	̄ Med.	Total mes	̄ Diario	Humedad Relativa %	Total	Días de 0.1 o más	Max. en 24 h.	Tanque A	Hídrico	Atmosf.	
Ene.	24.7	15.8	20.2	12.560	405.16	90.4	259.0	17	125.6	78.8	180.2		
Feb.	24.9	15.2	20.0	14.214	490.13	86.3	105.5	17	24.9	94.1	11.4		
Mar.	26.3	15.9	21.1	17.388	560.90	85.5	12.6	7	4.5	133.4	-120.8		
Abr.	27.4	17.7	22.6	16.472	549.06	86.8	143.2	11	64.1	131.3	11.9		
May.	27.1	18.8	23.0	15.165	489.19	91.6	350.6	29	53.3	105.5	245.1		
Jun.	27.5	18.5	23.0	14.337	477.90	91.4	420.8	27	60.1	103.0	317.8		
Jul.	26.3	19.1	22.7	12.291	396.48	93.7	576.0	27	85.8	76.7	499.3		
Ago.	26.9	18.1	22.5	14.376	463.74	89.8	205.7	22	43.6	98.3	107.4		
Sep.	27.3	18.8	23.0	13.794	459.80	91.0	415.9	24	110.5	94.9	321.0		
Oct.	27.5	18.5	23.0	15.946	514.38	88.9	152.4	22	25.7	110.2	42.2		
Nov.	26.2	18.2	22.2	12.276	409.20	90.7	370.2	21	58.1	81.9	288.3		
Dic.	26.2	16.5	21.4	14.418	465.09	87.1	281.2	15	106.0	94.8	186.4		
Anual					5681.03		3293.1	239.0		1202.9	2090.2		
̄	26.5	17.6	22.1	173.237	473.42	89.4	274.4	19.9					

Cuadro A3. Principales malas hierbas* encontradas en las parcelas experimentales de *E. deglupta* Bl.

Nombre científico	Nombre vulgar	Familia
<i>Asclepias curassavica</i> L.	valeriana	Asclepidiaceae
<i>Bocconia frutescens</i> L.	guacamayo	Papaveraceae
<i>Blechnum brownii</i> Juss. Form <i>Puberulus</i> Leonard	soria	Acanthaceae
<i>Bidens pilosa</i> L.	amor seco	Compositae
<i>Borreira latifolia</i> (Anbl.)	estrellita	Rubiaceae
<i>Cassia tora</i> L.	?	Caesalpiaceae
<i>Cayaponia</i> sp.	?	Cucurbitaceae
<i>Conyza bonariensis</i> (L)	?	Compositae
<i>Cissampelos pareira</i> L.	?	Menispermaceae
<i>Cissampelos tropaeolifolia</i> DC.	bejuco pelón	Menispermaceae
<i>Cordia bifurcata</i> Roem y Schult.	?	Borraginaceae
<i>Cordia ferruginea</i> (Lam.) Roem y Schult.	varilla negra	Borraginaceae
<i>Cyperus diffusis</i> Vahl.	navajuela	Cyperaceae
<i>Digitaria</i> sp.	pangolilla	Gramineae
<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd.	zinquillo	Caryophyllaceae
<i>Elephantopus hypomalacus</i> Blake	lechugilla	Compositae
<i>Emilia coccinea</i> Sweet	payrilla en mata	Compositae
<i>Gouinia</i> sp.	?	Rhamnaceae
<i>Heterocondylus vitalbae</i> (DC.) R. M. King y H. Robinson Sin: (<i>Eupatorium vitalbae</i>)	padrilla	Compositae

Cont. Cuadro A3.

Nombre científico	Nombre vulgar	Familia
<i>Homolepis aturensis</i> (HBK.) Chase	corredor	Gramineae
<i>Hyptis capitata</i> Jacq.	?	Labiata
<i>Impatiens sultani</i> Hook F.	china	Balsaminaceae
<i>Impatiens wallerana</i> Hook F.	china	Balsaminaceae
<i>Ipomea</i> sp.	churrustati	Convolvulaceae
<i>Iresine celosia</i> L.	?	Amaranthaceae
<i>Lantana camara</i> L.	?	Verbenaceae
<i>Lasiacis procerrima</i> (Hack.)	zacatón	Gramineae
<i>Momordica charantia</i> L.	?	Cucurbitaceae
<i>Oxalis sepium</i> St. Hill.	?	Oxalidaceae
<i>Panicum maximum</i> Jacq.	zacate guinea	Gramineae
<i>Panicum pilosum</i> Swartz.	zacate peludo	Gramineae
<i>Passiflora coriacea</i> Juss.	?	Passifloraceae
<i>Passiflora biflora</i> Lam.	chiverrillo	Passifloraceae
<i>Phaseolus peduncularis</i> H.B.K.	?	Fabaceae
<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth & Bouché	jaboncillo	Phytolaccaceae
<i>Pothomorphe umbellata</i> (L.) Miq.	estrella	Piperaceae
<i>Scleria pterota</i> V. <i>melaleuca</i> (Schlecht. & Cham.) Standl.	calzoncillo	Cyperaceae
<i>Securidaca</i> sp.	?	Polygalaceae
<i>Setaria paniculifera</i> (Stend.) Fourn.	picuya	Gramineae

Cont. Cuadro A3.

Nombre científico	Nombre vulgar	Familia
<i>Solanum nigrescens</i> Mart. y Gal.	?	Solanaceae
<i>Solanum rubidium</i> Standl. & Morton	?	Solanaceae
<i>Solanum rugosum</i> Dunal.	zorrillo	Solanaceae
<i>Solanum schlechtendalianum</i> Walp.	?	Solanaceae
<i>Solanum torvum</i> Sw.	berenjena	Solanaceae
<i>Solanum umbellatum</i> Mill	,	Solanaceae
<i>Stigmaphyllon</i> sp.	?	Malpighiaceae
<i>Urera baccifera</i> (L.) Gand.	ortiga	Urticaceae
<i>Vernonia patens</i> H.B.K.	tuete	Compositae

* Luis J. Poveda A., Asistente Técnico, Herbario Nacional de Costa Rica y Profesor de la Universidad Nacional Autónoma, Heredia, Costa Rica, 1976. Comunicación Personal.

Cuadro A4. Tamaño de muestra por tratamiento para maíz, sembrado en dos densidades de siembra con y sin fertilización.

Tratamientos		Número de plantas/muestra	
		2° Siembra	3° Siembra
1B	40.000 pl/ha sin fertilizante	9.25	8.38
1C	40.000 pl/ha con fertilizante	9.38	7.52
2B	50.000 pl/ha sin fertilizante	9.09	8.36
2C	50.000 pl/ha con fertilizante	7.55	9.67

Cuadro A5. Análisis de varianza de crecimiento en altura, diámetros basal y copa, desde la iniciación del experimento hasta los 11 meses de edad.

Fuentes de Variación	G.L.	CUADRADOS MEDIOS		
		Altura	Basal	Diámetros Copa
Repeticiones	4	2.664**	3.212**	0.768**
Tratamientos	5	1.197**	1.605*	0.330*
Sistemas	2	2.786**	3.794**	0.689**
Espaciamiento	1	0.024 n.s.	0.103 n.s.	0.028 n.s.
Espaciamiento x Sistema	2	0.194 n.s.	0.312 n.s.	0.121 n.s.
Error (e)	20	0.291	0.534	0.112
Epoas (tiempo)	11	69.006**	109.897**	29.740*
Epoas x Tratamiento	55	0.102**	0.128*	0.024*
Espaciamiento x época	11	0.013 n.s.	0.005 n.s.	0.004 n.s.
Sistema x época	22	0.238**	0.305**	0.050**
Sistema x espaciamiento y x época	22	0.011 n.s.	0.011 n.s.	0.007 n.s.
Error experimental	264	0.043	0.069	0.013
Total	359			

** Altamente significativo (P<0.01)

* Significativo (P<0.05)

n.s. No significativo (P>0.05)

Cuadro A6. Promedios de crecimiento acumulado de altura, diámetros basal y de copa en los tres sistemas de reforestación.

Período Medición	Plantación sola (A)		Taungya sin fertilizante (B)		Taungya con fertilizante (C)	
	Altura (m)	Diámetros basal (cm) copa (m)	Altura (m)	Diámetros basal (cm) copa (m)	Altura (m)	Diámetros basal (cm) copa (m)
Enero	0.17	0.22 0.17	0.16	0.21 0.17	0.17	0.22 0.17
Febrero	0.22	0.31 0.19	0.21	0.29 0.19	0.22	0.30 0.19
Marzo	0.32	0.47 0.32	0.31	0.44 0.32	0.32	0.49 0.34
Abril	0.40	0.62 0.44	0.39	0.62 0.45	0.41	0.64 0.47
Mayo	0.61	0.93 0.68	0.60	0.99 0.73	0.64	1.00 0.73
Junio	0.98	1.42 0.93	1.07	1.61 1.04	1.16	1.78 1.07
Julio	1.46	2.04 1.26	1.77	2.24 1.38	1.87	2.45 1.44
Agosto	1.94	2.62 1.56	2.41	2.74 1.65	2.55	3.02 1.76
Septiembre	2.35	3.30 1.89	2.76	3.41 1.98	2.98	3.74 2.05
Octubre	2.86	3.91 2.19	3.11	4.16 2.44	3.39	4.59 2.53
Noviembre	3.44	4.57 2.45	3.66	4.86 2.68	4.04	5.44 2.80
Diciembre	4.31	5.19 2.78	4.42	5.56 2.96	4.96	6.14 3.13

Cuadro A7. Pruebas de Duncan para comparar los promedios mensuales de las variables altura, diámetros basal y de copa en los tres sistemas de reforestación.

Epoca	Sistema	Altura (m)	Diámetro basal (cm)	Diámetro de copa (m)
1 enero	A	0.17	0.22	0.17
	B	0.16	0.21	0.17
	C	0.17	0.22	0.17
5 mayo	C	0.64	1.00	0.73
	B	0.60	0.99	0.73
	A	0.61	0.93	0.68
6 junio	C	1.16	1.78	1.07
	B	1.07	1.61	1.04
	A	0.98	1.42	0.93
7 julio	C	1.87	2.45	1.44
	B	1.77	2.24	1.38
	A	1.46	2.04	1.26
8 agosto	C	2.55	3.02	1.76
	B	2.41	2.74	1.65
	A	1.94	2.62	1.56
9 sept.	C	2.98*	3.74	2.05
	B	2.76*	3.41	1.98
	A	2.35	3.30	1.89

Continúa

Cont. Cuadro A7.

Epoca	Sistema	Altura (m)	Diámetro basal (cm)	Diámetro de copa (m)
10 oct.	C	3.39*	4.59*	2.53
	B	3.11*	4.16*	2.44
	A	2.86	3.91	2.19
11 nov.	C	4.04*	5.44*	2.80*
	B	3.66*	4.86*	2.68*
	A	3.44	4.57	2.45
12 dic.	C	4.96*	6.14*	3.13*
	B	4.42	5.56*	2.96*
	A	4.31	5.15	2.78

Sistemas:

- A = Plantación sola
- B = Taungya sin fertilizante
- C = Taungya con fertilizante
- * = Significativo (P<0.05)

Cuadro A8. Análisis de Varianza del d.a.p. en cm de *E. deglupta*, medido a los 11 meses

F. V.	G.L.	S. C.	C. M	Fo
Repeticiones	4	4.4019	1.1005	5.79**
Tratamientos	5	3.8096	0.7619	4.08*
Sistemas	2	3.6606	1.8303	9.63**
Espaciamientos	1	0.0003	0.0003	0.002 n.s.
Sist. x Espaciamiento	2	0.1487	0.0743	0.391 n.s.
Error experimental	20	3.8019	0.1901	
Total	29			

F. V. = Fuente de variación

S. C. = Suma de cuadrados

G.L. = Grados de libertad

C. M. = Cuadrado medio o varianzas

Cuadro A9. Prueba de Duncan para comparaciones de medias en los sistemas de reforestación.

Sistemas	d. a. p. en cm
C Taungya con fertilizante	4.23
B Taungya sin fertilizante	3.72
A Plantación sola	3.38

4.23 es significativamente diferente de 3.72*

4.23 es significativamente diferente de 3.38

3.72 no es significativamente diferente de 3.38 n.s.

Cuadro A10. Incrementos mensuales corrientes de altura, diámetros basal y de copa, en tres sistemas de reforestación.

Epoca	Plantación sola (A)		Taungya sin fertilizante (B)		Taungya con fertilizante (C)	
	Altura (m)	Diámetros basal (cm) copa (m)	Altura (m)	Diámetros basal (cm) copa (m)	Altura (m)	Diámetros basal (cm) copa (m)
Febrero	0.05	0.09	0.05	0.08	0.05	0.08
Marzo	0.10	0.16	0.10	0.15	0.10	0.19
Abril	0.08	0.15	0.08	0.18	0.09	0.15
Mayo	0.21	0.31	0.21	0.37	0.23	0.36
Junio	0.37	0.49	0.47	0.62	0.52	0.78
Julio	0.48	0.62	0.70	0.63	0.71	0.67
Agosto	0.48	0.58	0.64	0.50	0.68	0.57
Septiembre	0.41	0.68	0.35	0.67	0.43	0.72
Octubre	0.51	0.61	0.35	0.75	0.41	0.85
Noviembre	0.58	0.66	0.55	0.70	0.65	0.85
Diciembre	0.87	0.62	0.76	0.70	0.92	0.70
\bar{x}	0.38	0.45	0.39	0.49	0.44	0.54
S	0.24	0.22	0.24	0.24	0.28	0.28

Cuadro A11. Análisis de varianza de supervivencia de *E. deglupta*, evaluada a los 330 días.

F. V.	G.L.	S. C.	C. M.	Fo
Repeticiones	4	0.001	0.00025	0.714 n.s.
Tratamientos	5	0.001	0.00025	0.571 n.s.
Error experimental	20	0.007	0.00035	
Total	29			

Cuadro A12. Análisis de varianza del porcentaje de árboles con fuste recto de *E. deglupta*.

F. V.	G.L.	S. C.	C. M.	Fo
Repeticiones	4	124.532	31.133	1.33 n.s.
Sistemas	2	221.150	110.575	4.72 *
Espaciamientos	1	25.760	25.760	1.09 n.s.
Sist. x espaciamento	2	2.217	1.108	0.05 n.s.
Error experimental	20	23.423		
Total	29			

Cuadro A13. Prueba de Duncan para comparaciones de medias en los sistemas de reforestación.

Sistemas	% de árboles con fuste recto
C Taungya con fertilizante	97.56
A Plantación sola	94.31
B Taungya sin fertilizante	90.91

97.56 es significativamente diferente de 90.91.
 97.56 no es significativamente diferente de 94.31
 94.31 no es significativamente diferente de 90.91

Cuadro A14. Matrices de correlación para variables dasométricas, en los tres sistemas de reforestación (r).

Plantación sola (A)					
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
X ₁	1.000				
X ₂	0.988**	1.000			
X ₃	0.993**	0.994**	1.000		
X ₄	0.931**	0.960**	0.943**	1.000	
X ₅	0.983**	0.995**	0.991**	0.987**	1.000

Taungya sin fertilizante (B)					
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
X ₁	1.000				
X ₂	0.987**	1.000			
X ₃	0.993**	0.994**	1.000		
X ₄	0.957**	0.976**	0.962**	1.000	
X ₅	0.992**	0.994**	0.992**	0.987**	1.000

Taungya con fertilizante (C)					
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
X ₁	1.000				
X ₂	0.987**	1.000			
X ₃	0.989**	0.995**	1.000		
X ₄	0.958**	0.978**	0.969**	1.000	
X ₅	0.991**	0.994**	0.992**	0.987**	1.000

- X₁ = Altura
- X₂ = Diámetro de copa
- X₃ = Diámetro basal
- X₄ = Edad
- X₅ = Precipitación

Cuadro A15. Matrices de correlación para incrementos mensuales, en los tres sistemas de reforestación (r).

Plantación sola (A)

	X_1	X_2	X_3	X_4
X_1	1.000			
X_2	0.869**	1.000		
X_3	0.824**	0.933**	1.000	
X_4	0.631*	0.781**	0.757**	1.000

Taungya sin fertilizante (B)

	X_1	X_2	X_3	X_4
X_1	1.000			
X_2	0.791**	1.000		
X_3	0.566 n.s.	0.869**	1.000	
X_4	0.742**	0.747**	0.603*	1.000

Taungya con fertilizante (C)

	X_1	X_2	X_3	X_4
X_1	1.000			
X_2	0.786**	1.000		
X_3	0.691*	0.873**	1.000	
X_4	0.738**	0.754**	0.604*	1.000

- X_1 = Incremento en altura
- X_2 = Incremento en diámetro basal
- X_3 = Incremento en diámetro de copa
- X_4 = Precipitación

Cuadro A16. Cuadrados Medios de la producción de grano y forraje en la segunda y tercera siembra respectivamente.

F. V.	G.L.	Producción de grano 2° época C. M.	Producción de forraje 3° época C. M.
Repeticiones	4	98.173 n.s.	3284.068 n.s.
Tratamientos	3	10.440 n.s.	5723.128 n.s.
Error	12	31.790	2204.014
Total	19		

Cuadro A17. Rendimientos promedios de maíz Tuxpeño-1 en kg/parcela;
Ton/ha.

Tratamientos	Grano al 14% C.H.		Forraje al 74% C.H.	
	kg/p	Ton/ha	kg/p	Ton/ha
1B 40.000 pl/ha sin fertilizante	22.618	1.338	105.387	6.236
1C 40.000 pl/ha con fertilizante	24.615	1.445	109.180	6.460
2B 50.000 pl/ha sin fertilizante	21.847	1.293	117.333	6.943
2C 50.000 pl/ha con fertilizante	22.906	1.355	115.152	6.814
Promedio de tratamientos	22.996	1.361	111.763	6.613

Cuadro A18. Cuadrados medios para biomasa aérea total de maíz, número de plantas por tratamiento de la segunda y tercera siembra.

Fuentes de variación	G.L.	CUADRADOS MEDIOS O VARIANZAS		
		Segunda siembra No. de plantas	Segunda siembra Biomasa	Tercera siembra No. de plantas Biomasa
Repeticiones	4	19858.449 n.s.	582.932 n.s.	45292.575 n.s. 215.462 n.s.
Tratamientos	3	13723.333 n.s.	169.344 n.s.	51701.933 n.s. 383.710 n.s.
Error experimental	12	8106.083	362.903	21549.974 150.568
Total	19			

Cuadro A19. Promedios por tratamiento de peso seco total de maíz, en la segunda y tercera siembra

Tratamientos	Segunda siembra		Tercera siembra	
	kg/parcela	Ton/ha	kg/parcela	Ton/ha
1B 40.000 pl/ha sin fertilizante	89.608	5.302	27.157	1.607
1C 40.000 pl/ha con fertilizante	94.403	5.586	28.143	1.665
2B 50.000 pl/ha sin fertilizante	72.478	4.289	29.565	1.749
2C 50.000 pl/ha con fertilizante	98.825	5.848	29.983	1.774
Promedio de Tratamientos	88.828	5.256	28.712	1.699

Cuadro A20. Cuadrados Medios del índice de cosecha de maíz en la segunda siembra.

F. V.	G.L.	S. C.	C. M.
Repeticiones	4	0.0138	0.035 n.s.
Tratamientos	3	0.0126	0.0042 n.s.
Error	12	0.0169	0.0014
Total	19		

Cuadro A21. Cuadrados Medios del número de mazorcas por planta de maíz en la segunda siembra.

F. V.	G.L.	C.M.
Repeticiones	4	0.0066 *
Tratamientos	3	0.0044 n.s.
Error	12	0.0016
Total	19	

Cuadro A22. Cuadrados Medios del porcentaje de plantas de maíz, que llegaron a la cosecha en la segunda y tercera siembra.

F. V.	G.L.	1° Siembra C. M.	2° Siembra C. M.
Repeticiones	4	0.0380 *	0.0844 n.s.
Tratamientos	3	0.0150 n.s.	0.0704 n.s.
Error	12	0.0137	0.0377
Total	19		

Cuadro A23. Cuadrados Medios para altura de planta de maíz en la segunda y tercera siembra.

Fuentes Var.	G.L.	2° Siembra C. M.	3° Siembra C. M.
Repeticiones	4	0.0785 *	0.0588 *
Tratamientos	3	0.0038 n.s.	0.0626 *
Error experimental	12	0.0111	0.0128
Total	19		

Cuadro A24. Prueba de Duncan para comparar altura promedio de maíz.

Maíz	2° Siembra	3° Siembra
2C 50.000 pl/ha con fertilizante	1.58	1.67 a
1C 40.000 pl/ha con fertilizante	1.52	1.65 a
2B 50.000 pl/ha sin fertilizante	1.54	1.47 b
1B 40.000 pl/ha sin fertilizante	1.57	1.46 b

1.67 y 1.65 son significativamente diferentes de 1.47 y 1.46

Cuadro A25. Cuadrados Medios para resistencia a la penetración (corregidos al 50 y 54 % de humedad gravimétrica para 0 y 25 cm de profundidad del suelo respectivamente) y humedad gravimétrica, mensuradas al final del período experimental.

Fuentes de Var.	G. L.	C. M. de Resistencia		C. M. de humedad grav.	
		0,0 cm	25 cm	0,0 cm	25 cm
Repeticiones	4	3.355 *	2.115	132.777 *	27.502 n.s.
Tratamientos	5	0.814	1.023	452.721 *	19.003 n.s.
Error	20	0.337	1.800	43.019	47.245
Total	29				

Cuadro A26. Características químicas de 0-25 cm de profundidad de cinco bloques o repeticiones. Análisis efectuados al inicio del experimento, bajo condiciones de suelo con humedad de campo, expresados en base a suelo seco al horno.

Determinaciones	REPETICIONES					\bar{X}	S^2	$s\bar{x}$	CV%
	1	2	3	4	5				
pH (H2O)	4.4	4.4	4.3	4.3	4.2	4.3	0.0064	0.0358	1.852
pH (KCl)	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	0.0016	0.0179	1.075
Nitrógeno total (%)	0.35	0.35	0.43	0.43	0.47	0.41	0.0025	0.0224	12.195
Materia orgánica (%)	7.06	7.77	9.06	9.41	10.33	8.73	1.7161	0.5858	15.057
P disponible (ppm)	14.9	13.3	14.6	15.2	13.8	14.4	0.6084	0.3488	5.428
K cambiabile (meq/100 g)	0.27	0.22	0.27	0.36	0.36	0.30	0.0036	0.0268	20.00
Ca cambiabile (meq/100 g)	1.63	0.92	1.08	1.17	1.14	1.19	0.0729	0.1207	22.689
Mg cambiabile (meq/100 g)	1.71	1.03	1.04	1.37	1.06	1.24	0.09	0.1342	24.194
C.I.C. (meq/100 g)	25.79	26.23	28.30	27.82	27.84	27.20	1.2321	0.4964	4.081
Saturación bases (%)	14.00	8.68	8.44	10.42	9.19	10.07	5.5696	1.0554	23.436
Saturación K(%)	1.05	0.84	0.95	1.29	1.29	1.08	0.0400	0.0894	18.518

Cuadro A27. Cuadrados Medios de reacción del suelo (pH) determinado en H₂O y KCl medidos a dos profundidades (0 - 25 y 25 - 75) 1/.

F. V.	G. L.	CUADRADOS MEDIOS			
		0 - 25 cm		25 - 75 cm	
		H ₂ O	KCl	H ₂ O	KCl
Repeticiones	4	0.0980 *	0.0391 n.s.	0.0480 n.s.	0.0136 n.s.
Tratamientos	5	0.0430 n.s.	0.0075 n.s.	0.0392 n.s.	0.0155 n.s.
Error	20	0.0269	0.0063	0.0441	0.0088
Total	29				

Cuadro A28. Cuadrados Medios de nitrógeno total en porcentaje determinado a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base de suelo seco al horno 1/.

F. V.	G.L.	0 - 25 cm	25 - 75 cm
		C. M.	C. M.
Repeticiones	4	0.0026 n.s.	0.0005 n.s.
Tratamientos	5	0.0021 n.s.	0.0004 n.s.
Error	20	0.0016	0.0008
Total	29		

1/ = El muestreo se hizo al final del período experimental.

Cuadro A29. Cuadrados Medios de materia orgánica en porcentaje determinada a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base a suelo seco al horno 1/.

F. V.	G. L.	0 - 25 cm C. M.	25 - 75 cm C. M.
Repeticiones	4	1.0970 n.s.	0.8511 n.s.
Tratamientos	5	0.5237 n.s.	0.3079 n.s.
Error	20	0.7583	0.4411
Total	29		

Cuadro A30. Cuadrados Medios de fósforo disponible (ppm) determinado a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base a suelo seco al horno 1/.

F. V.	G. L.	0 - 25 cm C. M.	25 - 75 cm C. M.
Repeticiones	4	4.8833 *	3.7833
Tratamientos	5	37.1799 *	0.6133
Error	20	2.8633	2.7633
Total	29		

Cuadro A31. Prueba de Duncan para comparación de medias entre tratamientos.

Tratamientos	Promedios de fósforo disponible (ppm)	
	0 - 25 cm	25 - 75 cm
2C	11.6	4.2
1C	11.2	5.0
1A	6.6	4.8
2B	6.2	4.4
1B	6.0	4.2
2A	5.8	4.2
	\bar{x}	
	7.9	4.5

11.6 es significativamente diferente de 6.6

11.2 es significativamente diferente de 6.6

11.6 no es significativamente diferente de 11.2

6.6 no es significativamente diferente de 5.8

Cuadro A32. Cuadrados Medios de potasio cambiabile (meq/100 g de suelo) determinado a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base a suelo seco al horno 1/.

F. V.	G. L.	0 - 25 cm C. M.	25 - 75 cm C. M.
Repeticiones	4	0.0092 n.s.	0.0013 n.s.
Tratamientos	5	0.0030 n.s.	0.0002 n.s.
Error	20	0.0045	0.0016
Total	29		

Cuadro A33. Cuadrados Medios de calcio cambiabile (meq/100 g de suelo) determinado a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base a suelo seco al horno 17.

F. V.	G. L.	0 - 25 cm C. M.	25 - 75 cm C. M.
Repeticiones	4	0.3490 n.s.	0.1128 n.s.
Tratamientos	5	0.0942 n.s.	0.1079 n.s.
Error	20	0.1702	0.0887
Total	29		

Cuadro A34. Cuadrados Medios de magnesio cambiabile (meq/100 g de suelo) determinado a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base a suelo seco al horno 1/.

F. V.	G. L.	0 - 25 cm C. M.	25 - 75 cm C. M.
Repeticiones	4	0.2370 n.s.	0.0791 *
Tratamientos	5	0.0623 n.s.	0.0532 n.s.
Error	20	0.1055	0.0263
Total	29		

Cuadro A35. Varianzas de capacidad de intercambio de cationes determinados a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base de suelo seco al horno 1/

F. V.	G. L.	0 - 25 cm C. M.	25 - 75 cm C. M.
Repeticiones	4	4.3538 n.s.	3.4528 n.s.
Tratamientos	5	2.4718 n.s.	5.6715 n.s.
Error	20	2.7036	4.7440
Total	29		

Cuadro A36. Varianzas de saturación de bases (%) determinadas a dos profundidades, bajo condiciones de humedad de campo, expresados en base de suelo seco al horno 1/

F. V.	G. L.	0 - 25 cm C. M.	25 - 75 cm C. M.
Repeticiones	4	11.3419 n.s.	3.7171 n.s.
Tratamientos	5	2.2739 n.s.	3.1735 n.s.
Error	20	4.5479	2.1389
Total	29		

Cuadro A37. Prueba t de "Student" para comparar los promedios generales de los elementos químicos del suelo, analizados al inicio y terminación del período experimental. 1/

pH en H ₂ O 1:1	Nitrógeno total (%)	Materia orgánica (%)	Fósforo disponible (p.p.m.)	Bases cambiables		C.I.C. meq/100 g	Satura- ción de bases (%)	
				Potasio miliequivalente/100 g	Calcio Magnesio			
X1	0.41	8.73 **	14.4 *	0.30	1.19 **	1.24 **	27.20	10.07**
X2	0.42	7.35		0.26	0.65	0.51	31.70**	4.48
C1			11.2					
C2			11.6					

X1 = Media de cada elemento químico del suelo al inicio del experimento

X2 = Media de cada elemento químico al final del período de estudio

** = Altamente significativo (P<0.01)

* = Significativo (P<0.05)

C1 y C2 = Promedios de tratamientos que recibieron fertilización a base de P

1/ = Determinaciones en la capa arable (0-25 cm de profundidad).

Cuadro A38. Tiempo promedio empleado en plantación de *Eucalyptus deglupta* Bl., solo y asociado (Taungya) con maíz, calculado en colones.

Meses de 1976	Sistemas Tratamientos Actividades	TAUNGYA						PLANTACION SOLA					
		Con fertilizante 1C			Sin fertilizante 1B			Sin fertilizante 2B			2A		
		P	ha	ha	P	ha	ha	P	ha	P	ha	P	ha
2-I	Tumba de árboles	1.31	58.22	1.31	58.22	1.31	58.22	1.31	58.22	1.31	58.22	1.31	58.22
6-I	Desmonte (chapia)	6.59	292.86	6.59	292.86	6.59	292.86	6.59	292.86	6.59	292.86	6.59	292.86
13-I	Desalajo de desechos	3.40	151.10	3.40	151.10	3.40	151.10	3.40	151.10	3.40	151.10	3.40	151.10
17-I	Señalamiento de hoyos	1.00	44.44	0.80	35.55	1.00	44.44	0.80	35.55	1.00	44.44	0.80	35.55
20-I	Apertura de hoyos	2.2	97.77	1.53	67.99	2.2	97.77	1.53	67.99	2.2	97.77	1.53	67.99
21-I	Distribución de planta	0.2	8.89	0.15	6.67	0.2	8.89	0.15	6.67	0.2	8.89	0.15	6.67
21-I	Plantación	2.9	128.88	2.52	112.00	2.9	128.88	2.52	112.00	2.9	128.88	2.52	112.00
22-IV	1° limpieza	1.78	79.10	1.51	67.10	1.78	79.10	1.51	67.10	1.78	79.10	1.51	67.10
23-IV	1° fertilización forestal	0.86	38.22	0.60	26.66	0.86	38.22	0.60	26.66	0.86	38.22	0.60	26.66
3-V	2° siembra de maíz	1.55	68.88	1.61	71.55	1.55	68.88	1.61	71.55	1.55	68.88	1.61	71.55
3-V	1° fertilización de maíz	1.68	74.56	2.16	95.99	1.68	74.56	2.16	95.99	1.68	74.56	2.16	95.99
15-V	Control fitosanitario maíz	0.23	10.22	0.28	12.44	0.23	10.22	0.28	12.44	0.23	10.22	0.28	12.44
28-V	2° limpieza	2.98	132.43	3.00	133.42	2.98	132.43	3.00	133.42	2.98	132.43	3.00	133.42
5-VI	2° fertilización de maíz	1.32	58.66	1.38	61.33	1.32	58.66	1.38	61.33	1.32	58.66	1.38	61.33
5-VI	2° fertilización forestal	0.67	29.77	0.48	21.33	0.67	29.77	0.48	21.33	0.67	29.77	0.48	21.33
6-VII	3° limpieza	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
26-VIII	4° limpieza	3.5	155.54	3.60	159.98	3.5	155.54	3.6	159.98	3.5	155.54	3.6	159.98
28-VIII	Doblado de maíz	0.51	22.66	0.56	24.89	0.51	22.66	0.56	24.89	0.51	22.66	0.56	24.89
28-VIII	3° fertilización forestal	0.54	24.00	0.37	16.44	0.54	24.00	0.37	16.44	0.54	24.00	0.37	16.44
2-IX	2° cosecha de maíz	1.58	70.22	1.92	85.32	1.58	70.22	1.92	85.32	1.58	70.22	1.92	85.32
2-IX	Transporte manual de maíz	0.36	16.00	0.35	15.55	0.36	16.00	0.35	15.55	0.36	16.00	0.35	15.55
3-IX	3° siembra maíz	2.73	121.32	2.82	125.32	2.73	121.32	2.82	125.32	2.73	121.32	2.82	125.32
3-IX	1° fertilización de maíz	1.31	58.22	1.34	59.55	1.31	58.22	1.34	59.55	1.31	58.22	1.34	59.55

Cont. Cuadro A38.

Meses de 1976	Sistemas Tratamientos Actividades	TAUNGYA						PLANTACION SOLA					
		Con fertilizante 1C			Sin fertilizante 1B			Sin fertilizante 2B			2A		
		P	ha	P	ha	P	ha	P	ha	P	ha	P	ha
17-1X	5° limpieza	1.85	82.21	2.10	93.32	1.85	82.21	2.10	93.32	1.85	82.21	2.10	93.32
27-1X	4° fertilización forestal	0.44	19.75	0.42	18.66	--	---	--	---	--	---	--	---
2-X	2° fertilización de maíz	2.02	89.77	2.42	107.54	--	---	--	---	--	---	--	---
7-X	Control fitosanitario maíz	0.19	8.44	0.21	9.33	0.19	8.44	0.21	9.33	--	---	--	---
8-XI	6° limpieza	--	---	--	---	--	---	--	---	0.32	14.22	0.25	11.11
3-XII	Corte de forraje	0.22	9.78	0.27	12.00	0.22	9.78	0.27	12.00	--	---	--	---
4-XII	Transporte manual	0.20	8.89	0.28	12.44	0.20	8.89	0.28	12.44	--	---	--	---
	*Control de hormiga	1.80	79.99	1.80	79.99	1.80	79.99	1.80	79.99	1.80	79.99	1.80	79.99
	Total de mano de obra en horas-hombre	45.92	2040.68	45.78	2034.46	37.08	1647.84	36.61	1626.95	30.4	1353.2	29.15	1295.43
	**Mano de obra en colonos costarricenses	137.8	6122.10	137.3	6103.4	111.2	4943.5	109.8	4880.8	91.35	4059.59	87.45	3886.28

* Durante todo el período experimental se hizo control de hormiga.

** Mano de obra a Ø3,00 cada hora-hombre (Un dólar americano = 8,54 colones)

P = Horas-hombre por parcela (225 m²) ha = Horas-hombre por hectárea

Cuadro A39. Cantidad de insumos utilizados/ha y su respectivo valor comercial en colones, para los seis tratamientos.

Insumos	Valor en Colones*	Cantidad de Insumo/ha	SISTEMA TAUNGYA						PLANTACION SOLA	
			Con fertilizante							
			1	2	1C	2C	1B	2B		1A
Plantación Forestal	0.40/árbol	1600	1111	640.00	444.40	640.00	444.40	640.00	444.40	
Plantas en maceta										
Fertilizantes:										
20-10-6-5	1.45/kg	588.80 kg	408.85 kg	853.76	592.83	---	---	---	---	---
Superfosfato triple	1.06/kg	211.20 kg	146.65 kg	223.87	155.45	---	---	---	---	---
Mirmecocidas:										
Rainbow	8.40/kg	1.80 kg	1.80 kg	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12	15.12
Mirex	11.00/kg	0.50 kg	0.50 kg	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50	5.50
Aldrín 25%	13.00/kg	0.50 kg	0.50 kg	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50	6.50
Transporte de planta	0.85/km	4.40 km	4.40 km	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74	3.74
Subtotal				1748.49	1223.54	670.86	475.26	670.86	475.26	670.86
1° Siembra de maíz										
Fertilizante:										
15-30-8	1.56/kg	300.00 kg	300.00 kg	495.00	495.00	---	---	---	---	---
2° Siembra de maíz										
Semilla	2.00/kg	17.40 kg	19.60 kg	34.80	39.20	34.80	39.20	---	---	---
Fertilizantes:										
15-30-8	1.65/kg	300.00 kg	300.00 kg	495.00	495.00	---	---	---	---	---
(NH ₄) ₂ NO ₃	1.03/kg	30.00 kg	30.00 kg	30.90	30.90	---	---	---	---	---
KCl	1.62/kg	6.00 kg	6.00 kg	9.72	9.72	---	---	---	---	---

Continúa

Cont. Cuadro A39.

Insumos	Valor en Colones*	Cantidad de insumo/ha		SISTEMA TAUNGYA				PLANTACION SOLA	
		1	2	Con fertilizante		Sin fertilizante		1A	2A
				1C	2C	1B	2B		
Pesticidas:									
Orthocide	22.50/kg	0.11 kg	0.14 kg	2.48	3.15	2.48	3.15	---	---
Aldrin 2.5%	13.00/kg	0.11 kg	0.14 kg	1.43	1.82	1.43	1.82	---	---
Toxa - D4 - 2CE	14.77/l	1.11 l	1.20 l	16.25	17.72	16.25	17.72	---	---
Subtotal				590.58	597.49	54.96	61.89		
3° Siembra de maíz									
Semilla	2.0/kg	17.40 kg	19.6 kg	34.80	39.20	34.80	39.20	---	---
Fertilizantes:									
15-30-8	1.65/kg	300.00 kg	300.00 kg	495.00	495.00	---	---	---	---
(NH4)2 NO3	1.03/kg	30.00 kg	30.00 kg	30.90	30.90	---	---	---	---
KCl	1.62/kg	6.00 kg	6.00 kg	9.73	9.73	---	---	---	---
Pesticidas:									
Orthocide	22.50/kg	0.11 kg	0.14 kg	2.48	3.15	2.48	3.15	---	---
Aldrin 25%	13.00/kg	0.11 kg	0.14 kg	1.43	1.82	1.43	1.82	---	---
Toxa - D4 - 2CE	14.77/l	0.48 l	0.60 l	7.10	8.90	7.10	8.90	---	---
Subtotal				581.43	588.67	45.81	53.07		
Total				3415.50	2904.70	771.63	590.22	670.86	475.26

Cuadro A40. Costos por hectárea de plantación y mantenimiento de *E. deglupta* B1. solo y asociado (Taungya) con maíz, incluido valor de la mano de obra.

CONCEPTO	SISTEMA TAUNGYA						PLANTACION SOLA					
	Con fertilizante			Sin fertilizante			Con fertilizante			Sin fertilizante		
	1C	2C	1B	2B	1A	2A	1C	2C	1B	2B	1A	2A
ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	
Costos variables												
Mano de obra	6122.1	64.2	6103.4	67.8	4943.5	86.5	4880.8	89.2	4059.6	86.0	3886.3	89.0
Insumos	3415.5	35.8	2904.7	32.2	771.60	13.5	590.20	10.8	670.90	14.0	475.30	11.0
Total	9537.6		9008.1		5715.1		5471.0		4730.5		4361.6	
Ingresos brutos												
* Maíz en grano	2242.2		2086.7		2060.5		1991.2		---		---	
** Forraje	1615.0		1703.5		1559.0		1735.8		---		---	
Total	3857.2		3790.2		3619.5		3727.0					
Costo de plantación y mantenimiento	5680.4		5217.9		2095.6		1744.0		4730.5		4361.6	

* Valor de cada kilogramo de maíz en grano al 14% de C.H. = \emptyset 1,54

** Valor de cada kilogramo de forraje al 74% de C.H. = \emptyset 0.25

Cuadro A41. Ingreso familiar con *E. deglupta*, solo y asociado (Taungya) con maíz, bajo dos distancias de plantación.

Concepto	SISTEMA TAUNGYA				PLANTACION SOLA	
	Con fertilización		Sin fertilización		1A	2A
	1C	2C	1B	2B		
	ha	ha	ha	ha	ha	ha
Costo de insumos	3415.5	2904.7	771.6	590.2	670.9	475.3
Ingresos brutos	3857.2	3790.2	3619.5	3727.0	0000.0	0000.0
Ingreso familiar*	441.7	885.5	2847.9	3136.8	-670.9	-475.3

* No se toma el valor de la mano de obra por cuanto trabaja la familia directamente.

Cuadro A42. Ingreso neto de *E. deglupta*, solo y asociado (Taungya) con maíz, bajo dos distancias de plantación.

Concepto	SISTEMA TAUNGYA				PLANTACION SOLA	
	Con fertilizante		Sin fertilizante		1A	2A
	1C	2C	1B	2B		
	ha	ha	ha	ha	ha	ha
Costos						
Mano de obra	6122.1	6103.4	4943.50	4880.8	4059.6	3886.3
Insumos	3415.5	2904.7	771.60	590.2	670.9	475.3
Costos totales	9537.6	9008.1	5715.10	5471.0	4730.5	4361.6
Ingresos brutos						
* Maíz en grano	2242.2	2086.7	2060.5	1991.2	-----	-----
** Forraje	1615.0	1703.5	1559.0	1735.8	-----	-----
*** Puntales	3920.0	3264.0	3920.0	3264.0	3920.0	3264.0
Total de I. brutos	7777.2	7054.2	7539.5	6991.0	3920.0	3264.0
Ingreso neto =	-1760.4	-1953.9	1854.4	1520.0	- 810.5	-1097.6

*** Puntales a \varnothing 2,50 (existiendo un 98% de la población original).

Cuadro A.43. Ingreso neto familiar con *E. deglupta*, solo y asociado con maíz (Taungya), bajo dos distancias de plantación.

Concepto	SISTEMA TAUNGYA				PLANTACION SOLA	
	Con fertilizante		Sin fertilizante		1A	2A
	1C	2C	1B	2B		
	ha	ha	ha	ha	ha	ha
Costo de insumos	3415.5	2904.7	771.60	590.2	670.9	475.3
Ingreso total	7777.2	7054.2	7539.5	6991.0	3920.0	3264.0
Ingreso neto *	4361.7	4149.5	6767.9	6400.8	3249.1	2788.7

* No se toma en cuenta el valor de mano de obra.