

EL EFECTO DEL USO DE HERBICIDAS Y FERTILIZANTES EN EL CRECIMIENTO
INICIAL DE Pinus caribaea Morelet var. hondurensis (Sénéclauze)
Barrett et Golfari Y Eucalyptus saligna Smith EN PLANTACION

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados
como requisito parcial para optar al grado

de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

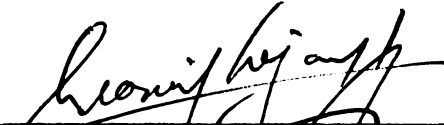
APROBADA:


Herster Barrés, Ph.D.

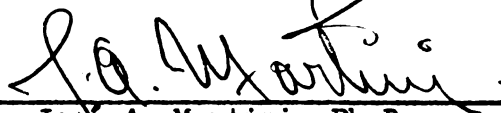
Consejero


John Phillips, M.F.

Comité


Leoncio Loján, M.A.

Comité


José A. Martini, Ph.D.

Comité

Julio, 1967

A la memoria de mi madre

A mi padre y hermanos

A Elba

A Sophia Catalina

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar sus sinceros agradecimientos:

Al Dr. Herster Barres, Consejero Principal, por su constante orientación en el planeamiento y ejecución del presenta trabajo.

A los miembros de su Comité Consejero, Ingenieros John Phillips y Leoncio Loján y al Dr. José A. Martini, por la revisión del manuscrito y sus valiosas sugerencias y críticas.

A la Dirección Regional para la Zona Andina por haber auspiciado sus estudios en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

Al personal técnico y auxiliar del Departamento de Dasonomía Tropical, por sus enseñanzas y su ayuda.

A la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Loja, Ecuador, por el permiso de estudio.

A los compañeros de estudio por su valiosa amistad y cooperación.

BIOGRAFIA

Víctor Hugo Loaiza González nació en la ciudad de Loja, Ecuador, el 15 de febrero de 1935.

Sus estudios primarios los hizo en su ciudad natal. Los secundarios en el Colegio Nacional Bernardo Valdivieso.

Sus estudios universitarios los realizó en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Nacional de Loja, graduándose de Ingeniero Agrónomo en 1962. En esta Facultad el autor trabaja, como Profesor, desde 1962 hasta la fecha.

Realizó sus estudios de posgrado en el Departamento de Dasonomía Tropical del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica, mediante una beca de la Dirección Regional para la Zona Andina, desde septiembre de 1965 a julio de 1967.

El autor también trabajó en 1964 en el Ministerio de Agricultura del Ecuador.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
LISTA DE CUADROS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
A. Costos de preparación del terreno y limpiezas en plantaciones forestales	3
B. Trabajos sobre métodos de limpieza con herbicidas en plantaciones forestales	6
1. Características de los herbicidas usados en el experimento	8
a. Aminotriazole	8
b. Gramoxone	9
C. Fertilización forestal	11
1. Fertilización en <u>Pinus caribaea</u>	12
2. Fertilización en <u>Eucalyptus saligna</u>	13
D. Generalidades y descripción de las especies del experimento	18
1. <u>Pinus caribaea</u> Morelet var. <u>hondurensis</u> (Sé- néclauze) Barrett et Golfari	18
2. <u>Eucalyptus saligna</u> Smith	23
MATERIALES Y METODOS	27
A. Localización de los sitios del experimento	27
1. Sitio Florencia Sur	27
2. Sitio Florencia Norte	30
3. Sitio Bajo Chino	31
4. Sitio Bajo San Lucas	32
5. Sitio Reventazón	32
6. Sitio cerca de la Cantera	33
B. Establecimiento del experimento	34
1. Plantas para el ensayo	34
2. Preparación inicial del terreno	35
3. Plantación	35

	<u>Página</u>
C. Diseño experimental y tratamientos	36
1. Limpiezas	38
a. Limpiezas a machete	38
b. Limpiezas con herbicidas	38
1) Aminotriazole	38
2) Gramoxone	38
2. Fertilización	39
3. Otros cuidados culturales	40
D. Toma de datos	40
1. Altura	40
2. Diámetro	40
3. Número de ramas y/o brotes	41
4. Coloración del follaje	41
5. Datos adicionales	41
6. Lluvia en cada sitio	41
7. Humedad del suelo	41
RESULTADOS	42
A. Tamaño inicial de las plantas del experimento ...	42
B. Crecimiento en altura	42
1. Crecimiento en altura de acuerdo a los tra- tamientos de limpieza	44
2. Crecimiento en altura en respuesta a la fer- tilización	44
a. Fertilizante	44
b. Interacción Limpieza por Fertilizante ...	45
3. Crecimiento en altura de las especies de acuerdo a los tratamientos de limpieza y fertilización	45
a. Especie	45
b. Limpieza x especie	45
c. Fertilizante x Especie	47
d. Limpieza x Fertilizante x Especie	48
C. Crecimiento en diámetro	52
D. Número de ramas y/o brotes	56
E. Coloración del follaje	61
F. Altura y diámetro de la copa	62
G. Cantidad de lluvia en cada sitio del experimento	63
H. Humedad del suelo	66
I. Efectividad, gasto y frecuencia de aplicación de los herbicidas	68

J. Tiempo requerido y tiempo gastado por los eucaliptos para salir de la competencia de la mala hierba	68
K. Inversión y retribución de los fertilizantes en los diferentes sitios del experimento	70
DISCUSION Y CONCLUSIONES	73
RESUMEN	79
SUMMARY	83
LITERATURA CITADA	87
APENDICE	94

LISTA DE CUADROS

<u>Cuadro no.</u>		<u>Página</u>
1	Costos de preparación del terreno y limpiezas en plantaciones forestales, en la zona templada y en la zona árida	4
2	Costos de preparación del terreno y limpiezas en plantaciones forestales en la zona tropical ..	5
3.	Análisis químico de los suelos de la serie La Margot Franco Arcillo Arenoso	29
4.	Análisis químico de los suelos de la serie Colorado Arcillo Arenoso	31
5.	Análisis químico de los suelos de la serie Reventazón Arenoso	33
6.	Promedios y Coeficientes de Variación de la altura y del diámetro de las plantas de <u>P. caribaea</u> y <u>E. saligna</u> al tiempo de la plantación	42
7.	Análisis de variancia del crecimiento promedio acumulado de la altura del <u>P. caribaea</u> y del <u>E. saligna</u> , desde el tercero hasta el sexto mes después de la plantación	43
8.	Prueba de la Diferencia Límite de Significación, al nivel del 5%, para los totales de los tratamientos de limpieza (altura)	44
9.	Prueba de la Diferencia Límite de Significación, al nivel del 1%, para los totales de la interacción fertilizante por especie (altura)	47
10.	Análisis de variancia del crecimiento promedio acumulado del diámetro del <u>P. caribaea</u> y del <u>E. saligna</u> , el cuarto y el sexto mes	52
11.	Prueba de la Diferencia Límite de Significación, al nivel del 1%, para los totales del los tratamientos de limpieza (diámetro)	53

<u>Cuadro no.</u>	<u>Página</u>
12. Prueba de la Diferencia Límite de Significación, al nivel del 1%, para los totales de la interacción fertilizante x especie (diámetro)	54
13. Coloración del follaje del <u>P. caribaea</u> y del <u>E. saligna</u> en los diferentes tratamientos de limpieza y fertilización, según las Cartas de Munsell (58) (Sitios de buena fertilidad)	61
14. Coloración del follaje del <u>P. caribaea</u> y del <u>E. saligna</u> , fertilizado y no fertilizado, según las Cartas de Munsell (58) (Sitio de baja fertilidad)	62
15. Análisis de variancia del porcentaje de humedad de las parcelas de limpieza en los cinco sitios del experimento, para cada mes	66

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura no.</u>		<u>Página</u>
1	Mapa de ubicación de los sitios del experimento ...	28
2	Esquema de una repetición de los tratamientos del experimento	37
3	Crecimiento promedio acumulado de la altura de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> y <u>Eucalyptus saligna</u> de acuerdo a los tratamientos de limpieza, de diciembre a mayo	46
4	Crecimiento promedio acumulado de la altura de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> y <u>Eucalyptus saligna</u> en respuesta a la fertilización	49
5	Crecimiento promedio acumulado de la altura del <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> y del <u>Eucalyptus saligna</u> en la interacción limpieza x fertilizante x especie	50
6	Diferencias y porcentaje de ganancia en altura del <u>Eucalyptus saligna</u> de acuerdo a los tratamientos de limpieza y fertilización, con respecto al tratamiento "machete no fertilizado", a los seis meses	51
7	Crecimiento promedio acumulado del diámetro del <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> y del <u>Eucalyptus saligna</u> en la interacción limpieza x fertilizante x especie	55
8	Diferencias y porcentaje de ganancia en diámetro del <u>Eucalyptus saligna</u> de acuerdo a los tratamientos de limpieza y fertilización, con respecto al tratamiento "machete no fertilizado", a los seis meses	57
9	Diferencias y porcentaje de ganancia en altura del <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> de acuerdo a los tratamientos de limpieza y fertilización, con respecto al tratamiento "machete no fertilizado", a los seis meses	58
10	Diferencias y porcentaje de ganancia en diámetro del <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> de acuerdo a los tratamientos de limpieza y fertilización, con respecto al tratamiento "machete no fertilizado", a los seis meses	58

<u>Figura no.</u>		<u>Página</u>
11	Número promedio de ramas y/o brotes del <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> y del <u>Eucalyptus saligna</u> de acuerdo a los tratamientos de limpieza y fertilización	59
12	Correlaciones entre el número de ramas, el diámetro y la altura del <u>Eucalyptus saligna</u> , según los tratamientos de limpieza y fertilización, a los seis meses	60
13	Diámetro de copa y porcentaje de cubierta del dosel en <u>Eucalyptus saligna</u> , según los tratamientos de limpieza y fertilización, a los seis meses	64
14	Cantidad de lluvia caída en cada sitio del experimento, comparada con la lluvia registrada en la Estación Meteorológica del IICA	65
15	Porcentaje de humedad del suelo en los tratamientos de limpieza de cada sitio del experimento	67
16	Gasto y frecuencia de aplicación de los herbicidas usados en el experimento (datos expresados por hectárea)	69
17	Comparación entre el tiempo requerido y el tiempo ganado por las plantas de <u>Eucalyptus saligna</u> para alcanzar dos metros de altura, según los tratamientos de limpieza y fertilización con respecto al "machete"	69
18	Retribución, en crecimiento en altura, del <u>Eucalyptus saligna</u> a la fertilización y a la fertilidad nativa de los sitios del experimento comparados con un sitio de baja fertilidad (La Cantera)...	71
19	Retribución, en crecimientos en altura, del <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> a la fertilización y a la fertilidad nativa de los sitios del experimento comparados con un sitio de baja fertilidad (La Cantera)	72
20	Altura (A) y diámetro (B) del <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> al iniciar el experimento. Las mediciones se hicieron sobre la base de madera colocada para el efecto al pie de cada planta	95

<u>Figura no.</u>		<u>Página</u>
21	Altura (A) y diámetro (B) del <u>Eucalyptus saligna</u> al iniciar el experimento. Las mediciones se hicieron sobre la base de madera colocada para el efecto al pie de cada planta	96
22	Tratamientos de limpieza del terreno con los herbicidas Aminotriazole (A) y Gramoxone (B) y las "chapias" a machete (C) en <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> y <u>Eucalyptus saligna</u> , a los seis meses	97
23	Comparación entre los tratamientos de fertilización, fertilizado (A) y no fertilizado (B), en las limpiezas con Aminotriazole, en <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> y <u>Eucalyptus saligna</u> a los seis meses de plantados	98
24	Comparación entre los tratamientos de fertilización, fertilizado (A) y no fertilizado (B), en las limpiezas con Gramoxone, en <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> y <u>Eucalyptus saligna</u> a los seis meses de plantados	99
25	Comparación entre los tratamientos de fertilización, fertilizado (A) y no fertilizado (B), en las limpiezas con machete, en <u>Eucalyptus saligna</u> a los seis meses de la plantación	100
26	Crecimiento en diámetro del <u>Eucalyptus saligna</u> a los seis meses de plantado en la parcela de limpieza con herbicida y fertilizada. (Es el mismo árbol de la Fig. 21, después de seis meses de crecimiento)	101
27	El <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> , fertilizado (A) y no fertilizado (B), seis meses después de la plantación, creciendo en el suelo con limpiezas a machete, no incrementó su número de ramas y/o brotes	102
28	Comparación de la altura de las copas y de la cubierta del dosel del <u>Eucalyptus saligna</u> , a los seis meses de plantado, en los tratamientos de limpieza con herbicidas (A) y con machete (B)	103
29	Diferencias en el grado de control de las malas hierbas con los herbicidas Gramoxone (A) y Aminotriazole (B). El Gramoxone elimina violentamente las malezas y mantiene el suelo bastante limpio; el Aminotriazole actúa despacio y algunas malas hierbas se tornan resistentes	104

INTRODUCCION

La demanda mundial de productos forestales está aumentando rápidamente; por ejemplo, Europa que en 1950 tenía un balance positivo de cuatro millones de m³ de madera, tuvo un déficit de 25 millones de m³ en 1960, y se estima que este déficit llegará a 70 millones de m³ en 1975. Al mismo tiempo los países en desarrollo van aumentando sus necesidades de madera industrial, mientras sus reservas accesibles de "madera fina", tradicionalmente explotadas, se están agotando (80). Por éstas y otras razones crece el interés mundial por las plantaciones para producir la madera industrial necesaria para abastecer la demanda.

La FAO (50) estima que en el mundo hay 80 millones de hectáreas de plantaciones forestales y que tendrán que aumentarse 36 millones de hectáreas en los próximos 20 años.

Por estos motivos es cada día mayor la necesidad de encontrar respuestas a los problemas silvícolas de las plantaciones de especies forestales de rápido crecimiento.

En los trópicos húmedos, los gastos de establecimiento de una plantación se invierten principalmente en la limpieza o control de malas hierbas. Al ser tan cara esta fase de la plantación, vale la pena estudiar las posibilidades de bajar estos costos con el uso de herbicidas y con el empleo de fertilizantes, para dar un impulso adicional a la planta durante el período inicial de la plantación.

El presente trabajo se llevó con el objeto de obtener información acerca de las respuestas de dos especies, el Pinus caribaea Morelet var. hondurensis (Sénéclauze) Barrett et Golfari y el Eucalyptus saligna Smith,

a la aplicación de un fertilizante compuesto y al control de malas hierbas con los herbicidas Aminotriazole y Gramoxone, en seis sitios de los terrenos forestales del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, en Turrialba, Costa Rica, de agosto de 1966 a mayo de 1967.

REVISION DE LITERATURA

A. Costos de preparación del terreno y limpiezas en plantaciones forestales

Es conveniente estimar cuanto dinero se justifica invertir inicialmente para asegurar la mayor productividad de una hectárea de plantación (29). Debido a las diferencias del valor de las monedas y a las condiciones locales se acostumbra expresar, generalmente, los costos en hombres día (h.d.), jornales o jornadas de trabajo (23, 29, 48, 60).

El presente trabajo se interesa mayormente en los costos de preparación del terreno y limpiezas, hasta que las inversiones por este concepto no sean de importancia. Los costos de preparación y limpieza son los que más hacen variar la inversión total de las plantaciones, como lo demuestra la literatura sobre costos de preparación y limpiezas para diferentes zonas ecológicas, que se sintetiza en los Cuadros 1 y 2.

Al hacer la comparación de los Cuadros 1 y 2, se nota que hay gran variación de los costos de preparación y limpiezas en plantaciones forestales de un país a otro. Sin embargo, es difícil hacer una comparación así, sin saber sus efectos en rendimiento financiero. A pesar de esto se puede ver claramente que para las zonas tropicales, especialmente la parte tropical húmeda, los costos de preparación y limpiezas son muy altos (3 a 1), respecto a los de las zonas templadas y áridas; esto se debe a la exuberancia de la vegetación competente. Según Parry (62) lo más común en las zonas tropicales es que haya que plantar en tierras cubiertas de matorral o hierba alta.

CUADRO Nº 1. Costos de preparación del terreno y limpiezas en plantaciones forestales en la zona templada y en la zona árida

Lugar	Duración de las labores (años)	Labores realizadas ⁺	Costos de las labores en h.d./ha.
ZONA TEMPLADA			
América Latina (29)	3	P,Cc	17
Asia (75)	-	P,L	57 - 69 [*]
Caldas, Colombia (72)	-	P,L	48
Dinamarca ^{a/}	15	Q,Pm,L	20
España (77)	2	Li,Q,4Si ^{**}	33 - 35
Japón (61)	3	P,L	8
Japón (61)	5	P,L	12
Mississippi (53)	-	Pm,Lm	20 [*]
Mississippi (73)	2	Pm,Lm	15 [*]
Mysore, India (43)	2	Li,Q,2L,5S	10 [*]
			Promedio 29
ZONA ARIDA			
India (60)	-	P,T,L	31 - 39 [*]
India (35)	-	P,L	43 - 53 [*]
Zonas áridas (33)	2	D,P,2S,2E	105
			Promedio 54

* Datos originales transformados a hombres día por ha. (h.d./ha.).

** El número antes de la letra especifica la cantidad de labores realizadas.

+ Abreviaturas:

Cc = cuidados culturales
D = desmonte
E = escardas
L = limpiezas

Li = limpieza inicial
Lm = limpieza mecanizada
P = preparación
Pm = preparación mecanizada

Q = quema
S = sachadura
Si = siega
T = terraplenes

^{a/} LARSEN, P. S. Costs for one ha. Norwegian spruce in Denmark. Comunicación personal. 1967.

CUADRO Nº 2. Costos de preparación del terreno y limpiezas en plantaciones forestales en la zona tropical

ugar	Nombre del método de plantación	Duración de las labores (años)	Labores realizadas ⁺	Costo de las labores en h.d./ha.
Rica (19)	"senderos de caza"	6	Al, L	13 - 40 - 55
Rica (19)	"reservas de vivero"	-	Epv	25 - 30
Rica (62)	-----	-	A, Q, 4-5E ^{††}	77 - 105
Rica (19)	taungya	-	P, L	20 - 30
África Latina (29)	-----	10	P, 9L	67
Asia Tropical (48)	-----	3	Af, 5Cl	110
Burkina Faso (19)	limba	6	I, Al, Cs, V, Q, Alp, An, 15L	97
Burkina Faso Medio (62)	-----	2	D, Q, 9E	120
Estación d'Marfil (19)	martineau	8	P, L	150
Estación d'Marfil (76)	-----	3	Pm, Lm	71 - 90 [†]
Estación Rica (2)	taungya	0,5	Ctr, 2Q, Dh, 6L	130 [†]
Estación Rica (2)	sin uso agrícola	0,5	Ctr, 2Q, Dh, 7L	149 [†]
Estación Rica (7)	-----	3	Li, 9L	160 [†]
Guatemala (25)	-----	-	P, L	86 [†]
Indonesia (19)	okoumé	8	R, Al, A, Vt, V, 19L	57
Indonesia (20)	"recrecido"	6	I, D, En, Al, L	55 - 57
Zambia (84)	en líneas	6	Alb, Al, Cc	47
Zambia (84)	en campo abierto	3	Alb, Cli, C, V, Alpp, Cc	58
Zambia (17)	-----	5	P, Dh	190
Zambia (71)	-----	2	P, L	160 - 240 [†]
				Promedio 89

Datos originales transformados a h.d./ha.

El número antes de la letra especifica la cantidad de labores realizadas.

Abreviaturas:

A = aclareo
 Af = apertura de franjas
 Al = apertura de líneas
 Alb = apertura de líneas base.
 Alpp = apertura de líneas para plantación
 An = anillamiento
 C = cortas
 Cc = cuidados culturales
 Cl = cortas de liberación
 Cs = corta del sotobosque
 Ctr = corta a tala rasa
 Cli = corta de lianas
 D = desbroce

Dh = deshierba
 E = escardas
 En = envenenamiento de árboles
 Epv = eliminación progresiva de la vegetación
 I = inspección
 L = limpiezas
 Li = limpieza inicial
 Lm = limpieza mecanizada
 P = preparación del terreno
 Pm = preparación mecanizada
 Q = quema
 V = volteo de árboles
 Vt = volteo de árboles con tractor

B. Trabajos sobre métodos de limpieza con herbicidas en plantaciones forestales

Los productos químicos que controlan las malas hierbas, en la actualidad, desempeñan un papel muy importante en las plantaciones forestales (47). Sin embargo, en el trópico se usan muy poco.

En general las malas hierbas son plantas de gran poder vegetativo, que se multiplican rápidamente por la intensa incidencia de luz solar (69) y son capaces de absorber agua y nutrientes con más rapidez que los árboles plantados (57). Por esta razón, para que el establecimiento de las plantaciones tenga éxito, es indispensable reducir la competencia de pastos y otra vegetación herbácea (47).

Los métodos manuales y mecánicos de control del crecimiento de las malas hierbas son bien conocidos, e incluyen el corte a mano, el fuego y el uso de maquinaria (29, 70, 86). En América Latina la herramienta manual más difundida es el machete. En las labores forestales es importante comparar los costos de control de malas hierbas a mano y con el uso de herbicidas (49). Propiamente el empleo de productos químicos en las labores forestales de las zonas templadas, ha mostrado frecuentemente tener más efectividad y costos más bajos que los otros métodos (3, 46, 86).

Según Bagley (6) el control selectivo de la vegetación indeseable en una plantación forestal, con el uso de herbicidas, puede obtenerse por uno o por la combinación de dos o más de los siguientes principios:

- a) Las especies de árboles pueden tener la tolerancia

fisiológica y bioquímica al herbicida aplicado para matar las malas hierbas.

b) Las características morfológicas de las hojas, troncos y raíces pueden reducir o evitar la absorción del herbicida por los árboles.

c) No aplicar grandes cantidades de herbicida a las partes del árbol que son susceptibles de daño (selectividad mecánica).

Muchos de los herbicidas modernos controlan las malas hierbas con cierta selectividad mecánica; pero si el herbicida afecta los tallos y las hojas del árbol, estos órganos deben ser protegidos por medio de la aplicación directa del herbicida a las malas hierbas o cubriendo el árbol; si la acción del producto químico es principalmente de absorción radicular y traslado hacia arriba, hay que usar herbicidas que no se filtren profundamente en el suelo y que sean bastante solubles en el agua o de alta absorción por los coloides del suelo (6).

Generalmente hay dos grupos de malas hierbas que deben controlarse en las plantaciones forestales: las malezas leñosas y los pastos perennes puros o mezclados con malas hierbas de hoja ancha (86). Para las malezas leñosas hay muchos productos químicos, que se comportan como herbicidas, que son efectivos en algún grado, pero los herbicidas más ampliamente usados y disponibles son el 2,4-D, el 2,4,5-T y el Sulfamato de amonio (3, 4, 21, 39, 65, 70, 86). Los pastos perennes son controlados mayormente con Dalapón, Gramoxone y Aminotriazole; los pastos perennes mezclados con malas hierbas de hoja ancha se controlan con Gramoxone; el Aminotriazole ha sido probado, pero no ha dado tan buenos resultados como los anteriores (86).

1. Características de los herbicidas usados en el experimento

El Aminotriazole y el Gramoxone son herbicidas muy utilizados en la agricultura (64, 86), pero poco en las labores forestales (74, 86); sin embargo, fueron escogidos para el presente trabajo por varias características, que seguidamente se anotan.

a. Aminotriazole o Amitrole (3-amino-1,2,4-triazole)

El Aminotriazole es un herbicida selectivo de acción sistemática que absorbido por el follaje y las raíces es rápidamente traslocado, El efecto más fuerte de este herbicida es la producción de clorosis o manchas albinas, debido a que impide el proceso de síntesis de la clorofila y la destruye (67, 86). Actúa más fuertemente en la fase de crecimiento y en concentraciones altas causa la muerte de las plantas (67). La intensidad del efecto y el grado de recuperación de la planta dependen mayormente de la dosis aplicada (86).

El Aminotriazole en dosis de 1/2 a 4 libras por 50 galones de agua, proporciona un buen control de las malas hierbas perennes, si se lo aplica a intervalos de 30 a 40 días (57). También se ha demostrado que el Amitrole es muy promisorio para el control de plantas leñosas, muchos pastos y malezas de hoja ancha; para todos estos propósitos se lo aplica al follaje en dosis de 4 a 8 libras por acre, disuelto en 20 o 40 galones de agua (86).

El Aminotriazole tiene baja persistencia en el suelo y los cultivos susceptibles pueden ser observados dentro de algunas semanas después de la aplicación. La persistencia se interrumpe, generalmente, dentro de un mes (86). Rangel (67) estudió la persistencia del

Aminotriazole en tres tipos de suelo: arcilloso, húmico y arenoso, aplicándose el herbicida en tres dosis de principio activo (5 kg./ha., 10 kg./ha. y 20 kg./ha.). Los resultados indicaron que la persistencia del Aminotriazole en los suelos arcillosos y húmicos no excede de tres a cuatro semanas; mientras que, en los suelos arenosos, el herbicida no estuvo completamente inactivado después de 100 días.

b. Gramoxone = Dicloruro de Paraquat (1,1'-dimethyl 4,4'-
bipyridylum dichloride)

El Paraquat es un producto británico descubierto en 1955. Es un herbicida catiónico producido por el anión cloruro (86). El Gramoxone contiene \pm 21% w/v de Paraquat y 10% w/v de agentes humectantes (74).

El Gramoxone es un herbicida de contacto que mata todo tejido vegetal verde con el que entra en contacto (64, 86). No tiene efecto sobre las cortezas oscuras, de manera que se puede rociar la base del árbol con mucha seguridad de no matarlo (64). Este herbicida es rápidamente absorbido por el follaje de las plantas y actúa violentamente, normalmente mata las partes aéreas dentro de un día, aunque se trasloca en una extensión limitada dentro de la planta (86).

El Gramoxone no tiene efecto en las raíces porque es inmediatamente inactivado en contacto con el suelo (64, 86). Los cultivos susceptibles pueden sembrarse tan pronto como se desee después de la aplicación (86). La lluvia no tiene nada que ver con efectos residuales nocivos del Gramoxone (64).

Plant Protection Limited (64) hace algunas recomendaciones para

el uso del Gramoxone en el control de malas hierbas en cafetales y para reemplazar la limpieza tradicional a mano, que cada día resulta más costosa. Se aconseja rociar el herbicida cuando las malezas estén jóvenes, tengan bastante actividad y su altura no sea mayor de 15 cm. Se puede usar 1 1/2 pintas de Gramoxone en 30 galones de agua para rociar un acre (2 litros en 350 litros de agua por ha.). Para matar los rebrotes y controlar la segunda germinación de las malas hierbas, se puede rociar cada 4 u 8 semanas y así a intervalos frecuentes cuando sea necesario; una solución al 0,5% en 300 litros de agua es bastante recomendable.

Steele (74) manifiesta que la casa Plant Protection Ltd. demostró un buen uso del Gramoxone en las labores silviculturales de limpieza del terreno antes de plantar los árboles jóvenes y para hacer círculos de limpieza alrededor de los árboles. Para la primera labor se recomienda una a tres pintas de Gramoxone por acre (1,5 a 4 litros/ha.).

Woodford (86) anota que el Paraquat puede ser usado en plantaciones forestales jóvenes, a razón de una libra por acre, pero únicamente cuando haya una buena protección del follaje de los árboles para que no entren en contacto directo con el herbicida.

Según Bagley (6) el Paraquat está altamente probado de ser efectivo entre los "químicos de siega", para todos los tipos de malas hierbas de las plantaciones forestales. Mayormente se recobran las malezas perennes, pero las anuales usualmente mueren con la aplicación del Paraquat.

C. Fertilización forestal

Se están registrando algunos adelantos en la silvicultura sobre la necesidad de fertilizar el suelo forestal, para mantener un nivel satisfactorio de producción de madera (54). Karschon (45) anota que hoy están plenamente reconocidas las posibilidades de aumentar el crecimiento y el rendimiento de los bosques mediante la aplicación de fertilizantes.

Según Mustanoja y Leaf (59) la fertilización forestal puede definirse como un cambio de calidad de un rodal por cambios del medio ambiente físico, con mejoras adicionales. Así, el uso de fertilizantes se justifica para aprovechar el potencial genético de los árboles de rápido crecimiento, que únicamente pueden prosperar bien en sitios de gran fertilidad o en suelos mejorados por medio de los fertilizantes (54).

Existen muchos trabajos sobre fertilización forestal en la zona templada, mientras que en el trópico son muy escasos. De 1.215 citas bibliográficas (59) sobre este tema, aproximadamente un 3% corresponde a los trópicos. Es obvio pensar que debido a las grandes diferencias en clima, suelos, especies, tasa de crecimiento y crecimiento de los árboles durante el año, es muy difícil aplicar los resultados de fertilización de las zonas templadas a las zonas tropicales.

Seguidamente vamos a revisar los experimentos de fertilización que se han realizado en P. caribaea y E. saligna.

1. Fertilización en Pinus caribaea

Rajkhowa (66) realizó un experimento directamente en el campo, usando plantitas de P. taeda y P. caribaea de dos años de edad, con una planta por parcela a distancia de medio metro. El diseño fue un factorial de 2^2 con siete repeticiones, con los siguientes tratamientos:

P = dos cucharaditas llenas de superfosfato simple (18% P₂O₅), mezclado con suelo y localizado en un círculo de 20 cm y a 30 cm de profundidad.

K = dos cucharaditas de Muriato de potasio, puesto en las mismas condiciones anteriores.

PK = los dos fertilizantes mezclados, en la misma dosificación e iguales condiciones anteriores.

Los resultados mostraron un claro efecto decreciente de la altura del P. caribaea debido a los fertilizantes, perdiendo casi el 15% del crecimiento en altura; mientras que el P. taeda ganó cerca del 20%, en los dos años que duró el experimento. Este efecto decreciente es debido a la fijación del fósforo y por otra parte a las lluvias frecuentes y a los suelos porosos que hacen que las fracciones solubles sean lixiviadas.

En experimentos llevados por Richards y Wilson (68) se describen los cambios en desarrollo de las micorrizas del P. caribaea, con la adición de nutrientes. El desarrollo de la micorriza fue reducida por un incremento del nivel del nitrato del suelo, por la adición de nitrato de amonio o limo, pero no fue afectada por el cambio en la reacción del suelo. Inversamente hubo una relación lineal entre el contenido

de nitrógeno total de las raíces de las plantitas con el porcentaje de micorriza. La adición de fosfato monosódico bajó el porcentaje de N en las raíces e incrementó el desarrollo de la micorriza. El porcentaje de micorriza estuvo correlacionado con la relación de carbohidratos solubles y el N total.

2. Fertilización en Eucalyptus saligna

Karschon (45) manifiesta que es necesario un mayor conocimiento sobre los requerimientos del eucalipto y las posibilidades de mejorar su crecimiento y evitar el empobrecimiento del suelo por medio de la aplicación de fertilizantes. Will (82) informa que en los últimos años se ha desarrollado un trabajo considerable en el Instituto de Investigaciones Forestales de Rotorua, Nueva Zelandia, que tiende al establecimiento de métodos para el cultivo del eucalipto, llegándose a la conclusión de que el atraso en el crecimiento y el color anormal de las plantitas de eucalipto, en Nueva Zelandia, se debe a la carencia de principios nutritivos.

Brasil y otros (14) presentan los primeros resultados obtenidos en ensayos comparativos entre distintos modos de aplicación de abono al E. saligna en suelos de sabana. Se estudiaron los siguientes tratamientos:

- a) Abonado en el hoyo de la plantación.
- b) Aplicación del abono en la superficie 60 días después de la plantación, siguiendo un borde lateral de 30 cm de la planta.
- c) Aporte del abono en un surco paralelo al de la plantación.

- d) Plantación y abonado en el mismo surco.
- e) Aporte del abono en el hoyo de la plantación, todo el ácido fosfórico, la mitad de N y la mitad de K, y el resto en la superficie 60 días después.
- f) Testigo sin abono.

El abonado se hizo con 12 g. de N, 18 g. de P2O5 y 24 g. de K2O por planta. Los resultados mostraron que hay una respuesta muy neta del E. saligna al aporte de abonos (95% de ganancia en altura sobre el testigo) y que la aplicación del abono en el mismo surco de la plantación es tan eficaz (133% de ganancia en altura sobre el testigo) como los métodos de localización, siendo al mismo tiempo más fácil.

En Cuba (25) se usó fertilizantes en plantaciones de E. saligna, añadiendo una vez a cada planta dos onzas de abono de la fórmula 5-7-8, después de una semana de la plantación. No se dan resultados.

Dicks, Jackson y Kirk (26) realizaron experimentos con fertilizantes en E. saligna. Uno de los objetivos fue obtener, inicialmente, un rápido crecimiento para disminuir los costos de plantación y limpiezas y, más tarde, mantener la tasa inicial de crecimiento y así reducir la rotación. Los tratamientos fueron los siguientes:

Nutrientes	Tratamientos en libras por acre			
	I	II	III	IV
N	0	20	40	60
P2O5	0	25	50	75
K2O	0	20	40	60

El P y el K fueron aplicados una semana antes de la plantación y el N, por ser más soluble, fue puesto 30 días después. El análisis estadístico se hizo a los 93 y 154 días después de la plantación. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos; en ausencia de P y presencia de N y K, las plantas no dieron incrementos significativos de la altura; el P, especialmente en presencia de N y K, dio un incremento significativo de la altura y se pudo reducir el ciclo de corta de 14 a 16 meses.

En Fidji (28) los eucaliptos mostraron excelentes respuestas a la aplicación de un fertilizante completo que se puso en los hoyos al momento de plantar. Después de ocho a nueve meses, el crecimiento del E. saligna fue más del doble de la altura de los testigos.

El E. grandis (saligna) (38) fue plantado en un sitio en el cual la zarza había crecido por varias rotaciones y fue fertilizado al tiempo de la plantación. Se observó que no respondía al nitrógeno, pero sí al fósforo y al potasio. Luego se sugirieron cantidades de 200 libras de superfosfato y 300 libras de muriato de potasio por acre.

Guimarães, Gomes y Malavolta (36) hicieron ensayos de fertilización en plantitas de E. saligna, utilizando terrones formados por la mezcla de 1/3 de tierra roja, 1/3 de arena y 1/3 de estiércol. Se incorporaron minerales de modo que cada terrón contenga las siguientes cantidades: 0,180 g. de N (salitre de Chile), 0,625 g. de P₂O₅ (superfosfato simple) y 0,625 g. de K₂O (cloruro de potasio), en dosis simple y doble. El diseño fue un factorial 3x3x3x2. Del análisis se sacan las siguientes conclusiones:

- Hubo una respuesta altamente significativa al abonado mineral (79% de ganancia en altura sobre el testigo).
- El efecto lineal del N fue altamente significativo (45% de ganancia en altura sobre el testigo).
- El efecto cuadrático del N fue significativo al 5% (44% de ganancia en altura sobre el testigo).
- El efecto lineal del P fue altamente significativo (49% de ganancia en altura sobre el testigo).
- El efecto cuadrático del P no fue significativo (menos del 10%).
- El efecto del estiércol fue altamente significativo (78% de ganancia en altura sobre el testigo).
- El K no dio respuestas significativas (6,5% y menos del 16%).
- Las interacciones tampoco dieron respuestas significativas.

Pires (63) realizó un ensayo de fertilización en E. saligna, empleando un diseño factorial confundido de $3 \times 3 \times 3$, con dos repeticiones. Cada parcela estaba constituida por una caja colectiva de 60 plantitas, de las cuales 12 eran plantas útiles y 48 se consideraban para el efecto de bordes. Se experimentaron las siguientes dosis de fertilizantes:

Fertilizantes	Dosis en gramos por planta	
	I	II
Sulfato de amonio 21%	0,0286	0,0572
Superfosfato triple 46%	0,0574	0,1148
Cloruro de potasio 60%	0,0289	0,0578

El ensayo duró 48 días y se encontraron las siguientes respuestas:

- El efecto del N fue altamente significativo (143 y 213% de ganancia en altura sobre el testigo).
- El efecto del P fue significativo al 5% (27 y 7% de ganancia en altura sobre el testigo).
- El efecto del K no fue significativo (menos 6 y 7%).
- Las interacciones no fueron significativas. El coeficiente de variación fue del 24%.

En Australia, Winterhalder (85) cultivando en arena ha demostrado que las plantitas de E. gummifera, E. pilularis y E. saligna, pueden existir en concentraciones bajas de K y Ca, sin reducir significativamente su crecimiento. En cultivos experimentales en el campo también se ha demostrado que E. gummifera y E. saligna requieren poco potasio y calcio.

Braçil y otros (13) dan a conocer los primeros resultados obtenidos en un ensayo comparativo entre diferentes tamaños de hoyos, fertilizados o no, en plantaciones de E. saligna. El abono empleado por cada hoyo fue de 12 g. de N, 18 g. de P₂O₅ y 24 g. de K₂O. El ensayo fue realizado en terreno de "cerrado" de baja fertilidad. Los resultados ponen de relieve la superioridad de los tratamientos abonados (97% de ganancia en altura sobre el testigo); el mejor resultado del abono se obtuvo en hoyos de 22,5 x 22,5 x 20,0 cm (122% de ganancia en altura sobre el testigo). Los hoyos de 10 x 10 x 20 cm, con abono, perjudicaron a las plantitas; el tamaño de los hoyos no ejerció influencia en los no abonados.

Will (81) anota ciertas modificaciones en el crecimiento de las plantas de eucalipto. debidas a deficiencias de elementos nutritivos. Así, las carencias de N o P pueden suprimir completamente la formación de ramas; mientras que la carencia de K provoca la reducción de los entrenudos y la aparición de ramas de primero y segundo órdenes. La carencia de Mg en las especies E. botrioides y E. saligna provoca una inclinación de las ramas y un aumento en el tamaño de las hojas; cuando se presenta una carencia de Ca el crecimiento es normal durante varias semanas, pero se interrumpe bruscamente y luego las plantas se secan y se mueren.

D. Generalidades y descripción de las especies del experimento

1. Pinus caribaea Morelet var. hondurensis (Sénéclauze) Barrett et Golfari

El Pinus caribaea es un árbol muy variable que ha confundido a muchos botánicos. Del material de herbario se ha comprobado que hay muchas similitudes entre P. elliottii, P. tropicalis, P. cubensis, P. hondurensis y P. bahamensis que son los nombres más usados para este grupo de pinos (83).

Debido a la confusión existente en la denominación y posición sistémica del "pino del caribe", que habita en la costa atlántica de América Central, desde Honduras Británica hasta Nicaragua, Barrett y Golfari (8) realizaron un estudio morfológico y ecológico del P. caribaea Morelet en Centroamérica y las Antillas. De este estudio se subdivide la especie en las siguientes variedades:

- P. caribaea Morelet var. caribaea (típica) que aparece en Isla de Pinos y Pinar del Río, al oeste de Cuba, entre 45 y 355 m de altitud.
- P. caribaea Morelet var. bahamensis que habita en las Islas Bahamas: Grand Bahama, Great Abaco, Andros, New Providence y Caicos, desde el nivel del mar hasta 30 m de altitud.
- P. caribaea Morelet var. hondurensis (Sénéclauze) Barrett et Golfari (52), cuyas características son (8): árbol de 10 a 15 m de alto, diámetro hasta 100 cm; corteza rugosa, áspera y agrietada, color castaño rojizo o café grisáceo; ramas delgadas y verticiladas (56); las hojas generalmente tres por fascículo (56), aunque pueden encontrarse de 4 a 5 y excepcionalmente 2; vainas de 10 a 16 mm de largo de color claro parduzco; conos oblongos, algo encorvados, tempranamente caedizos (8, 56), normalmente maduran de junio a agosto; semillas angostamente ovoides con ala articulada que se desprende fácilmente (8).

Esta variedad de pino habita en la vertiente atlántica de Honduras Británica, Guatemala, Honduras y Nicaragua, desde el nivel del mar hasta 850 m de altitud, en clima subtropical a tropical (20 a 27°C), de subhúmedo a perhúmedo (lluvias anuales de 950 a 3.5000 mm), con un período de sequía de dos a seis meses (8, 42). El efecto de la estación seca es más marcado en las sabanas de Honduras Británica, donde el crecimiento baja apreciablemente (42).

Los suelos donde habita el P. caribaea var. hondurensis son latosoles desarrollados sobre granitos, esquistos y areniscas (Mountain Pine Ridge y Honduras Británica), sobre andesitas (interior de Honduras) y dolomitas (Petén, Guatemala) (8). En la costa Atlántica este

pino crece sobre suelos aluviales, formados por arenas finas, a veces limosas (Honduras Británica), o por cantos rodados y arenas gruesas (Nicaragua). Según Bégué (11) el P. caribaea, en Nicaragua, se encuentra creciendo en forma natural sobre sedimentos marinos del plioceno y del pleistoceno. El drenaje de estos suelos varía de bueno, en las colinas del interior, a deficiente en la costa; la reacción de los suelos es ácida, pH 4,2 a 6,5 (8).

En Nicaragua (11) las sabanas de P. caribaea, que ocupan la parte norte de la costa Atlántica, han sido explotadas en gran parte. En la actualidad importantes superficies de encuentran protegidas contra el fuego para ayudar a la regeneración de los pinos, los resultados de la protección son muy alentadores.

Entre las especies nativas de Honduras Británica (42), el P. caribaea es un árbol de gran importancia económica.

Golfari (32) manifiesta que el P. caribaea var. hondurensis, se ha introducido en las siguientes regiones:

a) Tropical monzónico: en Trinidad, donde se ha establecido con éxito; promisorio en Jamaica, Puerto Rico, Guayanas, Sierra Leona, Federación Malaya, Islas Fidji y Pará, Brasil.

b) Subtropical monzónico: Costa norte de Natal, República de Sudáfrica y Costa de Queensland al norte de Rockampton, donde se ha establecido con éxito; promisorio en São Paulo, Brasil, y Tucumán, Argentina.

En Sudáfrica (41) se ha emprendido reforestaciones en gran escala con P. caribaea, que es muy apreciado por su madera; también se ha

introducido el P. hondurensis, con resultados promisorios en ciertas zonas, pues se informa que su madera es mucho más blanda, más clara y con nudos más pequeños que su congénere afín.

En Malaya (78) hay pequeñas plantaciones de P. caribaea var. hondurensis en las tierras bajas (20 a 200 m), donde se están llevando varias mediciones.

Groulez (34) describe los experimentos que se comenzaron en una estación experimental en la República del Congo (50 a 700 m de altitud; 25 a 27°C de temperatura y 1.000 a 1.600 mm de lluvia). Los resultados obtenidos son muy prometedores para P. caribaea (originario de Cuba y Honduras), como también para P. khasya y P. oocarpa.

En la Provincia de Ecuatoria de Sudán (10), se han emprendido investigaciones metódicas acerca de la introducción de pinos. Los primeros resultados alentadores se han alcanzado especialmente con P. caribaea.

En América Latina (31) el P. caribaea var. hondurensis ha demostrado gran aptitud en repoblaciones forestales dentro de la región tropical húmeda; así lo demuestran los excelentes resultados obtenidos en Trinidad, Bélize, Jamaica, Guayana Británica y Surinam, y los ensayos alentadores en Puerto Rico y Brasil.

El primer intento para establecer el P. caribaea en Trinidad (22) fue más o menos en 1948, pero los resultados, desde 1952, indican que para suelos de baja fertilidad, hay que conocer muy bien la técnica de plantación.

En la Guayana Británica (22) se ha plantado P. caribaea desde 1954, pero los árboles no han presentado buena forma.

En Surinam (71) las plantaciones experimentales de P. caribaea se han establecido desde 1952. Las primeras plantaciones fueron puestas en arenas lixiviadas de las sabanas abiertas y arbustivas. El crecimiento muy lento en los suelos demasiado pobres de las sabanas, determinó la necesidad de usar terrenos recién deforestados, siendo indispensable esta operación por ser especie completamente heliófita.

Wadsworth (79) ha recopilado datos de crecimiento de plantaciones que se han hecho con semillas de P. caribaea de Honduras Británica.

País	Edad (años)	DAP (cm)	Altura (m)	Area basal/ha. (m ²)	Volumen/ha. (m ³)
Guayana Británica	5	13	13	25	32 [*]
Honduras Británica	5	10	6	5	80
Honduras Británica	6	9	6	11	43 [*]
Jamaica	6	13	11	11 [*]	43 [*]
Trinidad	6	14	11	11 [*]	43 [*]
Honduras Británica	7	17	8	23	35
Honduras Británica	8	18	10	28	48
Honduras Británica	10	16	10	18	86
Honduras Británica	11	20	12	15	74
Honduras Británica	12	21	14	18	99
Honduras Británica	13	19	11	22 [*]	105 [*]
Honduras Británica	14	18	13	20	110

* Estimado

Lückholff (52) da los datos de crecimiento de P. caribaea var. hondurensis en una plantación en Dukuduku, Zululand, Sud Africa.

Edad (años)	DAP medio sobre corteza (cm)	Altura media (m)	Volumen total en pie, bajo corteza, por hectárea (m ³)	Volumen total producido por hectárea (m ³)	Incremento medio anual por hectárea (m ³)
29	34	26	152	261	9
34	47	28	190	298	9

Por toda esta información se comprende que el P. caribaea var. hondurensis es una especie de importancia en las zonas tropicales.

2. Eucalyptus saligna Smith.

En Australia (55) el E. saligna se encuentra en masas naturales mixtas en las costas de Nueva Gales del Sur. Forma pequeñas masas puras en la parte sur de su habitat.

La descripción botánica del E. saligna es la siguiente (55): árbol de 35 a 55 m de altura y 1,20 a 1,50 m de diámetro; corteza caduca con reflejos anaranjados o azulados; madera adulta dura y de color rojizo; hojas jóvenes no opuestas, con pecíolos cortos, lanceoladas y anchas; hojas maduras alternas y pecioladas, lanceoladas y anchas; frutos sé-siles o con pecíolos muy cortos, receptáculo ovoide o cilíndrico. Es una especie muy afín al E. grandis, con diferencias muy sutiles en las plantas adultas (30).

En su habitat natural el E. saligna soporta climas caracterizados por intensas lluvias estivales y temperaturas subtropicales (6 a 31°C). Tiene límites altitudinales entre 0 a 1.200 m. Requiere suelos medianamente buenos, preferiblemente suelos margosos húmedos, no encharcados, generalmente podzoles; roca madre de esquistos, areniscas no muy pobres, conglomerados y a veces basaltos terciarios (55).

Las especies de eucaliptos más encontradas en las plantaciones de la diversas regiones del mundo, según la Segunda Conferencia Mundial del Eucalipto (44), en orden de importancia son: saligna, tereticornis, globulus, camaldulensis, citriodora, pilularis, robusta, grandis, viminalis, deglupta, regans y rudis.

Entre los eucaliptos cultivados en Sudáfrica (41) el E. saligna ocupa el 75% del área total reforestada.

En el Brasil (9) hay 560.000 has. de eucaliptos (80% en el estado de São Paulo) y las principales especies cultivadas son: E. saligna (32%), E. alba (18%), E. citriodora (14%), E. tereticornis (12%), E. grandis (9%), E. paniculata (6%), otros (9%).

Burgers (16) ha observado que en El Salvador hay ejemplares de E. saligna creciendo muy bien en los caminos. Este autor recomienda que puede plantarse esta especie en suelos de 400 m de altitud, con muy buenos resultados.

En Argentina (24) se ha advertido un extraordinario desarrollo del E. saligna, pensándose en una más amplia plantación de esta especie para la elaboración de cajonería.

En San Luis Potosí, México (12), las especies más prometedoras son E. saligna y E. umbellata, y se están buscando turnos de 15 años

para mayores ganancias de la Fábrica "Fibracel".

En Surinam (71) se viene ensayando en escala apreciable el E. saligna y el E. grandis.

En el Congo Belga (75) el crecimiento del E. saligna es notable en toda la zona central del Graben, sobre depósitos aluviales arcillosos, como también en suelos jóvenes derivados de cenizas, lavas y esquistos.

En el Senegal (1) de la prueba de adaptabilidad de 46 especies de eucaliptos, el E. saligna salió en segunda recomendación para la zona de Dakar.

Con E. saligna se han obtenido resultados muy promisorios en Chile, Rodesia del Sur, Nigeria, Nyasalandia y Ceilán (55).

Con el E. saligna se consiguen buenos rendimientos en turnos bastante cortos. En Brasil, en la Provincia de Río Claro, los resultados son excelentes en suelos ricos (625 m³/ha. en plantaciones de 7 años) (55). En Angola (5) el estudio de varios rodales condujo a las siguientes conclusiones: el crecimiento anual, en volumen, asciende muy rápidamente hasta el comienzo del séptimo año, cuando alcanza el valor máximo de 60 m³; el crecimiento medio anual, en volumen, alcanza su valor máximo al principio del octavo año, cuando llega a 23 m³/ha.; la curva de producción, con ascenso muy rápido, llega en el octavo año a 173 m³/ha., seguidamente el desarrollo desciende.

En Africa del Sur el incremento medio anual del E. saligna es de 15 a 35 m³/ha. (41, 55). En Katanga y Ruanda Urundi, en parcelas de 24 años, se han registrado crecimientos de 30 a 40 m³/ha./año.

Wadsworth (79) da 242 a 252 m³ para plantaciones de E. saligna

de 8 y 11 años, en Argentina.

Como puede verse el E. saligna constituye una especie de muy buenas perspectivas para plantaciones en las zonas tropicales.

MATERIALES Y METODOS

A. Localización de los sitios del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en los terrenos forestales del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica. Todos los sitios del experimento están dentro de la formación "bosque subtropical muy húmedo", según la clasificación ecológica de Holdridge (40). La temperatura media anual es de 22,3°C^{*} y la precipitación media anual de 2.575,5 mm^{**}.

Se escogieron seis sitios de los cuales cinco entraron en el análisis estadístico, como repeticiones, y el restante, por encontrarse en un suelo muy pobre, se lo tomó en cuenta únicamente para la comparación de inversiones y retribución.

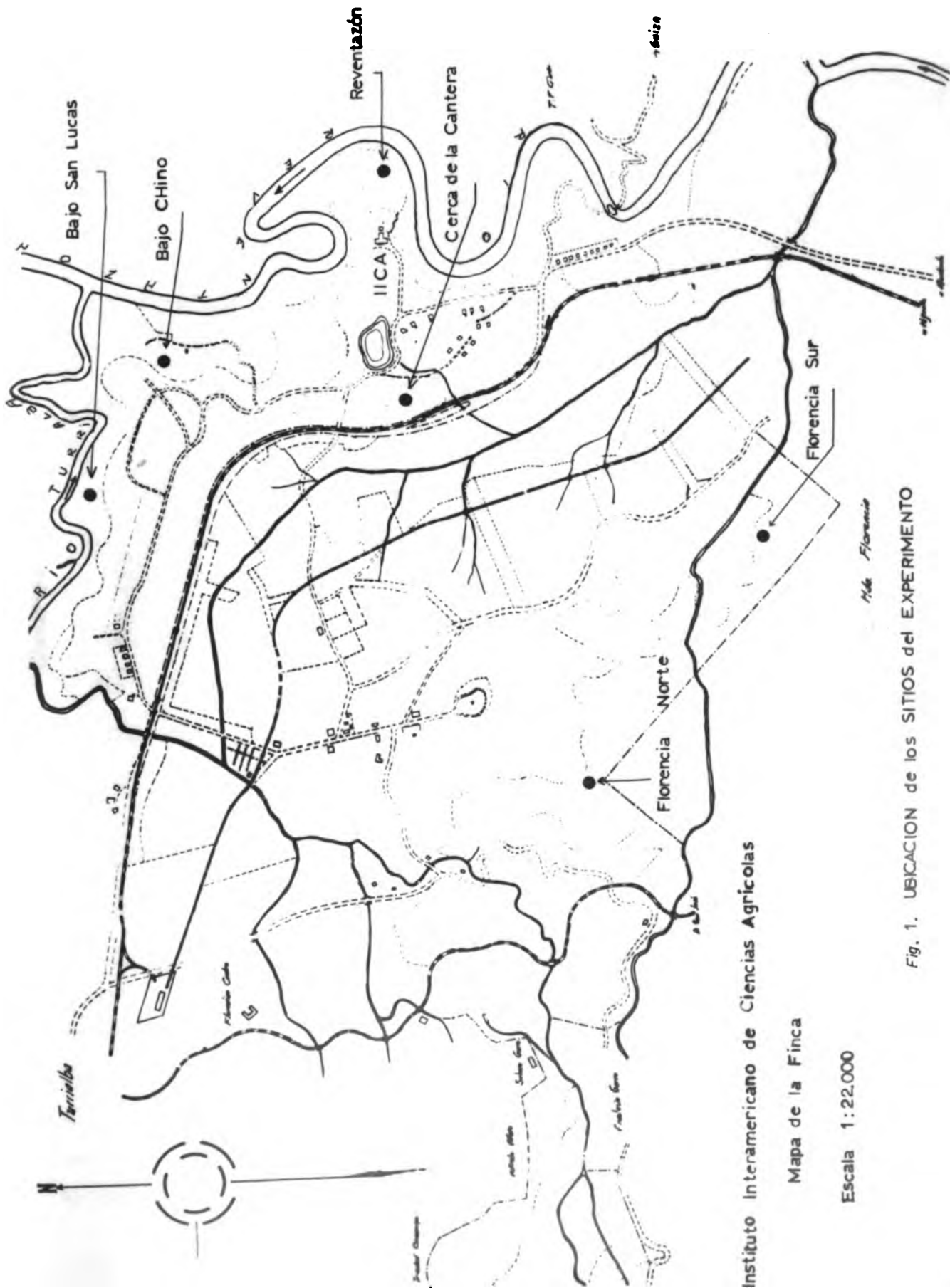
Los sitios ubicados en el mapa de la Figura 1, tienen las siguientes características:

1. Sitio Florencia Sur

Este sitio se encuentra a 630 m de altitud en el bosque de Florencia Sur del IICA. La vegetación existente al tiempo de la primera limpieza estaba constituida mayormente por zacate de Guinea (Panicum maximum) y algunos árboles de Erythrina sp. y Cecropia sp.

Los suelos de este sitio corresponden a la serie La Margot Franco Arcillo Arenoso, Fase Coluvial (37). Según Dóndoli y Torres (27)

* Promedio de Max. + Min, desde 1958 a 1966.
** Corresponde al promedio desde 1944 a 1966.



Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Mapa de la Finca

Escala 1:22.000

Fig. 1. UBICACION de los SITIOS del EXPERIMENTO

tienen la siguiente descripción del perfil:

0 - 35 cm. Pardo rojizo oscuro en húmedo y pardo claro en seco. Franco arcillo arenoso, granular y de permeabilidad moderada; plástico y ligeramente adhesivo en húmedo y moderadamente duro en seco. Su contenido de materia orgánica es de regular a alto.

35 - 80 cm. Pardo amarillento, arcilloso, muy plástico y ligeramente adhesivo en húmedo y duro en seco. Presenta manchas negras y amarillentas en cantidad variable. Tiene piedras de diversos tamaños cuya abundancia aumenta con la profundidad.

La pendiente del sitio es moderada, de 10 a 15%.

Los análisis químicos de los suelos de esta serie dan la siguiente información (37):

CUADRO N^o 3. Análisis químico de los suelos de la serie La Margot Franco Arcillo Arenoso.

Perfil	Profundidad pulgadas	Reacción pH	Fósforo (P205) ppm	Potasio (K20) ppm
Suelo	0 - 6	4,75	34,0 [★]	198,0 ^{★★★}
Subsuelo	18 - 24	4,5	28,0 [★]	18,0 [★]

Apreciación: ★★★★ alto; ★★ bajo;
 ★★★ medio; ★ muy bajo.

2. Sitio Florencia Norte

Este sitio se encuentra a 690 m de altitud en el bosque de Florencia Norte del IICA. En este sitio la vegetación era de bosque secundario con presencia de los siguientes géneros principales: Rollinia, Cordia, Simarouba, Virola, Cecropia, Trichilia, Croton y Acalypha. Después de la primera limpieza entraron varias plantas herbáceas como Dioscorea sp., Urera sp., Iponoea sp., Phytolacca rivinoides, Lactuca integrifolia.

Los suelos de este sitio corresponden a la serie Colorado Arcillo Arenoso (37). La descripción del perfil es la siguiente (27):

- 0 - 15 cm. Pardo rojizo oscuro que se vuelve amarillento en seco, arcillo arenoso, estructura terrenosa fina, que se vuelve granular en los sitios laborados. Plástico y ligeramente adhesivo en húmedo y ligeramente duro en seco, permeabilidad media.
- 15 - 70 cm. Pardo rojizo amarillento, con pintas rojizas, amarillentas y negras; con gránulos blancos de estructura terrenosa media. Plástico y ligeramente adhesivo en húmedo, arcilloso de permeabilidad media y duro en seco. Presenta algo de grava y las raíces penetran con facilidad más de 1,60 m.
- 70 - 200 cm. Las características son iguales al anterior, pero en adelante presentan porciones de roca meteorizada de tamaños variables, y se hacen más abundantes con la profundidad.

La pendiente es del 5%. La fertilidad de esta serie, según Hardy (37) es:

CUADRO Nº 4. Análisis químico de los suelos de la serie Colorado Arcillo Arenoso

Perfil	Prof. pulg.	Reacción pH	Mat.Org. %	Relación C/N	N. total %	P. aprov. ppm	Potasio ppm
Suelo	0-12	4,8 [★]	7,9 ^{★★★}	13,0 ^{★★★}	0,30 ^{★★}	13,0 [★]	78,0 [★]
Sub-suelo	12-24	4,7	2,8	10,2	0,13	9,0	35,0

Apreciación: ^{★★★} alto
^{★★} medio
[★] bajo

3. Sitio Bajo Chino

Este sitio está localizado a 580 m de altitud en la sección Bajo Chino. La vegetación de este lugar era de tipo herbáceo, arbustivo y arbóreo, predominando Erythrina sp., Trophis racemosa y Acnistus arborescens, entre las leñosas; Panicum purpurascens, Paspalum vulthosum, Commelina diffusa, Cyperus sp., Melochia sp., Iresine celosia, Ipomoea sp., Musa ensete y Xanthosoma sp., entre las herbáceas.

Los suelos de este sitio, de acuerdo con Dóndoli y Torres (27), corresponden a la serie Misceláneo y dentro de ésta, Hardy (37) menciona la serie Banco Arenoso.

Los suelos son muy delgados o heterogéneos con predominio del material matriz y no presentan perfil definido. El suelo en general

está lleno de grava y piedras de diferentes tamaños. En donde se desarrolla algo de suelo éste es fértil, pero su uso es mayormente para bosques por estar limitado por la pendiente y la pedregosidad.

La pendiente del sitio va del 15 al 20%.

4. Sitio Bajo San Lucas

Este sitio está localizado a 570 m de altitud, cerca del río Turrialba. La vegetación estaba constituida principalmente por Acnistus arborescens, Acalypha sp., Croton sp., y Erythrina sp., entre las leñosas; Coix lacrima-Jobi, Heliconia bihai, Musa ensete, Iresine celosia, Ipomoea sp., Fleurya aestuans, Urera laciniata y Commelina diffusa, entre las herbáceas.

Los suelos son de la misma serie de los del Bajo Chino. No se han hecho análisis químicos. La pendiente del sitio varía del 10 al 15%.

5. Sitio Reventazón

Este sitio se encuentra a 520 m de altitud, junto a las plantaciones del río Reventazón. La vegetación existente estaba representada mayormente por Cecropia sp., Cupania sp., Croton sp., Acalypha sp., Spondias sp., entre las leñosas; Musa ensete, Heliconia bihai, Dioscorea sp., Cissus sicyoides, Ipomoea sp., Taraxacum sp., Fleurya aestuans, Urera laciniata, Iresine celosia, Commelina diffusa, Panicum maximum y algunos helechos del género Odontosoria, entre las herbáceas.

Los suelos de este sitio se encuentran dentro de la serie Reventazón Arenoso (37). Según Dóndoli y Torres (27) y Hardy (37) son suelos de topografía plana y se presentan como una sucesión de terrazas a

diferentes niveles. El perfil es indiferenciado; el color del suelo es pardo oscuro en húmedo y pardo grisáceo en seco. La estructura es de grano simple y la textura arenosa gruesa; los granos de arena son bien redondeados. Esta serie ocupa terrazas recientes, pedregosas y factibles de inundarse. En el sitio del experimento se presenta un perfil uniforme constituido por cantos rodados, bastante material arenoso y materia orgánica. La permeabilidad es muy rápida pero mantiene la humedad debido al clima y a la topografía plana.

La fertilidad de esta serie, según Hardy (37), es la siguiente:

CUADRO Nº 5. Análisis químico de los suelos de la serie Reventazón Arenoso.

Perfil	Prof. pulg.	Reacción pH	Nitrógeno total %	Fósforo aprov. ppm	Potasio (K20) ppm
Suelo	0-12	5,7 [★]	0,29 ^{★★}	60,0 [★]	317,0 ^{★★★}
Subsuelo	12-24	5,9	0,14	64,0	146,0

Apreciación: ★★★ alto
★★ medio
★ bajo

6. Sitio cerca de la Cantera

Este sitio está a 600 m de altitud. La vegetación es casi nula, únicamente se encontraron algunas plantas de los géneros Crotalaria, Ipomoea y Paspalum.

Los suelos de este sitio corresponden a la serie Cervantes Arcillo

Arenoso (Roca) (37). En el lugar del experimento prácticamente se exhibe el subsuelo dejado al descubierto por el trabajo de un tractor con fines de urbanización. El subsuelo de este sitio es de color pardo amarillento en húmedo y pardo claro en seco, con alto contenido de grava, de estructura angular, permeabilidad moderada. A pocos centímetros de profundidad se encuentra lava andesítica poco meteorizada, porosa y que en los intersticios que forman las fracturas presenta material arenoso gravoso (27). Por la escasa vegetación espontánea se deduce que es un litosol muy pobre. La pendiente es de un 10%.

Se escogió este sitio para tratar de representar a muchos terrenos erosionados, existentes en América Latina, donde se hacen reforestaciones.

B. Establecimiento del Experimento

1. Plantas para el ensayo

El E. saligna fue sembrado el 26-V-1966, con semilla procedente de 10 árboles de E. saligna que están creciendo en los terrenos del IICA, y éstos a su vez fueron sembrados en 1960 con semilla procedente del Brasil. El 28-VI-1966 las plantas se repicaron a potes de latón sin fondo y se colocaron sobre camas de malla elevadas. Aquí crecieron las plantitas por cinco meses, sin mayores cuidados culturales, hasta la plantación definitiva.

El P. caribaeae var. hondurensis fue sembrado el 14-VIII-1966, y repicado a potes de latón sin fondo el 29-VIII-1966. Se usó una cama de

mallá en posición elevada. Se utilizó semilla procedente de Honduras Británica. Los potes se llenaron con tierra esterilizada con bromuro de metilo (DOWFUME MC-2). A partir del primer mes de crecimiento los pinos fueron rociados quincenalmente con una solución al 4% de fertilizante foliar (WUCHSAL 9% N, 9% P₂O₅, 7% K₂O y microelementos).

A los dos meses del repique los pinos fueron inoculados con micorriza, haciéndose una nueva inoculación después de 15 días. Es importante notar que las camas elevadas hacen una poda constante de las raicillas que salen al aire por el fondo de los potes, evitando la deformación del sistema radicular de los pinos.

En general no se presentaron problemas con malas hierbas ni enfermedades de vivero. La edad de los pinos al tiempo de la plantación definitiva fue de tres meses.

2. Preparación inicial del terreno

A mediados del mes de agosto de 1966 en cada sitio se practicó la tala rasa y/o chapias de la vegetación existente, con el objeto de eliminar los árboles grandes, los arbustos y uniformar, en cada sitio, las condiciones para los tratamientos posteriores de limpieza. Se abrieron áreas de 15 x 40 m, aproximadamente.

3. Plantación

A fines de noviembre de 1966 se plantaron 120 pinos y 120 eucalip-tos en los cinco sitios, de acuerdo al diseño experimental. También, con la misma distribución, se plantó en el sexto sitio cerca de la

Cantera.

Se abrieron los hoyos al momento de la plantación y se colocaron las plantitas con su bola de tierra, esta práctica redujo al mínimo el daño a las raíces y aseguró una alta sobrevivencia.

C. Diseño experimental y tratamientos

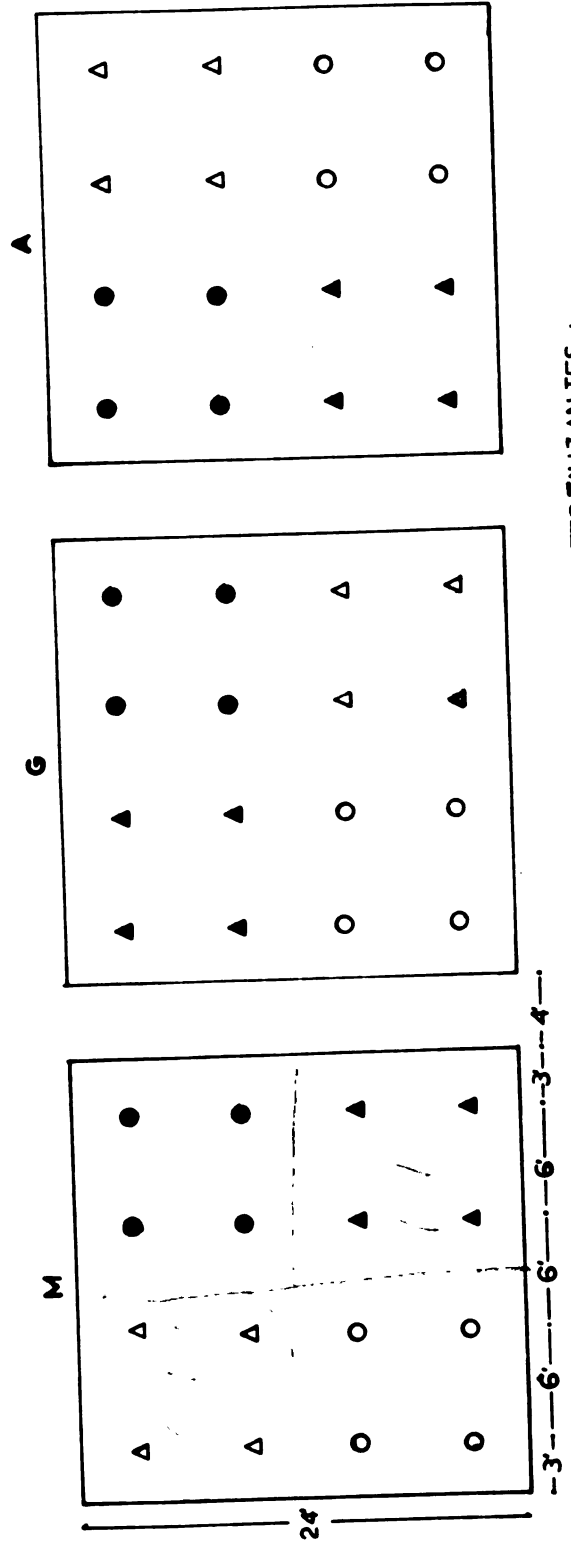
Se diseñó un experimento factorial de 3x2x2 en parcelas sub-subdivididas para comparar el crecimiento acumulado de la altura y del diámetro, en tres tratamientos de limpieza (Aminotriazole, Gramoxone y Machete), dos tratamientos de fertilización (Fertilizado y No Fertilizado) y dos especies (P. caribaea var. hondurensis y E. saligna).

Los tratamientos de limpieza del suelo se llevaron en parcelas principales, los de fertilización en subparcelas y las especies en sub-subparcelas. Las repeticiones (sitios) fueron cinco, dando un total de 60 sub-subparcelas con cuatro plantas cada una.

En cada sitio o repetición se hizo una distribución randomizada de las parcelas de limpieza. Dentro de cada parcela principal la distribución de las especies se efectuó mediante un sorteo inicial y luego sistemáticamente. Los tratamientos de fertilización se distribuyeron al azar. La **Figura Nº 2** muestra la disposición de los tratamientos y las distancias de plantación, para una repetición.

La idea de la presente investigación fue la de dar tratamientos óptimos al experimento, que no deben entenderse como tratamientos comerciales, con el fin de encontrar los alcances y las limitaciones que servirán de base para planear trabajos comerciales.

Figura 2. ESQUEMA DE UNA REPETICION DE LOS TRATAMIENTOS DEL EXPERIMENTO



LIMPIEZAS :

- A = Aminotriazole
- G = Gramoxone
- M = Mache te

ESPECIES Y FERTILIZANTES :

- ▲ = Pino Fertilizado
- △ = Pino no Fertilizado
- = Eucalipto Fertilizado
- = Eucalipto no Fertilizado

1. Limpiezas

Se practicaron los siguientes tratamientos de limpieza:

a. Limpiezas a machete

Consiste en "chapias" bajas de la mala hierba, cada dos meses, como es común en las plantaciones forestales de esta región.

b. Limpiezas con herbicidas

Se decidió mantener limpias las parcelas con tratamientos de herbicidas. Aunque hay varios herbicidas que permiten mantener el suelo limpio, se escogió el Aminotriazole y el Gramoxone por presentar menos efectos residuales para la plantación. Para poder comprobar un posible efecto residual se utilizaron los dos herbicidas.

1) Aminotriazole (3-amino-1,2,4-triazole)

Se usó Amonotriazole del 100% de principio activo, en la dosificación de 11,2 Kg. de producto, más 617 ml de Agral 90, en 741 litros de agua por ha.

2) Gramoxone (Dicloruro de Paraquat 24,7%, ingredientes inertes 75,3% por peso)

Este herbicida de la Plant Protection Ltd. se utilizó en solución acuosa al 1%, más 617 ml de Agral 90, en 741 litros de agua por ha.

El Aminotriazole y el Gramoxone se aplicaron en concentraciones un poco mayores a las recomendadas, porque se trató de obtener una respuesta eficaz en el control de varios tipos de malas hierbas.

La aplicación de los herbicidas se hizo por medio de una bomba de

espalda, marca HOLDER Clipp, equipada con boquilla normal. En cada aplicación se trató de mojar hasta el punto de goteo el follaje de la mala hierba. Los pinos y los eucaliptos fueron protegidos de los herbicidas por medio de bolsas de papel y cartones que se colocaron al momento de la aplicación.

La frecuencia de aplicación estuvo dada por la rapidez de la repoblación de las malas hierbas y por la exigencia de la meta que era mantener el suelo limpio. El gasto de los herbicidas, la frecuencia de aplicación y sus efectos se indican en los resultados.

Los tratamientos de limpieza se hicieron antes de la plantación, de setiembre a noviembre de 1966, y posteriores a la plantación, de diciembre de 1966 a mayo de 1967.

2. Fertilización

Se hizo aplicaciones de fertilizante compuesto de la fórmula 14-14-14 (N, P₂O₅, K₂O). La primera aplicación, de una onza por planta, se efectuó al momento de la plantación, colocando el fertilizante al fondo del hoyo y cubriéndolo con cuatro centímetros de tierra, con el fin de tener una buena distribución del fósforo. Las siguientes aplicaciones se hicieron cada 15 días, localizando una onza de fertilizante a unos 20 cm alrededor de la planta sobre la superficie del suelo. Esta dosificación gasta 1,5 libras de fertilizante por planta por año.

La aplicación fraccionada y continua tuvo por objeto mantener un constante suministro de fertilizante a la planta y evitar problemas de movilización y lixiviación de los elementos nutritivos.

3. Otros cuidados culturales

Se tuvo un buen control del ataque de hormigas (*Atta sp.*) con el empleo de Mirex. También se redujeron los daños de roedores por medio de trampas. La entrada de malas hierbas y bejuco desde afuera hacia las parcelas se limitó manteniendo limpios los bordes de las parcelas.

D. Toma de datos

El 30-XI-66, al terminar la plantación, se iniciaron las mediciones de la altura, del diámetro, el número de ramas y/o brotes, y la coloración del follaje; estas medidas se llevaron por seis meses, hasta el 30-V-67. Los datos se anotaron en una hoja de campo elaborada para el efecto (ver apéndice).

1. Altura

Se midió la altura total de las plantas, desde el nivel del suelo hasta las hojas terminales, con una regla graduada y con aproximación al centímetro. La medición se hizo cada 15 días durante seis meses.

2. Diámetro

Se midió el diámetro del tallo de las plantas a 2 cm de la superficie del suelo; para esto, cerca del tallo se colocó una base de madera de 2 cm de espesor que sirvió para hacer la medición del diámetro y de la altura, todas las veces, en el mismo punto (ver apéndice, Figs. 20 y 21). Se utilizó un calibrador con vernier con aproximación de

1/10 de mm. La medición del diámetro se hizo cada dos meses, por el peligro de dañar el tallito de las plantas mediéndolo-quincenalmente.

3. Número de ramas y/o brotes

Se hizo un contaje inicial de las ramas y/o brotes de cada una de las plantas del experimento y después, cada dos meses.

4. Coloración del follaje

Se tomó mensualmente la coloración de las hojas de cada planta por comparación con las cartas de colores para tejidos vegetales de Munsell (58).

5. Datos adicionales

Se tomaron los datos de ancho y altura de copa y se hicieron observaciones del comportamiento de las especies según los tratamientos.

6. Lluvia en cada sitio

Con el objeto de conocer la variación en la cantidad de agua caída en cada sitio del experimento, se construyeron pluviómetros sencillos que se colocaron dentro de las parcelas. La cantidad de agua se midió quincenalmente.

7. Humedad del suelo

Para averiguar si los tratamientos de limpieza causan diferencias en el contenido de humedad del suelo, se tomaron mensualmente muestras de suelo hasta 15 cm de profundidad en cada parcela de limpieza. El contenido de humedad se encontró por el método gravimétrico, en horno a 105°C.

RESULTADOS

A. Tamaño inicial de las plantas del experimento

El Cuadro Nº 6 muestra los promedios de la altura y del diámetro, y la variación de las plantas al iniciar el experimento (ver apéndice, Figs. 20 y 21).

CUADRO Nº 6. Promedios y Coeficiente de Variación de la altura y del diámetro de las plantas de P. caribaea y E. saligna al tiempo de la plantación.

Especies	A l t u r a		D i á m e t r o	
	\bar{X} (cm.)	C.V. (%)	\bar{X} (mm.)	C.V. (%)
<u>P. caribaea</u>	13,1	15,8	2,1	19,0
<u>E. saligna</u>	29,7	15,6	2,8	18,9

B. Crecimiento en altura

El crecimiento en altura del P. caribaea y del E. saligna fue el más analizado por constituir la meta principal del experimento. Se consideró que dos metros de altura es una buena base para que las plantas estén libres de la competencia de la mala hierba.

CUADRO N° 7. Análisis de variancia del crecimiento promedio acumulado de la altura del P. caribaea var. hondurensis y del E. saligna, desde el tercer mes hasta el sexto mes después de la plantación.

Fuente de Variación	G.L.	M e s e s											
		Tercero		Cuarto		Quinto		Sexto					
		C.medio	F. cal.	C.medio	F. cal.	C.medio	F. cal.	C.medio	F. cal.				
Repeticiones (Sitios)	4	0,0068	0,35	0,0120	0,36	0,0124	0,83	0,0158	0,94				
Limpieza	2	0,0534	2,79	0,1162	3,52	0,1319	5,17*	0,1047	6,23*				
Error (a)	8	0,0191		0,0330		0,0255		0,0168					
Fertilizante	1	0,3010	21,34**	0,2319	17,30**	0,1961	16,47**	0,1402	17,97**				
Limpieza x Fertiliz.	2	0,0133	0,94	0,0067	0,50	0,0110	0,92	0,0110	1,41				
Error (b)	12	0,0141		0,0134		0,0119		0,0078					
Especie	1	3,4034	413,58**	4,7884	576,91**	5,9095	738,68**	6,8546	1.269,37**				
Limpieza x Especie	2	0,0118	1,43	0,0208	2,50	0,0100	1,25	0,0024	0,44				
Fertiliz. x Especie	1	0,0921	11,19**	0,0967	11,65**	0,1016	12,70**	0,0707	13,09**				
Limpieza x Fert. x Esp.	2	0,0049	0,59	0,0030	0,36	0,0019	0,23	0,0012	0,22				
Error (c)	24	0,0082		0,0083		0,0080		0,0054					

** Significativo al nivel del 1%

* Significativo al nivel del 5%

Nota: Para el análisis de variancia se hizo transformación logarítmica de los datos de altura.

1. Crecimiento en altura de acuerdo a los tratamientos de limpieza

El crecimiento promedio acumulado de la altura del P. caribaea y del E. saligna, de acuerdo a los tratamientos de limpieza, mostró diferencias significativas al 5% a partir del quinto mes (Cuadro Nº 7).

La comparación estadística entre totales de los tratamientos de limpieza se hizo por la Prueba de la Diferencia Límite de Significación. Se encontraron diferencias significativas al 5% entre la limpieza con Machete comparada con la limpieza usando Gramoxone y Aminotriazole. Entre las limpiezas con herbicidas no hubo diferencias significativas (Cuadro Nº 8) (ver apéndice, Fig. 22).

CUADRO Nº 8. Prueba de la Diferencia Límite de Significación, al nivel del 5%, para los totales de los tratamientos de limpieza (altura).

Error Standard de las Diferencias $S_d .05 = 1,89$			
Totales	38,97	41,43	41,52
Tratamientos	Machete	Aminotriazole	Gramoxone

Nota: El cálculo se hizo con los valores logarítmicos del sexto mes.

2. Crecimiento en altura en respuesta a la fertilización

a. Fertilizante

El tratamiento de fertilización mostró diferencias significativas al 1% contra el no fertilizado, desde el tercer mes del experimento

(Cuadro N^o 7) (ver apéndice, Figs. 23, 24 y 25).

b. Interacción Limpieza x Fertilizante

La interacción limpieza por fertilizante no fue significativa (Cuadro N^o 7).

3. Crecimiento en altura de las especies de acuerdo a los tratamientos de limpieza y fertilización

a. Especie

Hay diferencias altamente significativas entre las especies en el crecimiento promedio acumulado de la altura (Cuadro N^o 7).

A partir del primer mes de la plantación el E. saligna mostró una tasa de crecimiento muy superior a la del P. caribaea (Figura 3).

b. Limpieza x Especie

La interacción limpieza por especie no fue significativa (Cuadro N^o 7).

La Figura 3 muestra el crecimiento quincenal del E. saligna y del P. caribaea de acuerdo a los tratamientos de limpieza. Dentro de cada especie existen diferencias entre tratamientos de limpieza que no llegan a ser significativas. Sin embargo, al analizar las tendencias de crecimiento en el E. saligna, vemos que las curvas de Aminotriazole y de Gramoxone tienen pequeñas diferencias. El Aminotriazole tuvo una ligera superioridad al Gramoxone entre el primero y el quinto mes; entre el quinto y el sexto mes el Gramoxone superó muy levemente al Aminotriazole.

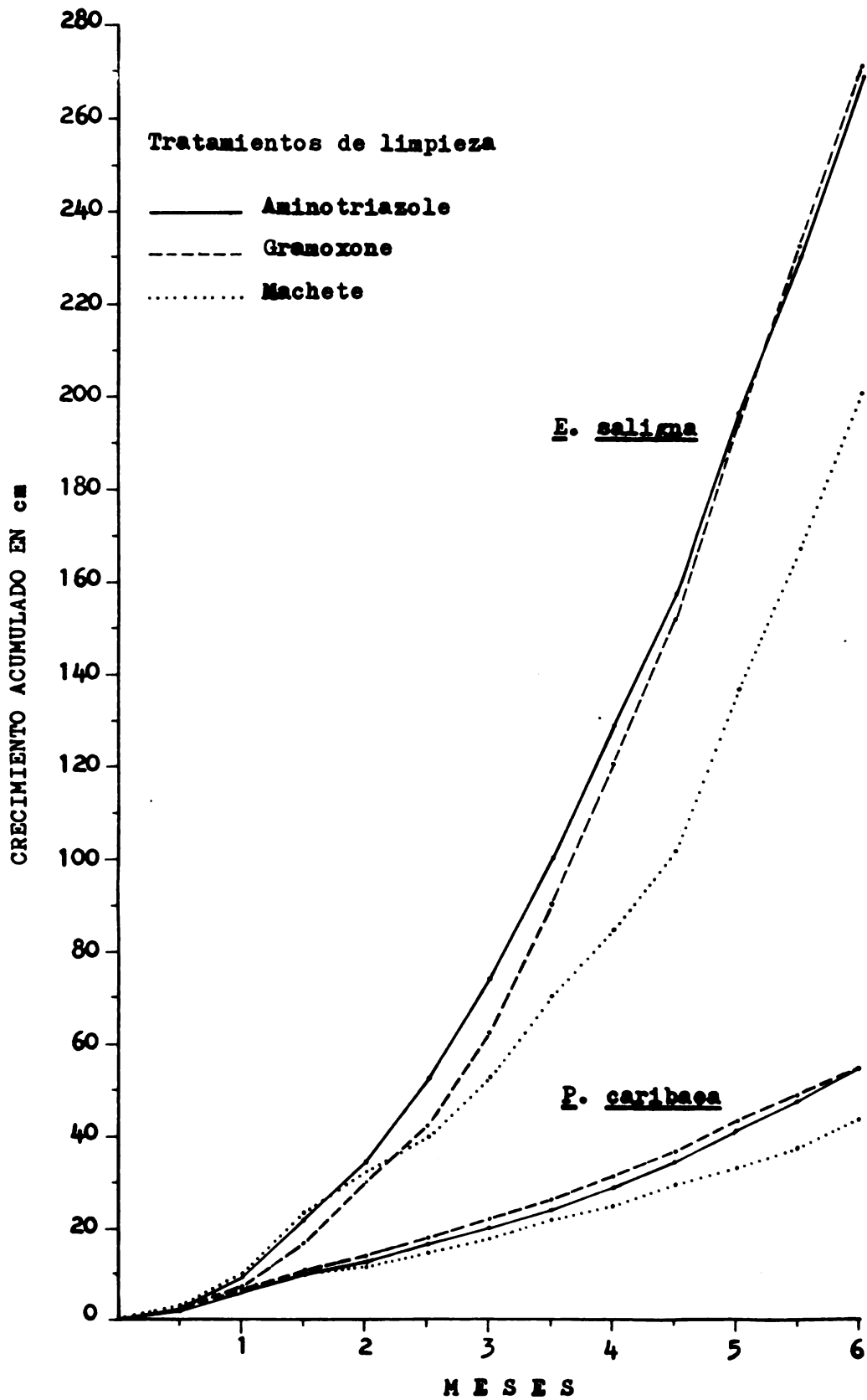


Fig. 3. Crecimiento promedio acumulado de la altura de Pinus caribaea var. hondurensis y Eucalyptus saligna de acuerdo a los tratamientos de limpieza, de diciembre a mayo

El tratamiento Machete, desde la plantación hasta el segundo mes, fue ligeramente superior a los herbicidas. A partir del segundo mes se nota la superioridad de los herbicidas (Figura 3).

A mediados del quinto mes el crecimiento del eucalipto, en el tratamiento Machete, toma una tendencia de mayor crecimiento debido a la iniciación de la estación lluviosa y a que muchas de las copas de las plantas habían salido de la mala hierba, especialmente en las plantas fertilizadas (Figura 3).

El P. caribaea en los tres tratamientos de limpieza siguió igual ritmo de crecimiento hasta mediados del quinto mes, desde donde se notan pequeñas diferencias entre los herbicidas y el machete (Figura 3).

c. Fertilizante x Especie

La interacción fertilizante por especie fue altamente significativa, desde el tercer mes (Cuadro Nº 7).

Para la comparación estadística entre los totales de esta interacción se usó la Prueba de la Diferencia Límite de Significación (Cuadro Nº 9).

CUADRO Nº 9. Prueba de la Diferencia Límite de Significación, al nivel del 1%, para los totales de la interacción fertilizante por especie (altura).

Error Standard de las Diferencias $S_{\alpha} .01 = 0.75$				
Totales	25,20	25,62	34,31	36,79
Tratamientos	Pino no fertilizado	Pino fertilizado	Eucalipto no fertilizado	Eucalipto fertilizado

Nota: El cálculo se hizo con los valores logarítmicos del sexto mes.

La Figura 4 muestra el crecimiento quincenal del E. saligna y del P. caribaea en respuesta a la fertilización. La respuesta del E. saligna a la fertilización fue significativa al 1%; mientras el P. caribaea prácticamente no respondió (Cuadro N° 9 y Figura 4).

d. Limpieza x Fertilizante x Especie

La interacción limpieza por fertilizante por especie, no fue significativa (Cuadro N° 7).

La Figura 5 muestra el crecimiento quincenal del E. saligna y del P. caribaea, en forma individual, según los tratamientos de limpieza y fertilización. Del análisis de esta figura se hace las siguientes consideraciones:

El P. caribaea, fertilizado y no fertilizado, tuvo pequeñas diferencias en altura en los tratamientos de limpieza, en el orden Aminotriazole, Gramoxone, Machete. La fertilización dio respuestas insignificantes en Aminotriazole y Machete; mientras que en Gramoxone prácticamente no hubo respuesta.

El E. saligna tuvo diferencias de consideración en altura en los tratamientos de limpieza, que no llegaron a ser significativas. Para el eucalipto fertilizado el orden es Aminotriazole, Gramoxone, Machete; y para el eucalipto no fertilizado el orden es Gramoxone, Aminotriazole, Machete.

Las diferencias y el porcentaje de ganancia en altura del E. saligna, en los diferentes tratamientos de limpieza y fertilización, se muestran en la Figura 6.

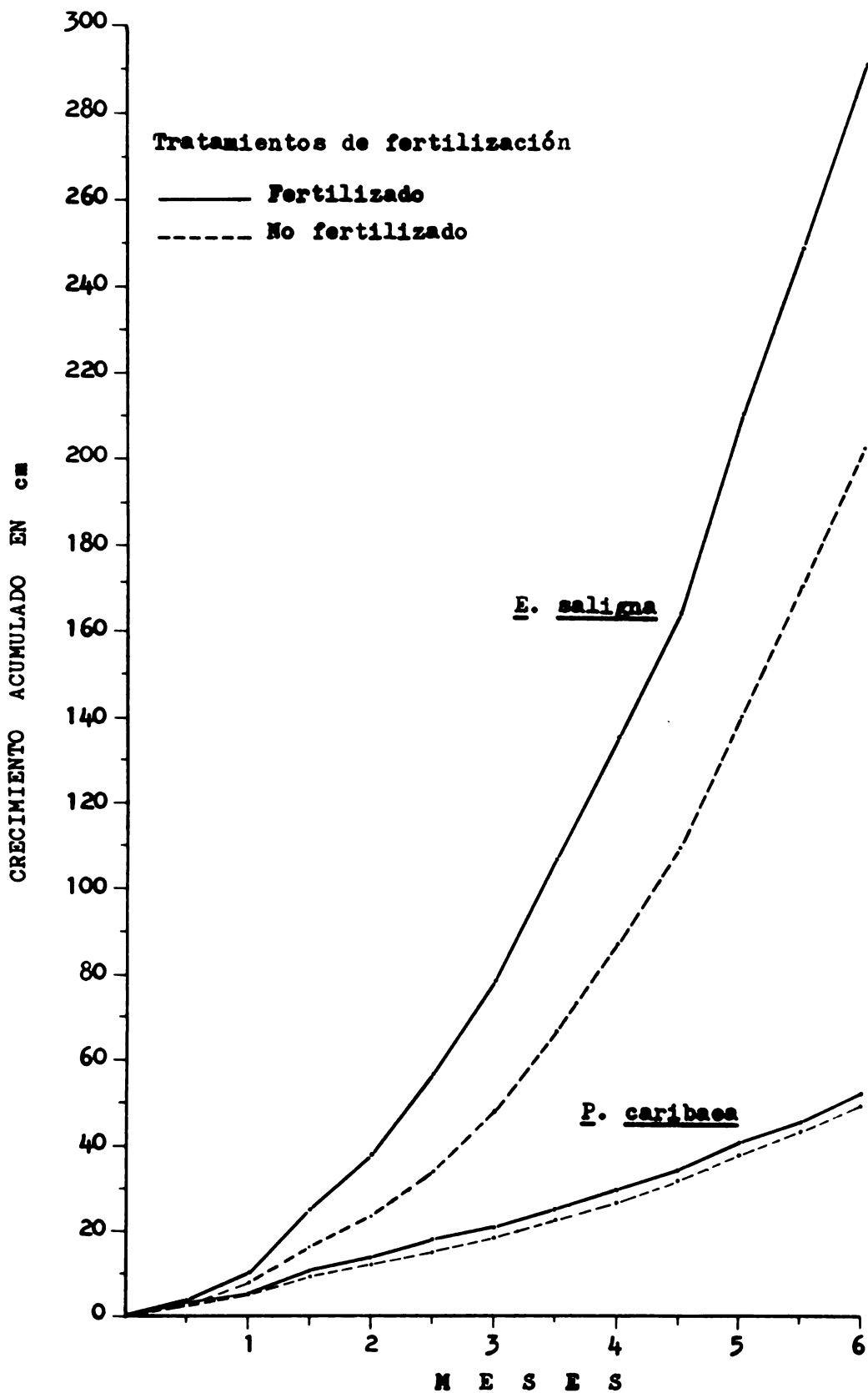


Fig. 4. Crecimiento promedio acumulado de la altura de Pinus caribaea var. hondurensis y Eucalyptus saligna en respuesta a la fertilización

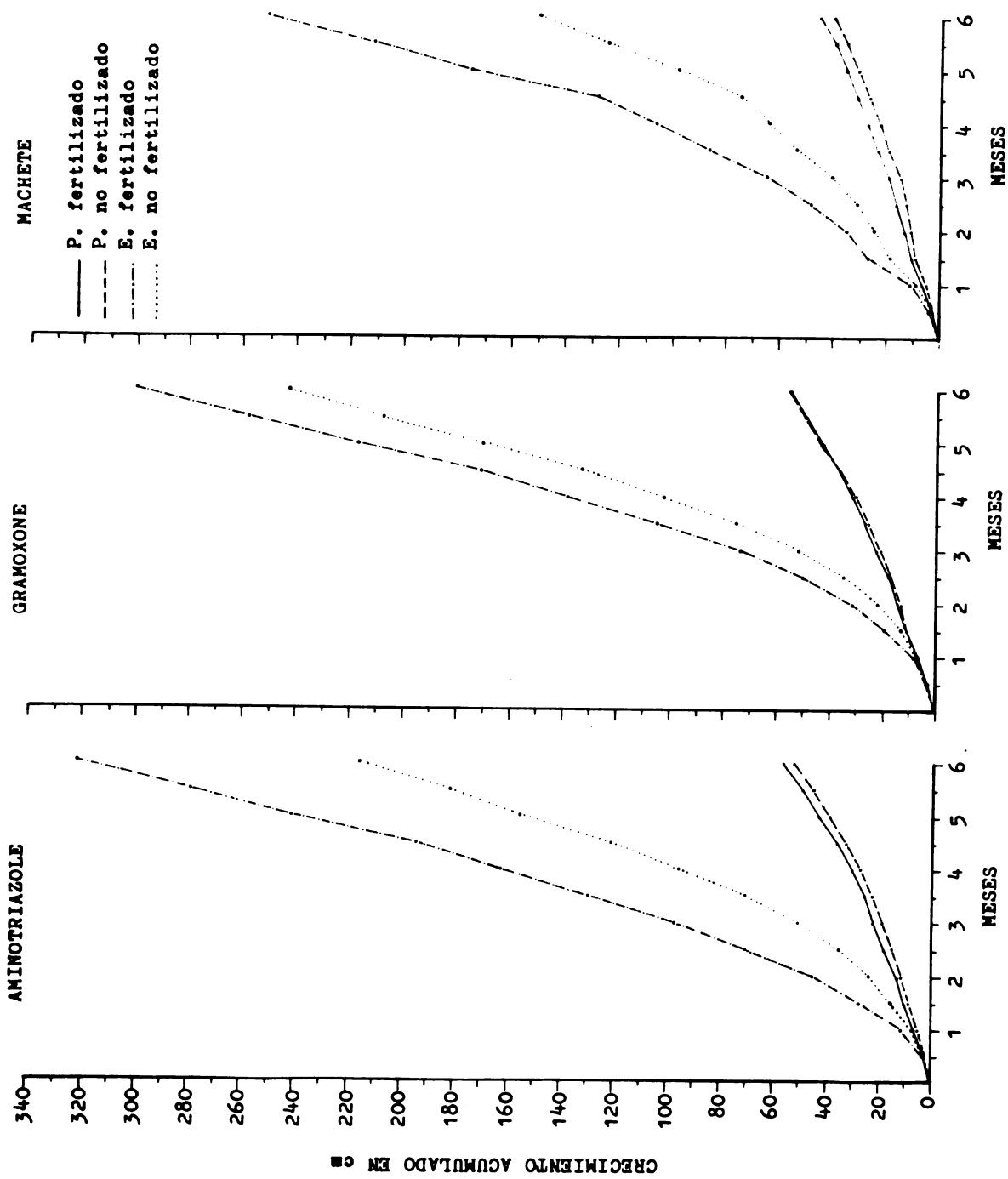


Fig. 5 Crecimiento promedio acumulado de la altura del Pinus caribaea var. hondurensis y del Eucalyptus saligna en la interacción limpieza x fertilizante x especie

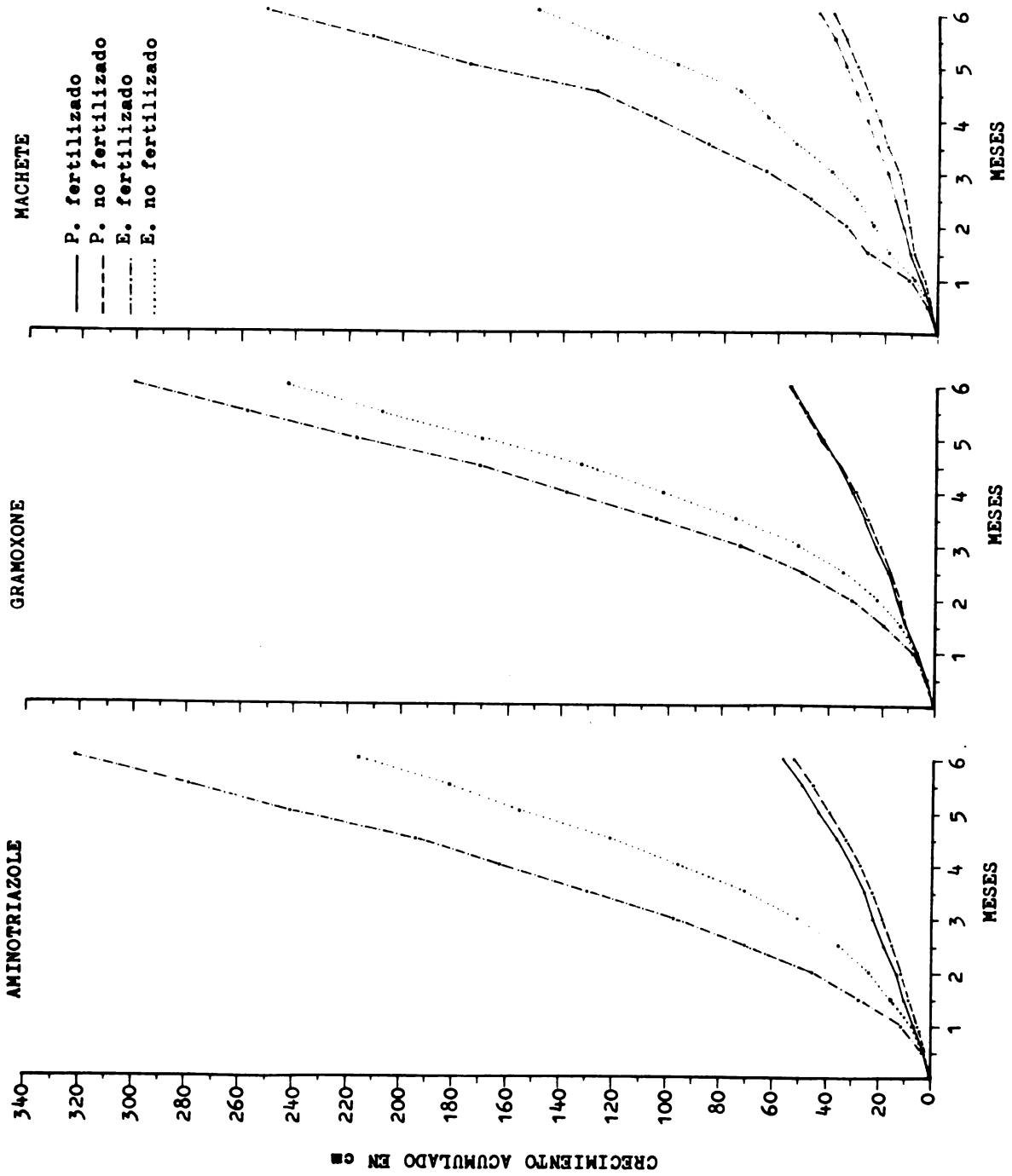


Fig. 5 Crecimiento promedio acumulado de la altura del Pinus caribaea var. hondurensis y del Eucalyptus saligna en la interacción limpieza x fertilizante x especie

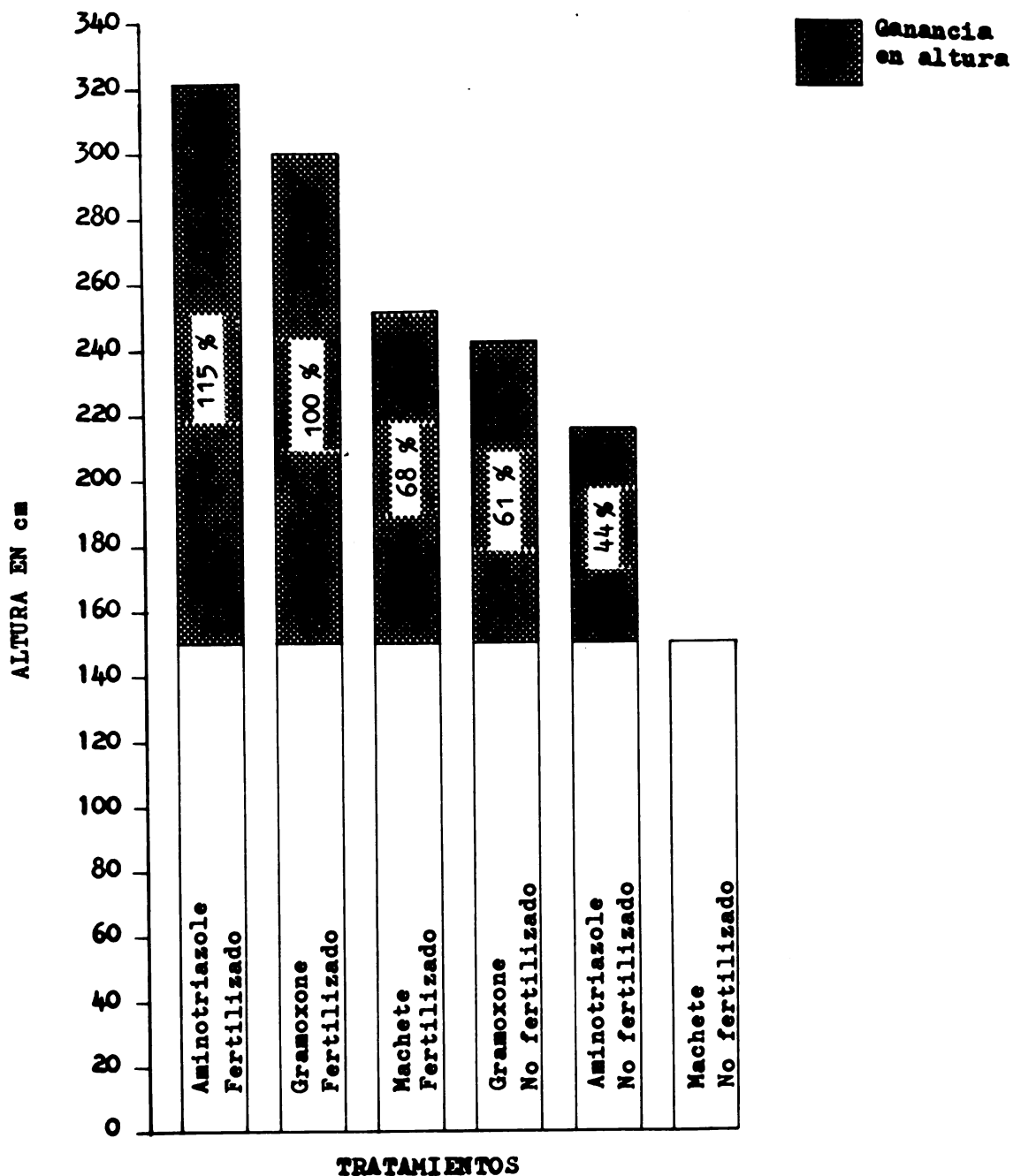


Fig. 6. Diferencias y porcentaje de ganancia en altura del Eucalyptus saligna de acuerdo a los tratamientos de limpieza y fertilización, con respecto al tratamiento "machete no fertilizado", a los seis meses

C. Crecimiento en diámetro

El crecimiento promedio acumulado del diámetro del P. caribaea y del E. saligna se consideró como el mejor índice del crecimiento (ver apéndice, Fig. 26).

El Cuadro Nº 10 muestra diferencias altamente significativas del diámetro en los tratamientos de limpieza, desde el cuarto mes.

CUADRO Nº 10. Análisis de variancia del crecimiento promedio acumulado del diámetro del P. caribaea y del E. saligna, el cuarto y el sexto mes.

Fuente de Variación	G.L.	M e s e s			
		Cuarto		Sexto	
		C.medio	F.cal.	C.medio	F.cal.
Repeticiones (Sitios)	4	0,0607	1,09	0,0460	0,82
Limpieza	2	0,5422	9,80 ^{**}	0,6997	12,56 ^{**}
Error (a)	8	0,0553		0,0557	
Fertilizante	1	0,2221	18,35 ^{**}	0,1421	13,93 ^{**}
Limpieza x Fertiliz.	2	0,0059	0,48	0,0044	0,43
Error (b)	12	0,0121		0,0102	
Especie	1	3,7251	532,15 ^{**}	4,0560	390,00 ^{**}
Limpieza x Especie	2	0,0169	2,41	0,0192	1,80
Fertiliz. x Especie	1	0,0770	11,00 ^{**}	0,1042	10,01 ^{**}
Limpieza x Fert. x Esp.	2	0,0024	0,34	0,0262	2,53
Error (c)	24	0,0070		0,0104	

^{**} Significativo al nivel del 1%

Nota: Para el análisis de variancia se hizo transformación logarítmica de los datos del diámetro.

La comparación estadística entre los totales de los tratamientos de limpieza se hizo por la Prueba de la Diferencia Límite de Significación (Cuadro Nº 11).

CUADRO Nº 11. Prueba de la Diferencia Límite de Significación, al nivel del 1%, para los totales de los tratamientos de limpieza (diámetro).

Error Standard de las Diferencias S_d .01 = 5,07			
Totales	19,85	25,98	26,63
Tratamientos	Machete	Aminotriazole	Gramoxone

Nota: El cálculo se hizo con los valores logarítmicos del sexto mes.

La fertilización fue altamente significativa (Cuadro Nº 10).

La interacción limpieza x fertilizante no fue significativa (Cuadro Nº 10).

El E. saligna mostró diferencias en diámetro altamente significativas respecto al P. caribaea (Cuadro Nº 10).

La interacción limpieza x especie no fue significativa. Sin embargo los valores del cuarto y del sexto mes están próximos al nivel de significancia del 5% (Cuadro Nº 10).

La interacción fertilizante x especie fue significativa al 1%, desde el cuarto mes (Cuadro Nº 10). Para la comparación estadística de los totales de esta interacción, se usó la Prueba de la Diferencia Límite de

Significación (Cuadro Nº 12).

CUADRO Nº 12. Prueba de la Diferencia Límite de Significación, al nivel del 1%, para la interacción fertilizante x especie (diámetro).

Error Standard de las Diferencias S_d .01 = 0,94

Totales	14,11	14,32	20,66	23,37
Tratamientos	Pino no fertilizado	Pino fertilizado	Eucalipto no fertilizado	Eucalipto fertilizado

Nota: El cálculo se hizo con los valores logarítmicos del sexto mes.

La interacción limpieza x fertilizante x especie no fue significativa. Sin embargo, el valor del sexto mes se aproxima al nivel de significancia del 5% (Cuadro Nº 10).

La Figura 7 muestra el crecimiento diamétrico bimensual del P. caribaea y del E. saligna, en forma individual, según los tratamientos de limpieza y fertilización. Del análisis de esta figura se hace las siguientes consideraciones:

El P. caribaea, fertilizado y no fertilizado, muestra pequeñas diferencias entre los tratamientos de limpieza, en el siguiente orden: Gramoxone, Aminotriazole, Machete. En la fertilización, este mismo pino, dio respuestas muy pequeñas en las limpiezas con Aminotriazole y Gramoxone; y respuestas casi nulas en la limpieza con Machete.

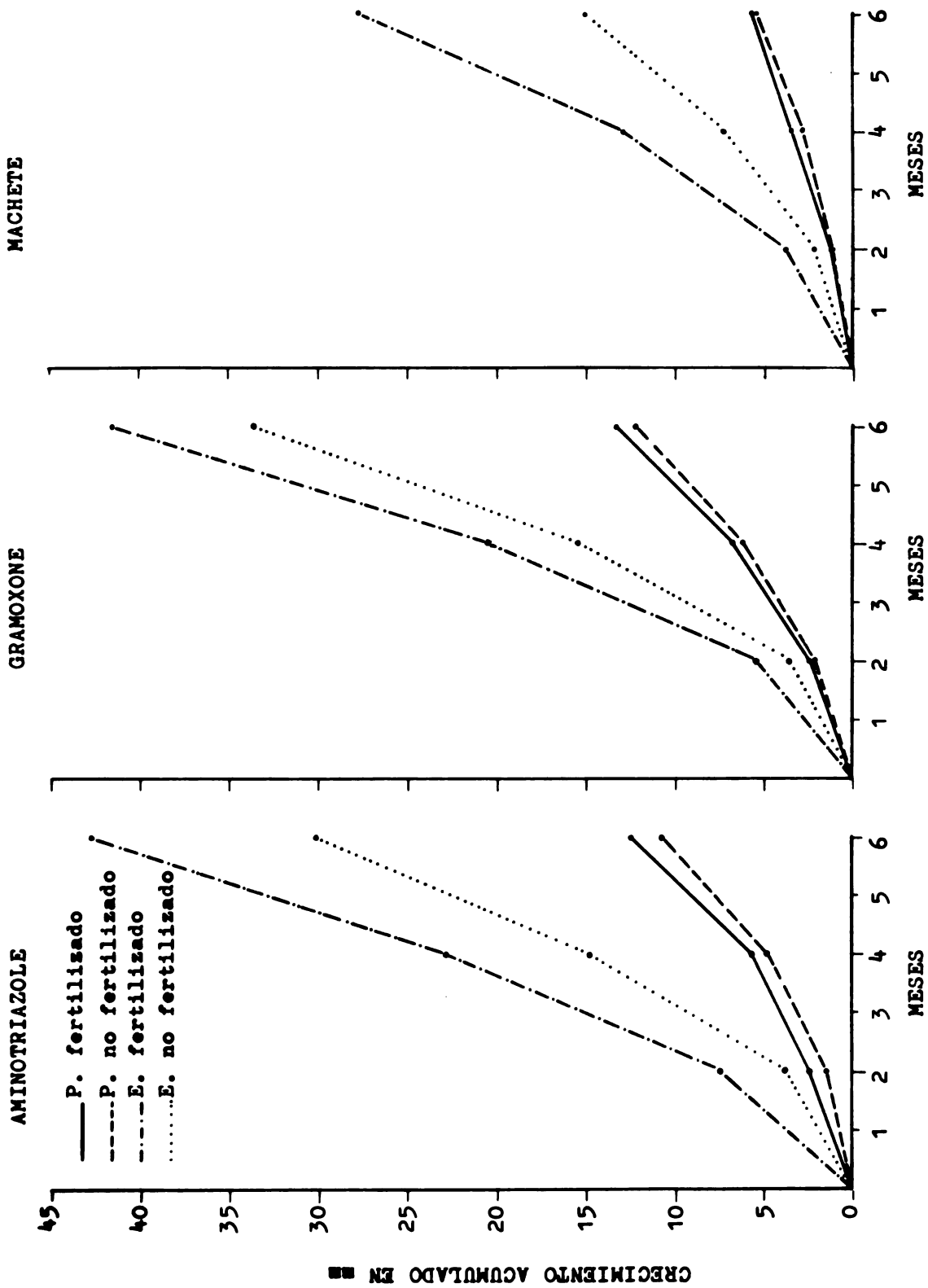


Fig. 7 Crecimiento promedio acumulado del diámetro del Pinus caribaea var. hondurensis y del Eucalyptus saligna en la interacción limpieza x fertilizante x especie

El E. saligna muestra diferencias considerables entre los tratamientos de limpieza. Para el eucalipto fertilizado el orden es Aminotriazole, Gramoxone y Machete; para el eucalipto no fertilizado el orden es Gramoxone, Aminotriazole y Machete, o sea el mismo orden que en la altura.

Las diferencias y el porcentaje de ganancia en diámetro del E. saligna, según los tratamientos de limpieza y fertilización, se muestra en la Figura 8.

Las figuras 9 y 10 muestran las diferencias y el porcentaje de ganancia en altura y diámetro del P. caribaea. Sin embargo, estos porcentajes no dan una buena idea del crecimiento del pino, porque esta especie no alcanzó la meta de dos metros de altura.

D. Número de ramas y/o brotes

La Figura 11 muestra el número promedio de ramas del E. saligna y el número promedio de ramas y/o brotes del P. caribaea.

Para el E. saligna se observan tendencias muy similares a las curvas de crecimiento de la altura y del diámetro, debido al grado de correlación que existe entre el follaje, el diámetro y la altura (Figura 12).

En el P. caribaea se observan dos detalles importantes: a) los pinos no fertilizados, en la limpieza con Gramoxone, tienen más ramas y/o brotes que los pinos fertilizados y, b) los pinos en la limpieza con machete, fertilizados y no fertilizados, no han incrementado su follaje (Figura 11) (ver apéndice, Fig. 27).

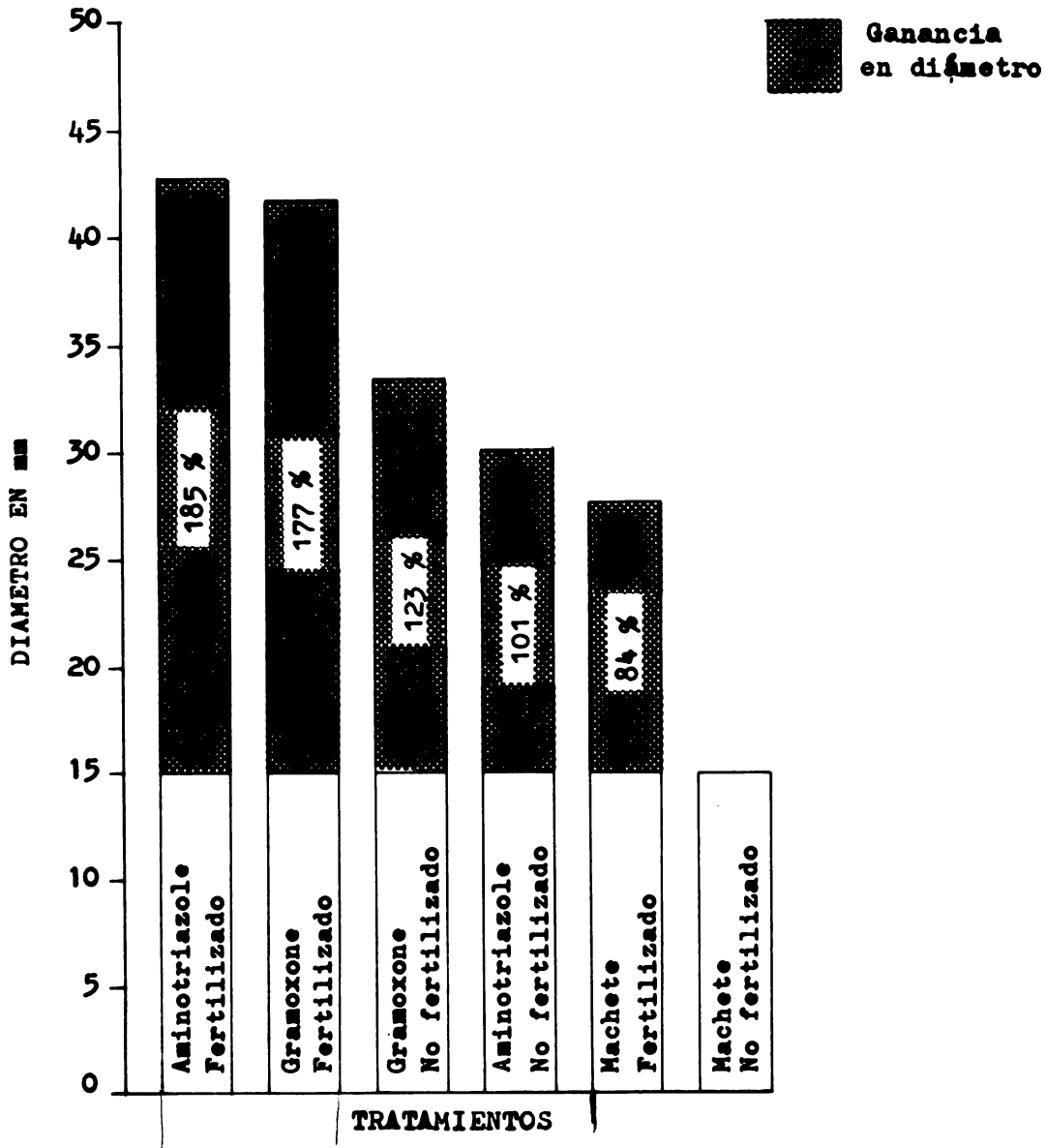


Fig. 8. Diferencias y porcentaje de ganancia en diámetro del Eucalyptus saligna de acuerdo a los tratamientos de limpieza y fertilización, con respecto al tratamiento "machete no fertilizado", a los seis meses

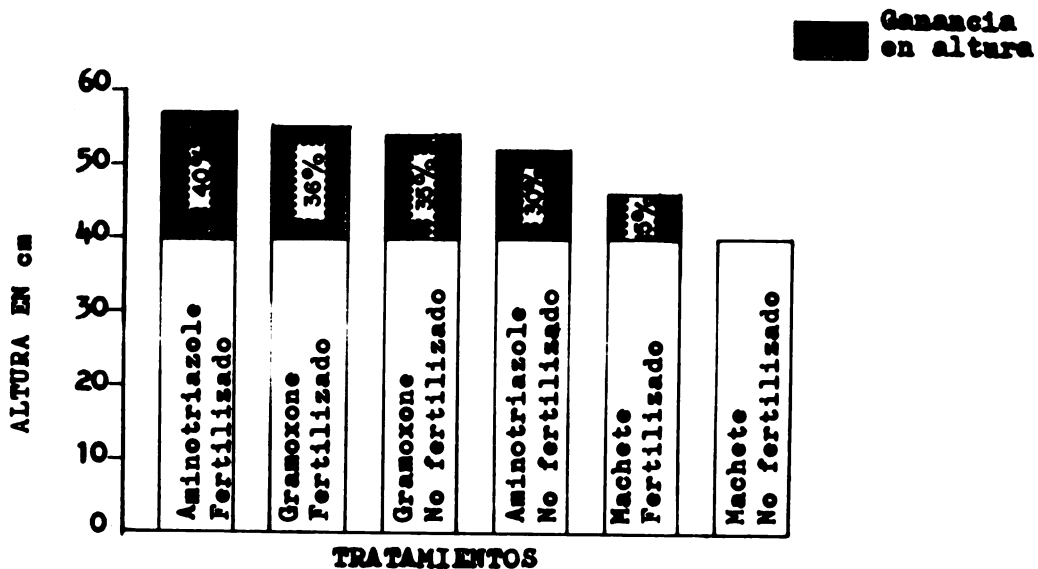


Fig. 9. Diferencias y porcentaje de ganancia en altura del Pinus caribaea var. hondurensis de acuerdo a los tratamientos de limpieza y fertilización, con respecto al tratamiento "machete no fertilizado", a los seis meses

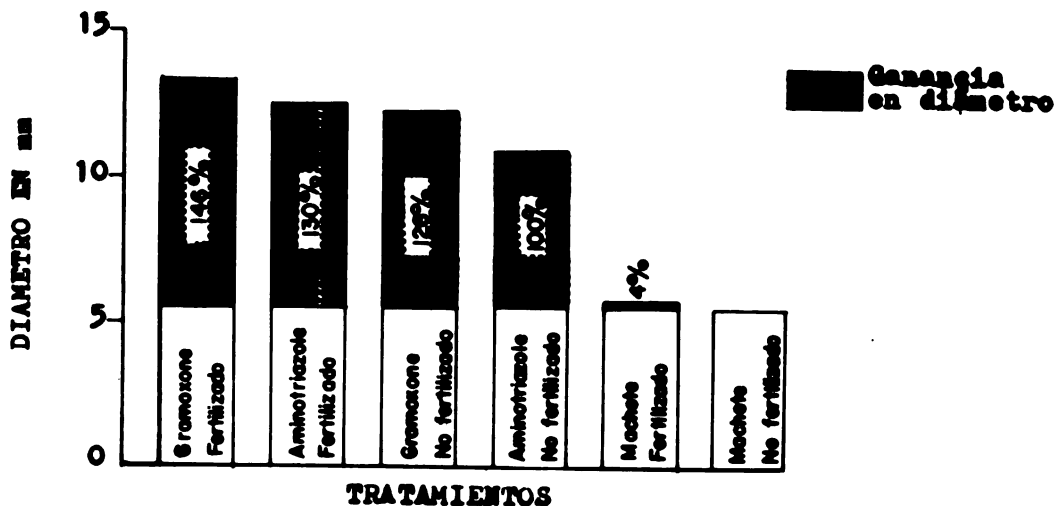


Fig. 10. Diferencias y porcentaje de ganancia en diámetro del Pinus caribaea var. hondurensis de acuerdo a los tratamientos de limpieza y fertilización, con respecto al tratamiento "machete no fertilizado", a los seis meses

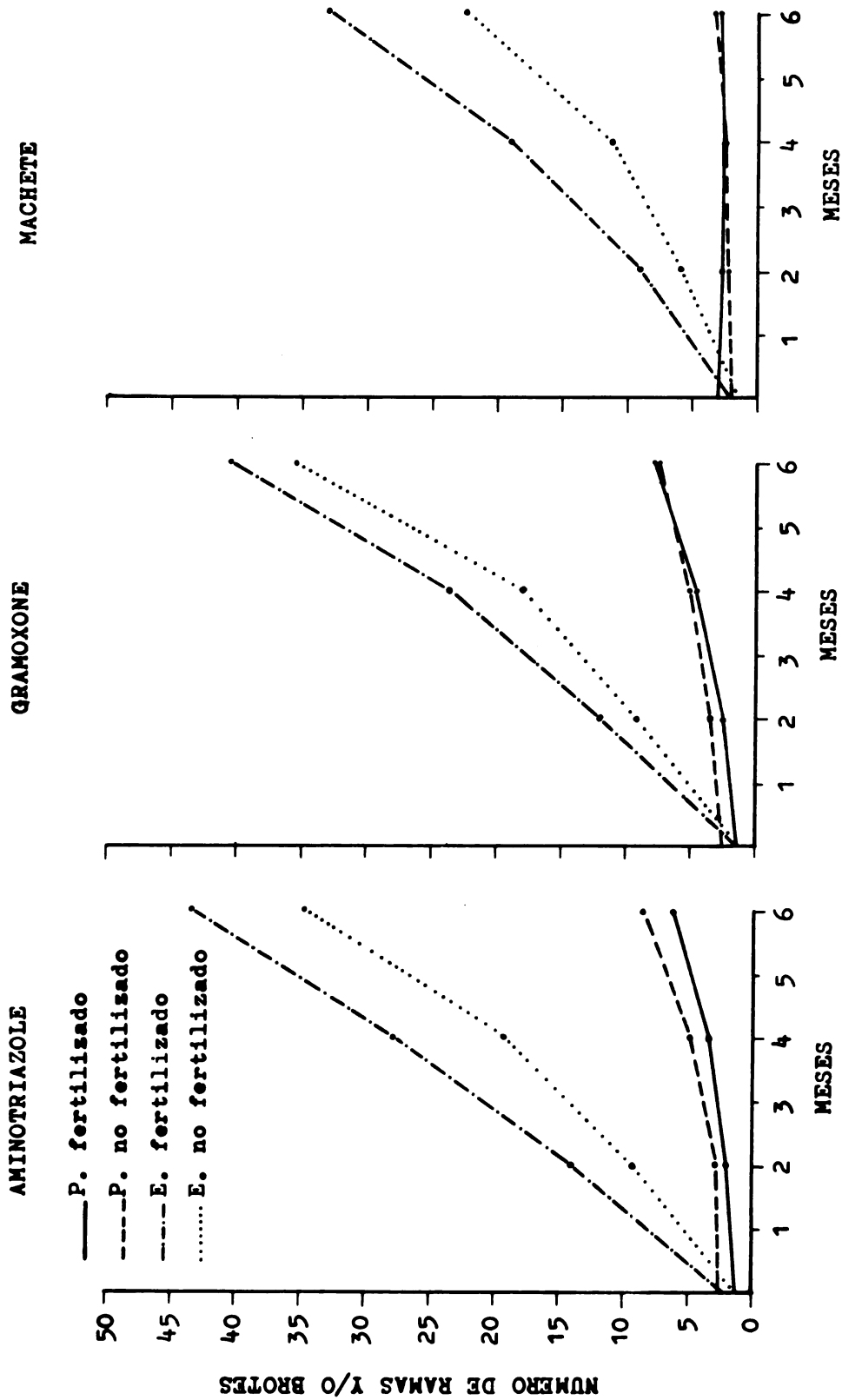


Fig. 11 Número promedio de ramas y/o brotes del Pinus caribaea var. hondurensis y del Eucalyptus saligna de acuerdo a los tratamientos de limpieza y fertilización

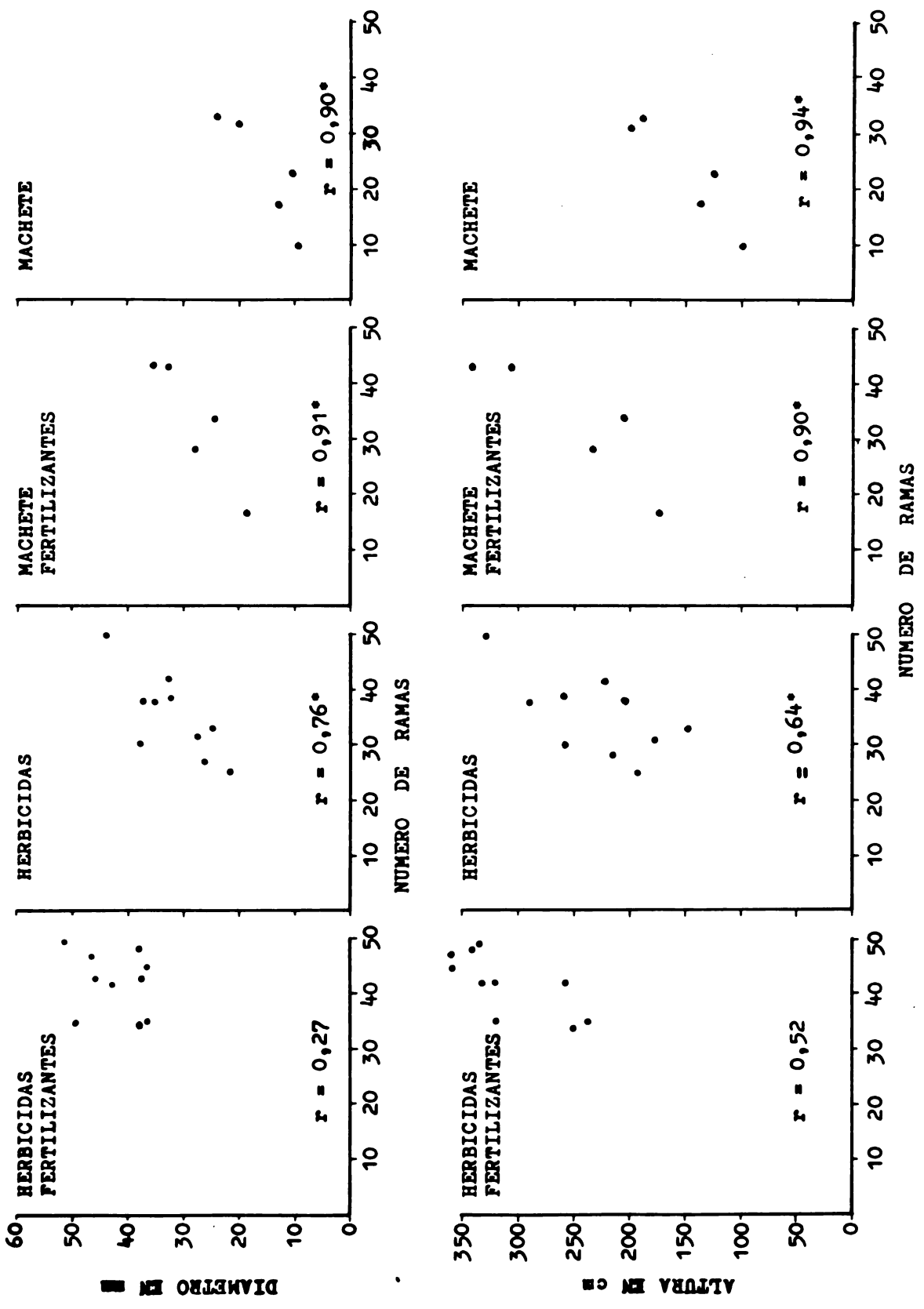


Fig. 12. Correlaciones entre el número de ramas, el diámetro y la altura del Eucalyptus saligna, según los tratamientos de limpieza y fertilización, a los seis meses

E. Coloración del follaje

En los cinco sitios del experimento se encontraron pequeñas diferencias en la coloración del follaje de las plantas (Cuadro Nº 13).

CUADRO Nº 13. Coloración del follaje del P. caribaea y del E. saligna en los diferentes tratamientos de limpieza y fertilización, según las Cartas de Munsell (58) (Sitios de buena fertilidad).

Tratamientos		Coloración del follaje
Limpiezas	Fertilización	
PINO		
Herbicidas	fertilizado	7,5GY5/6 - 6/6 verde amarillo moderado
Herbicidas	no fertilizado	7,5GY6/6 verde amarillo moderado
Machete	fertilizado	7,5GY6/6 verde amarillo moderado
Machete	no fertilizado	7,5GY6/6 - 7/6 verde amarillo moderado
EUCALIPTO		
Herbicidas	fertilizado	7,5GY4/4 - 3/4 - 7,5GY4/2 - 5/2 verde oliva moderado - verde oliva grisáceo
Herbicidas	no fertilizado	7,5GY5/4 - 7,5GY4/4 verde amarillo moderado - verde oliva moderado
Machete	fertilizado	7,5GY5/4 verde amarillo moderado
Machete	no fertilizado	7,5GY6/6 verde amarillo moderado

El el sitio cerca de la Cantera (sitio de baja fertilidad) hubo grandes diferencias en la coloración del follaje entre las plantas fertilizadas y no fertilizadas (Cuadro Nº 14). Entre los tratamientos de limpieza no hubo diferencias.

CUADRO Nº 14. Coloración del follaje del P. caribaea y del E. saligna, fertilizado y no fertilizado, según las Cartas de colores de Munsell (58). (Sitio de baja fertilidad).

Espece	Fertilización	Coloración del follaje
Pino	fertilizado	7,5GY4/6 verde oliva moderado - 7,5GY5/6 verde amarillo moderado
Pino	no fertilizado	2,5GY9/2 verde amarillo pálido
Eucalipto	fertilizado	7,5GY4/4 verde amarillo moderado
Eucalipto	no fertilizado	2,5GY5/4 - 5/6 verde amarillo moderado con pintas o manchas en las hojas de color rojo oscuro 5R3/4 - 3/6 - 3/8 o rojo grisáceo 5R4/4.

F. Altura y diámetro de la copa

En el P. caribaea, a los seis meses de plantado, todavía no se puede hablar de una altura de copa definida porque el tallo generalmente se encuentra cubierto de hojas desde la base.

En las plantas de E. saligna que crecieron en las parcelas de limpieza con herbicidas, la copa se inició desde el nivel del suelo; mientras en las plantas de eucalipto que crecieron en las parcelas de limpieza con machete la copa tuvo una altura de 50 a 80 cm desde el suelo, a los seis meses (ver apéndice, Fig. 28).

El P. caribaea, a los seis meses de plantado, mostró diámetros de copa muy pequeños entre 27 y 38 cm, con un porcentaje de cobertura del dosel de 15 y 21%.

El E. saligna, a los seis meses de plantado, sobrepasó el 100% de cobertura del dosel en los tratamientos de limpieza con herbicidas y fertilización, como se puede observar en la Figura 13.

G. Cantidad de lluvia en cada sitio del experimento

La Figura 14 muestra la variación mensual en la cantidad de lluvia caída en cada sitio del experimento, comparada con la lluvia registrada en la Estación Meteorológica del IICA. En general, en los sitios altos (Florencia Sur y Florencia Norte) llueve menos, y en los sitios bajos (Bajo Chino, Bajo San Lucas y Reventazón) llueve más que lo registrado en la Estación Meteorológica, que está situada en una posición intermedia (602 m. de altitud).

No se encontró correlación entre la lluvia quincenal caída en cada sitio del experimento y el crecimiento quincenal en altura del pino y del eucalipto, en los seis meses que duró el experimento.

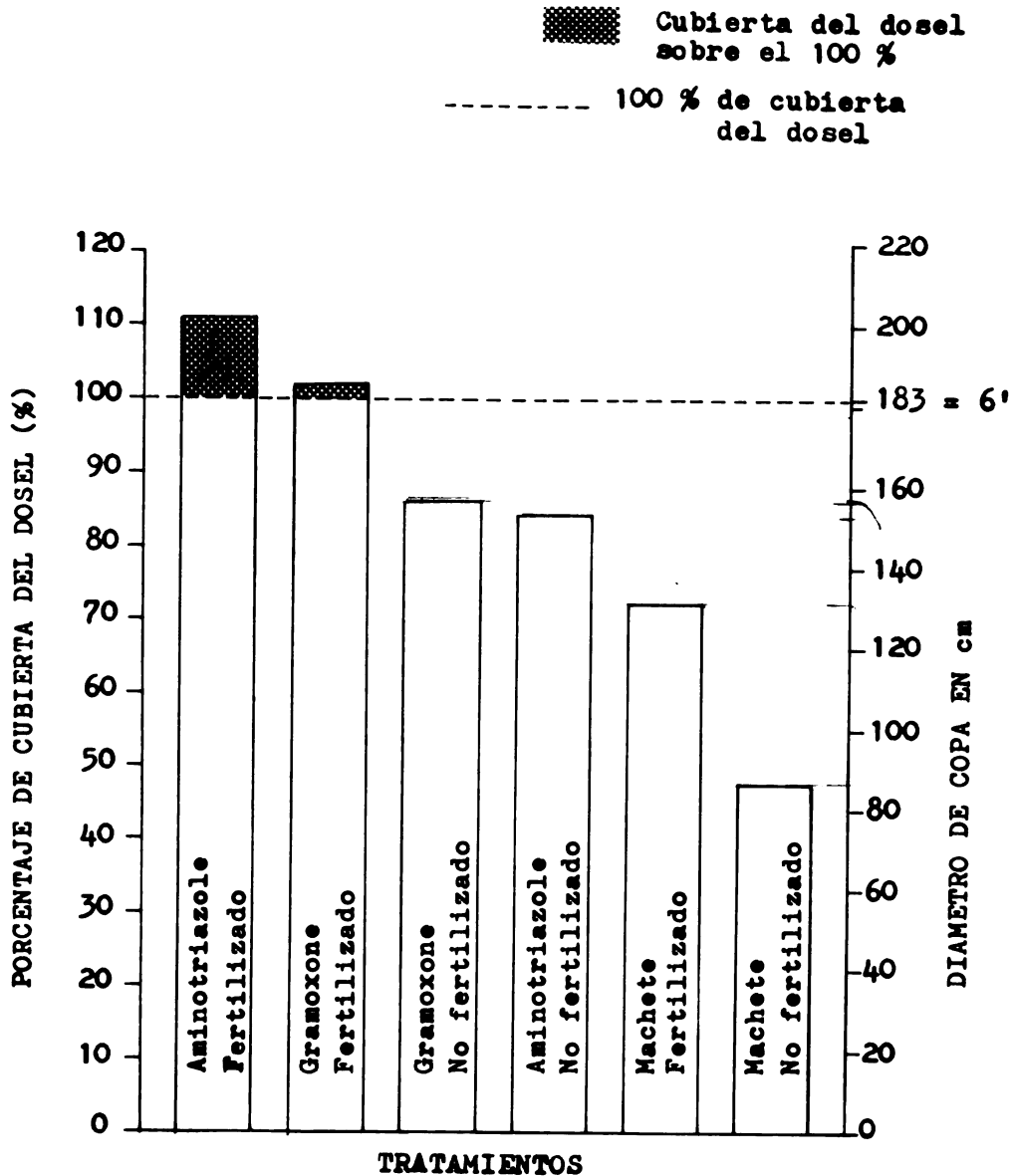


Fig. 13. Diámetro de copa y porcentaje de cubierta del dosel en Eucalyptus saligna, según los tratamientos de limpieza y fertilización, a los seis meses

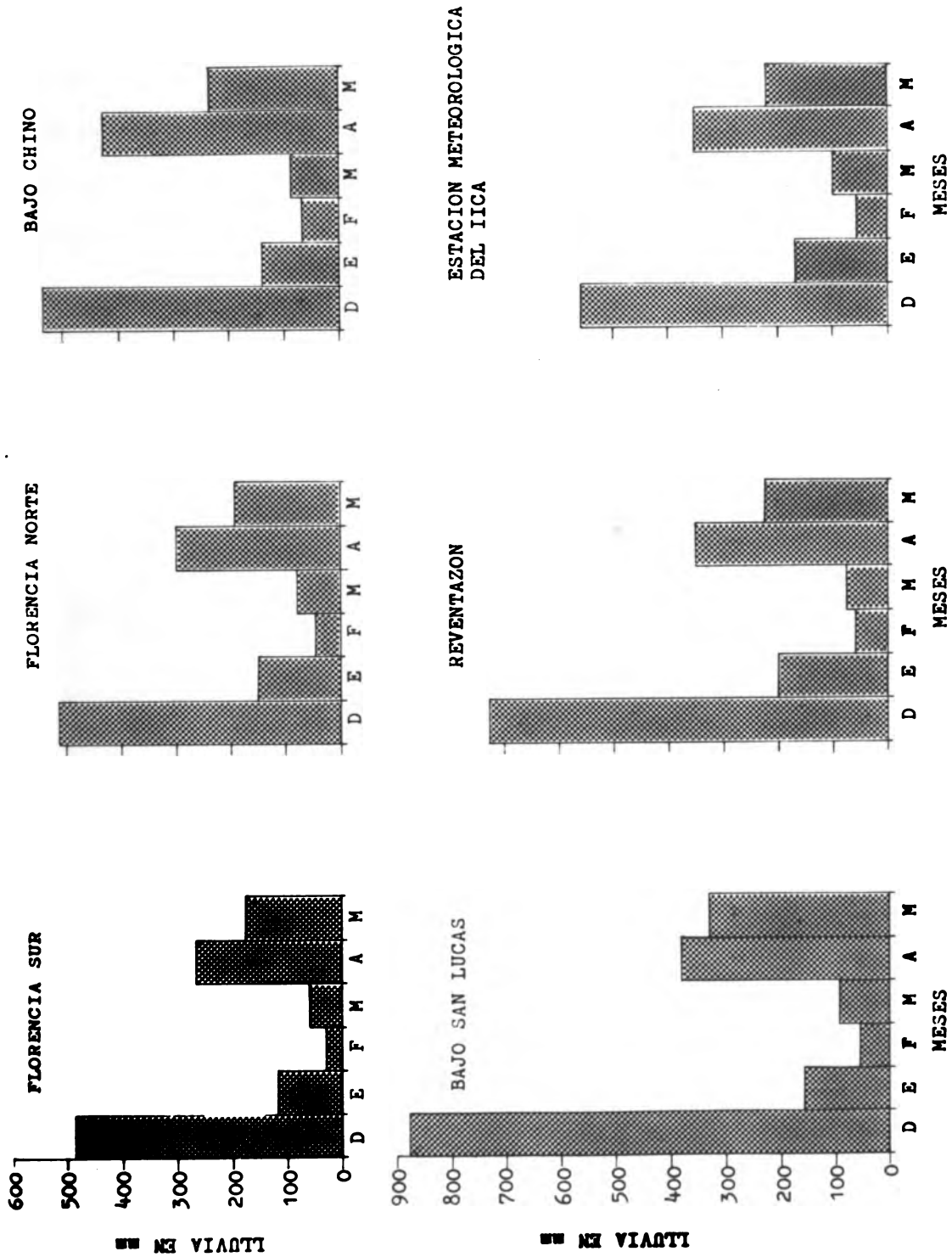


Fig. 14 Cantidad de lluvia caída en cada sitio del experimento, comparada con la lluvia registrada en la Estación Meteorológica del IICA

H. Humedad del suelo

La Figura 15 muestra la variación mensual del porcentaje de humedad del suelo en cada parcela de limpieza de los sitios del experimento (incluyendo el sitio cerca de la Cantera).

El análisis de variancia, para cada mes, indica que hay diferencias significativas entre el porcentaje de humedad de cada sitio del experimento, diferencias que son normales por las condiciones de los suelos, la pendiente, la cantidad de lluvia y la distinta ubicación de los sitios. En el mes de marzo las diferencias están muy próximas a la significación (Cuadro Nº 15).

CUADRO Nº 15. Análisis de variancia del porcentaje de humedad de las parcelas de limpieza en los cinco sitios del experimento, para cada mes.

Fuente de variación	G.L.	M e s e s					
		Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
		CM	CM	CM	CM	CM	CM
Repeticiones (Sitios)	4	89,32 ^{**}	54,74 ^{**}	86,13 ^{**}	60,27	83,17 [*]	84,81 [*]
Humedad en Limpiezas	2	5,01	10,97	13,35	10,58	4,06	4,21
Error	8	2,26	7,67	3,36	19,88	12,68	12,97

^{**} Significativo al nivel del 1%

^{*} Significativo al nivel del 5%

Nota: Para el análisis de variancia se transformaron los porcentajes en valores angulares del Seno.

Tratamientos de limpieza

- Aminotriazole
- - - Gramoxone
- Machete

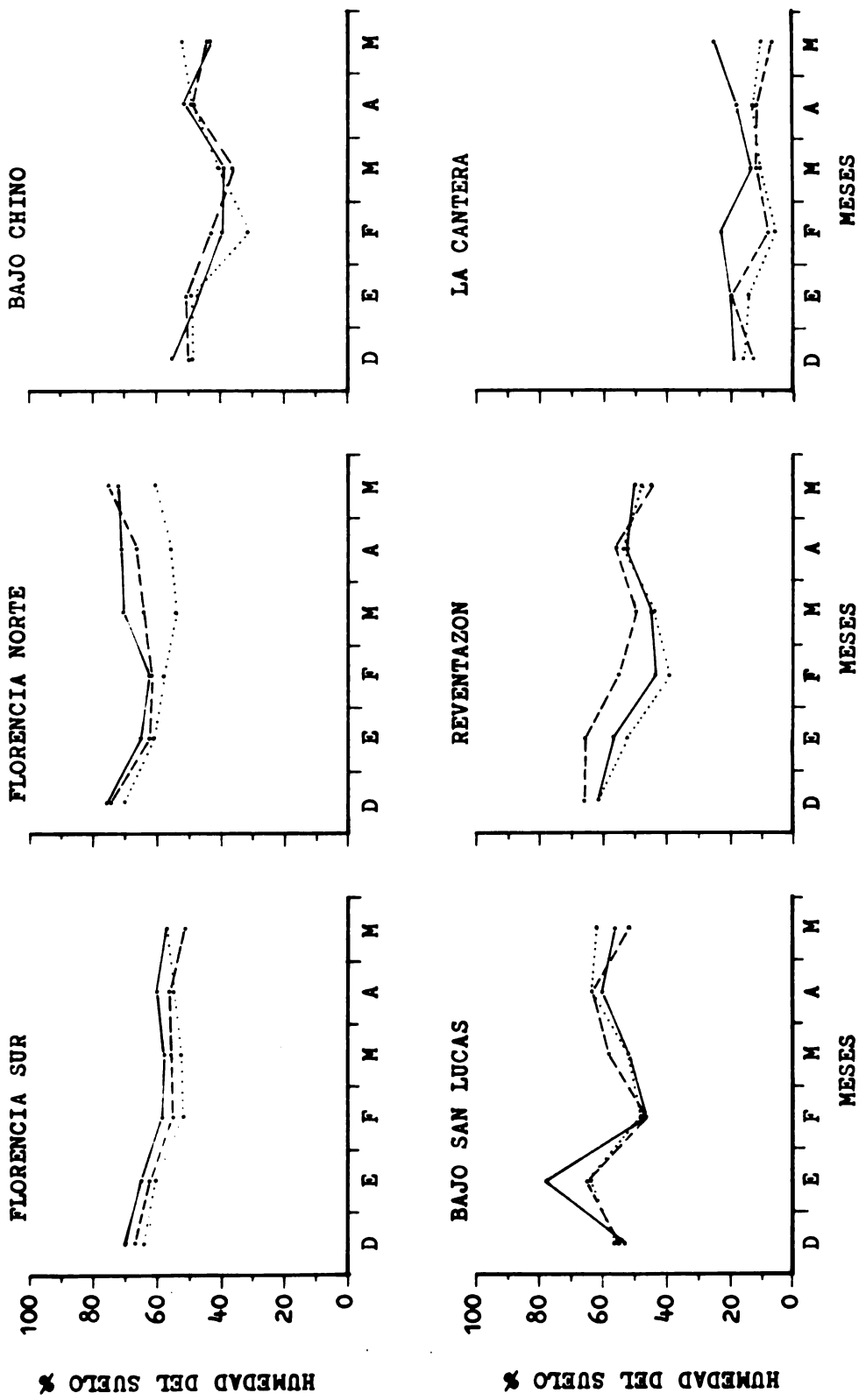


Fig. 15 Porcentaje de humedad del suelo en los tratamientos de limpieza de cada sitio del experimento

En el porcentaje de humedad entre las parcelas de limpieza de cada sitio del experimento, las diferencias no fueron significativas. Sin embargo se nota, en el Cuadro Nº 15, que hubo mayores diferencias en el porcentaje de humedad en los meses más secos (enero y febrero).

I. Efectividad, gasto y frecuencia de aplicación de los herbicidas

En la Figura 16 se muestra el gasto estimado de solución herbicida en litros por hectárea y la frecuencia de aplicación, antes y después de la plantación.

Según las condiciones del experimento, el Gramoxone controló todas las malas hierbas presentes; mientras que el Aminotriazole fue poco efectivo con ciertas gramíneas como el Paspalum vulthosum y Cyperus sp. y malas hierbas de hoja ancha como Iresine celosia (ver apéndice, Fig. 29).

J. Tiempo requerido y tiempo ganado por los eucaliptos para salir de la competencia de la mala hierba

La comparación entre el tiempo requerido por el E. saligna, para alcanzar dos metros de altura, según los tratamientos de limpieza y fertilización, da la ganancia en tiempo de los diferentes tratamientos respecto al testigo (Machete - No fertilizado) (Figura 17).

La Figura 17 muestra que los eucaliptos que recibieron tratamientos de limpieza o fertilización, o ambos a la vez, tienden a acortar el tiempo normal para salir de la competencia de las malas hierbas.

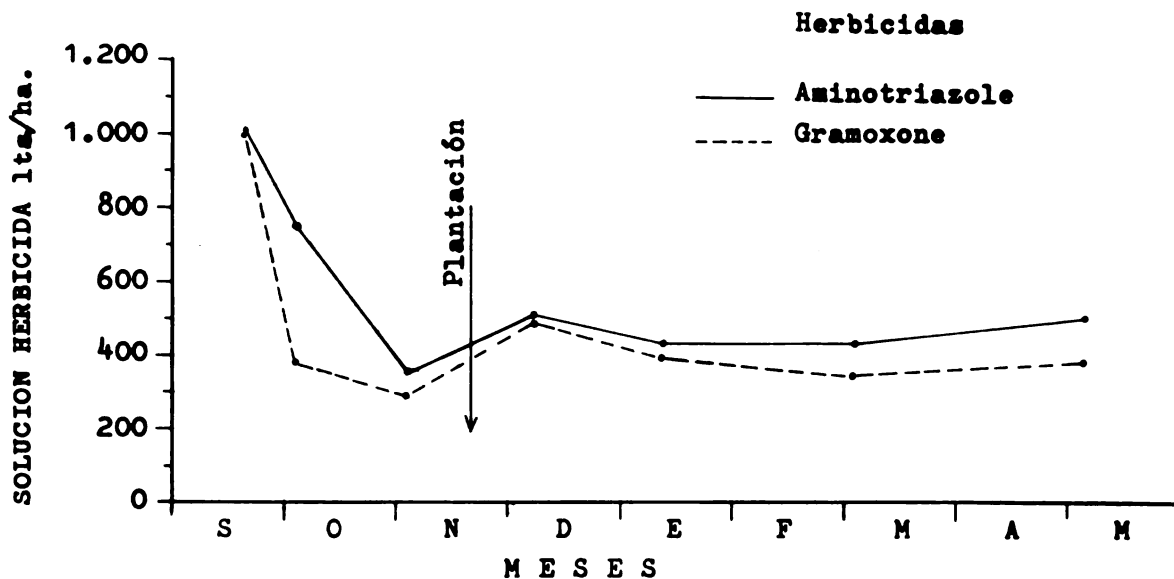


Fig. 16. Gasto y frecuencia de aplicación de los herbicidas usados en el experimento (datos expresados por hectárea)

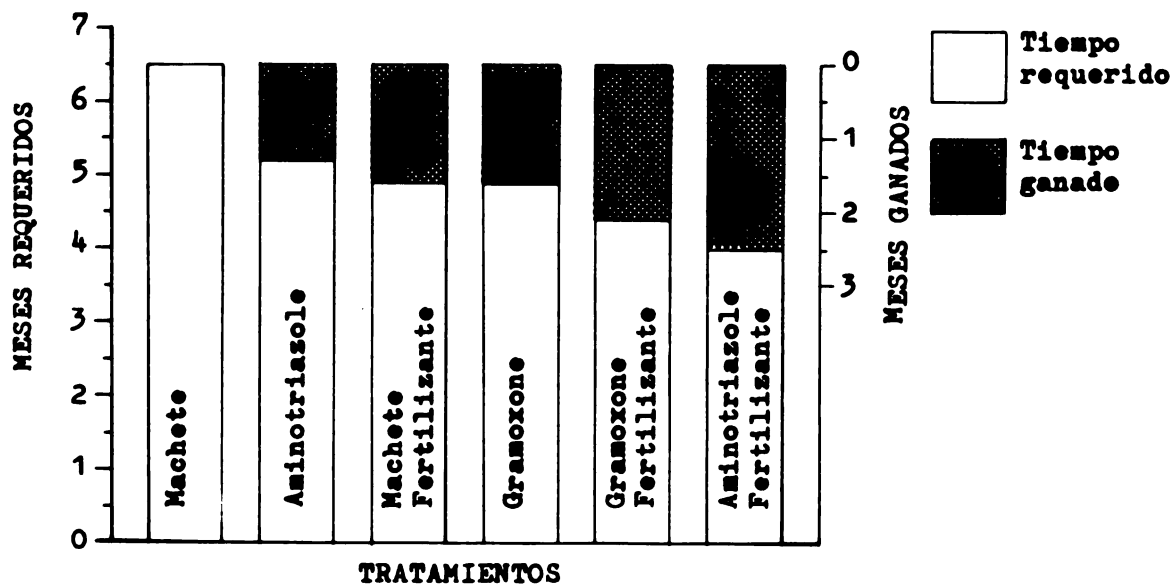


Fig. 17. Comparación entre el tiempo requerido y el tiempo ganado por las plantas de Eucalyptus saligna para alcanzar dos metros de altura, según los tratamientos de limpieza y fertilización con respecto al "machete"

K. Inversión y retribución de los fertilizantes en los diferentes sitios del experimento

En la Figura 18 se observa la retribución, en crecimiento en altura a los seis meses, del E. saligna a la fertilización y a la fertilidad nativa de los sitios del experimento (incluyendo el sitio cerca de la Cantera). Esta comparación se hizo con los eucaliptos que crecieron en las parcelas de limpieza con herbicidas, a fin de tener una mejor idea del efecto de los fertilizantes y de la fertilidad nativa de los suelos.

Se ve que la respuesta del eucalipto a la fertilización sigue una tendencia inversamente proporcional a la fertilidad nativa de los cinco sitios (Florenxia Norte, Reventazón, Florenxia Sur, Bajo San Lucas y Bajo Chino).

La Figura 18, también muestra que hay una mejor inversión de los fertilizantes en los sitios de buena fertilidad que en el sitio de baja fertilidad (Sitio cerca de la Cantera).

La Figura 19 muestra la retribución, en crecimiento en altura a los seis meses, del P. caribaea a la fertilización y a la fertilidad nativa de los sitios del experimento. En esta Figura se observa que hay cierta indiferencia en las respuestas de este pino.

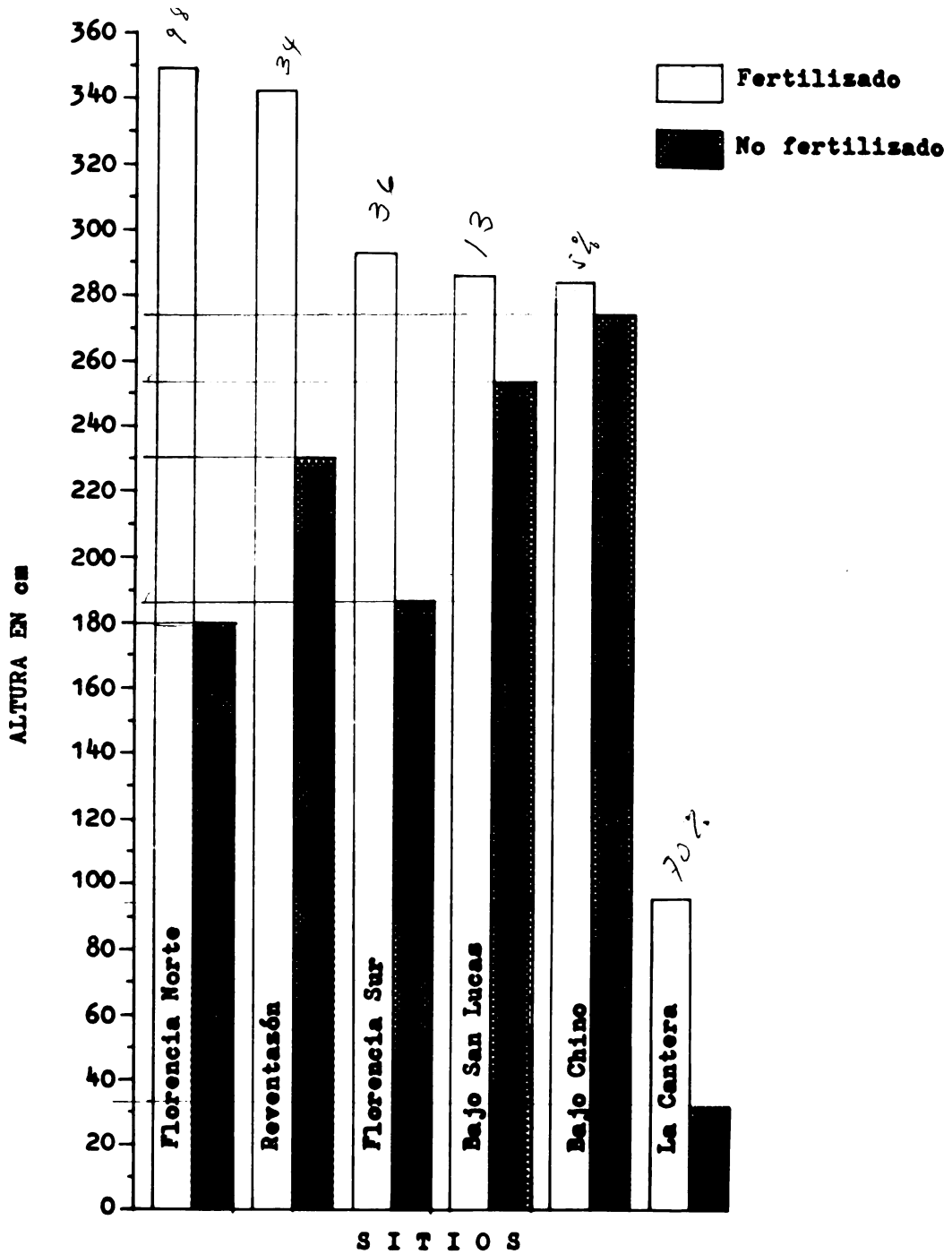


Fig. 18. Retribución, en crecimiento en altura, del Eucalyptus saligna a la fertilización y a la fertilidad nativa de los sitios del experimento comparados con un sitio de baja fertilidad (La Cantera)

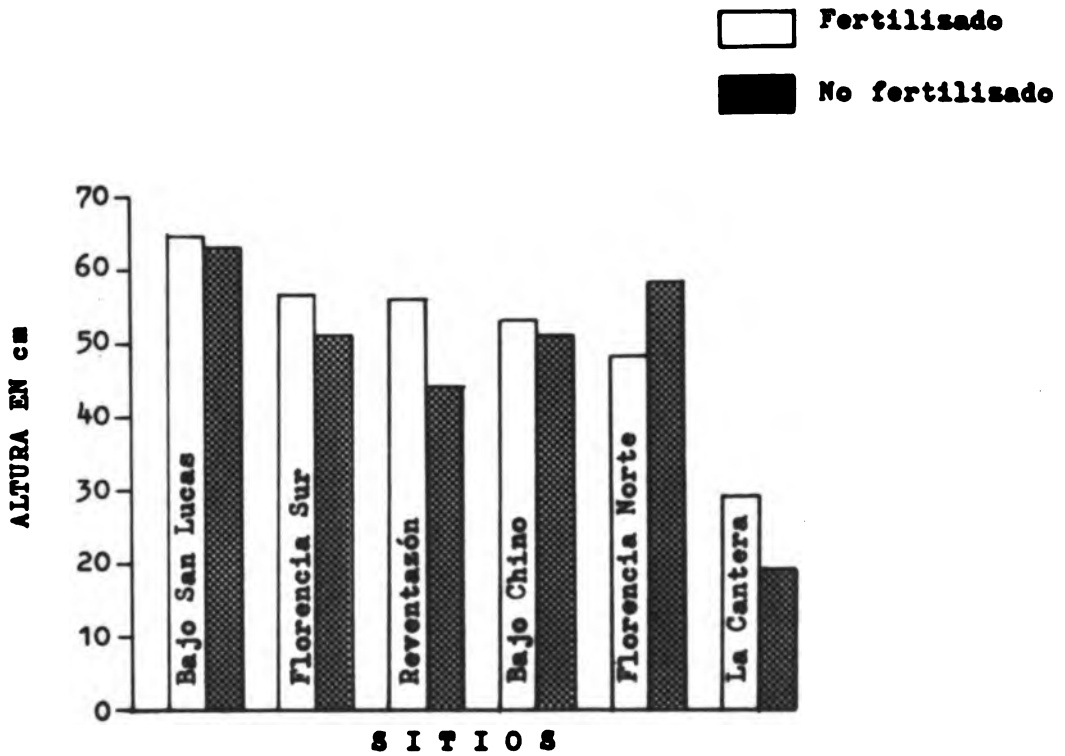


Fig. 19. Retribución, en crecimiento en altura, del Pinnacarihaca var. hondurensis a la fertilización y a la fertilidad nativa de los sitios del experimento comparados con un sitio de baja fertilidad (La Cantera)

DISCUSION Y CONCLUSIONES

El Coeficiente de Variación de la altura y del diámetro de las plantas de pino y de eucalipto, al iniciar el experimento, estuvo dentro de lo normal para experimentos de esta naturaleza, de acuerdo con Calzada (18) y Pires (63).

Los resultados de los tratamientos de limpieza, bajo las condiciones del experimento, mostraron que los herbicidas ayudaron al crecimiento en diámetro y altura de los árboles plantados, especialmente al eucalipto (Cuadro Nº 8). Los herbicidas fueron más efectivos en el control de las malas hierbas que las "chapias" con machete (Figura 3), como también lo han establecido Arend y Roe (3), Klingman (46) y Woodford (86) en las labores forestales de la zona templada.

A pesar de que las diferencias entre herbicidas no fueron significativas (Cuadro Nº 8), por las observaciones en el campo, se considera que la acción del Gramoxone es más rápida y eficaz contra las malas hierbas, como también lo anotan Plant Protection Limited (64), Steele (74) y Woodford (86). El Aminotriazole, por ser un herbicida sistemático, tuvo una acción lenta contra las malezas; además algunas malas hierbas se tornaron resistentes a este herbicida.

La persistencia del Aminotriazole en el suelo produjo pequeñas manchas cloróticas en las hojas del eucalipto, notándose una intensa clorosis en los eucaliptos que crecieron en el sitio cerca de la Cantera (suelo gravoso, arenoso), debido a que este herbicida, en los suelos arenosos, se inactiva después de los 100 días de la aplicación, como

reporta Rangel (67) en investigaciones realizadas al respecto.

En el tiempo que duró el experimento (seis meses) y bajo las condiciones de fertilización intensiva, al P. caribaea var. hondurensis fue ayudado muy poco en su crecimiento por el fertilizante (Cuadro Nº 9). En promedio esta especie, en seis meses, creció en altura 52 cm en el suelo fertilizado y 49 cm en el suelo no fertilizado, con una ganancia en altura de 7% (Figura 4). En este sentido Rajkhowa (66) encontró respuestas negativas del P. caribaea a la fertilización con P y K.

Es posible que las necesidades nutritivas del P. caribaea var. hondurensis, en su primera etapa de crecimiento, sean satisfechas en gran parte por la fertilidad nativa de los suelos. Se hace esta deducción porque este pino, en los cinco sitios de buena fertilidad, mostró diferencias insignificantes en la altura entre las plantas fertilizadas y no fertilizadas; mientras en el sitio de baja fertilidad (cerca de la Cantera) las diferencias en altura, coloración del follaje y vigor de las plantas fertilizadas y no fertilizadas fueron muy marcadas.

En el E. saligna la tasa de crecimiento fue incrementada notablemente por la fertilización (Cuadro Nº 9). Se consiguió (en seis meses) un promedio de 88 cms de diferencia en crecimiento de altura, entre los eucaliptos fertilizados (290 cm) y no fertilizados (202 cm), con una ganancia de 44%, para el promedio de los tres tratamientos de limpieza (Figura 4).

El efecto combinado de las limpiezas y la fertilización en el E. saligna, en comparación con el testigo (eucalipto no fertilizado y con

limpiezas a machete) muestra las ganancias, en crecimiento en altura, de 115% (Aminotriazole más fertilizantes), de 100% (Gramoxone más fertilizantes) y de 68% (Machete más fertilizantes) (Figura 6). Estas cifras están de acuerdo con los porcentajes de ganancia en altura encontrados en trabajos de fertilización de E. saligna por Brasil y otros (13, 14), Guimarães, Gomes y Malavolta (36), Pires (63) y en la isla de Fidji (28).

El crecimiento en diámetro fue considerado como un mejor índice del crecimiento total de las plantas; por esta razón que, el análisis del diámetro sea de mucho valor para respaldar las respuestas de las plantas del experimento a las limpiezas y a la fertilización, al ser analizadas por medio de la altura.

Así, el crecimiento del diámetro mostró diferencias altamente significativas entre las limpiezas. Los herbicidas fueron más efectivos que el machete (Cuadros Nos. 10 y 11), en forma similar a lo expresado con la altura.

El crecimiento en diámetro, en respuesta a la fertilización, siguió el mismo patrón que el de la altura (Cuadro Nº 12). El porcentaje de ganancia en diámetro del pino fertilizado comparado con el no fertilizado fue de 10%, en seis meses (Figura 7). El eucalipto fertilizado dio una ganancia en diámetro de 43% frente al no fertilizado, en seis meses (Figura 7).

En el efecto combinado de las limpiezas y la fertilización, en comparación con el testigo, las ganancias en diámetro del eucalipto fueron de 185% (Aminotriazole más fertilizantes), de 177% (Gramoxone más

fertilizantes), de 123% (Gramoxone sin fertilizantes), de 101% (Aminotriazole sin fertilizantes) y de 84% (Machete más fertilizantes) (Figura 8). De esta comparación se tiene una mejor idea de cómo las limpiezas y los fertilizantes, o su combinación, ayudan al crecimiento inicial del E. saligna.

Las diferencias y el porcentaje de ganancia en altura y en diámetro del P. caribaea no dieron una buena idea del crecimiento, porque esta especie no alcanzó la meta de dos metros de altura (Figs. 9 y 10).

La coloración del follaje del pino fue bastante normal en todos los tratamientos de limpieza y fertilización, en los cinco sitios del experimento. El eucalipto tuvo colores más oscuros en los tratamientos de limpieza con herbicidas que en los tratamientos de limpieza con machete (Cuadro Nº 13), sin que se presentaran síntomas de deficiencias minerales.

En cambio en el sitio Cerca de la Cantera (baja fertilidad), tanto las plantas de pino como de eucalipto, que no fueron fertilizadas, mostraron síntomas muy claros de deficiencias minerales (Cuadro Nº 14).

El E. saligna en los tratamientos de limpieza con herbicidas y fertilización, a los seis meses de crecimiento, cubrió completamente el dosel (6 pies o 1,83 m) (Figura 13), consiguiéndose en esta forma una disminución del porcentaje de infestación de las malas hierbas, debido a la sombra que proyectan las copas de los árboles; puesto que, de acuerdo con Robbins, Grafts y Raynor (69) las malas hierbas se multiplican por la intensa incidencia de luz solar.

El P. caribaea por su lentitud en el crecimiento inicial, por la

disposición de su follaje y de acuerdo al porcentaje actual de cobertura del dosel (15 y 21%), es posible que cubra el dosel (1,83 m) en cinco o seis veces más que el tiempo empleado por el eucalipto, en las condiciones del experimento, con los consiguientes gastos de limpieza.

Las diferencias encontradas en la cantidad de lluvia caída en cada sitio del experimento (Figura 14) constituye una de las justificaciones para que experimentos de esta naturaleza tengan sus repeticiones en varios sitios o localidades, como lo aconseja Briscoe (15) para ensayos de plantaciones forestales estadísticamente válidos.

Se encontró que el crecimiento quincenal en altura del P. caribaea y del E. saligna no tienen correlación con la cantidad de lluvia caída en el mismo período de tiempo. Estos resultados corroboran a los datos obtenidos por Loján (51), para las mismas especies en condiciones de Turrialba.

Al no encontrarse diferencias significativas en el porcentaje de humedad entre las parcelas de limpieza en cada sitio del experimento (Cuadro Nº 15, Figura 15), se deduce que la humedad del suelo en las condiciones de Turrialba no se torna limitante, ni en los meses de menor precipitación, para los árboles plantados. Esto nos indica que por razones de economía de agua, en esta zona, no es necesario reducir completamente la competencia de la vegetación herbácea; esta conclusión tiene el respaldo de Shoolbridge, citado por Champion y Brasnett (23), quien encontró que cuando se colocaban pinos en Australia, en zonas de menos de 635 mm de precipitación anual, era necesaria una labor completa para reducir la competencia de las hierbas y conservar la humedad.

En general, y de acuerdo a las condiciones del experimento, el gasto de los herbicidas es mayor y la frecuencia de aplicación más corta en la fase de preparación del terreno para la plantación; después de la plantación el gasto baja y la frecuencia de aplicación se hace más larga (Figura 16), debido a la reducción constante de la población de malas hierbas. De la Figura 16 también se deduce que el Gramoxone dio mejores resultados que el Aminotriazole.

El E. saligna en la mayoría de los tratamientos alcanzó una altura promedio de dos metros en menos de seis meses (Figura 17), con el consiguiente ahorro en tiempo para alcanzar esta meta. Esto constituye una gran ventaja dentro de las inversiones iniciales de una plantación, puesto que los gastos en limpiezas y cuidados culturales tienden a bajar considerablemente, debido a que las plantas han alcanzado suficiente altura para evitar la competencia de las malas hierbas.

De los datos de la Figura 18 se desprende que la mejor inversión de los fertilizantes, para obtener buenas retribuciones de los árboles plantados, debe hacerse en suelos de mediana a buena fertilidad nativa, ya que en los suelos de baja fertilidad, aunque los fertilizantes suplen la misma cantidad de elementos nutritivos, las plantas no se benefician en la proporción que lo hacen en los suelos buenos.

De la Figura 19 se desprende que el P. caribaea var. hondurensis tiene respuestas similares en la fertilización y en la fertilidad nativa de los sitios del experimento.

RESUMEN

El aumento mundial de la demanda de productos forestales incrementa el interés por las plantaciones forestales. Por esta razón es urgente resolver los problemas silvícolas de las plantaciones de especies de rápido crecimiento.

En el presente trabajo se estudió la respuesta del Pinus caribaea Morelet var. hondurensis (Sénéclauze) Barrett et Golfari y del Eucalyptus saligna Smith, a la aplicación de un fertilizante compuesto y al control de malas hierbas con los herbicidas Aminotriazole y Gramoxone en comparación con las "chapias" a Machete, con el objeto de impulsar el crecimiento inicial de las plantas y de estudiar las posibilidades de bajar los costos de establecimiento de las plantaciones en el trópico húmedo.

Esta investigación se llevó a cabo en seis sitios de los terrenos del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en Turrialba, Costa Rica.

Se diseñó un experimento factorial de 3x2x2 en parcelas sub-subdivididas con cinco repeticiones, dando un total de 60 sub-subparcelas de cuatro plantas cada una.

Se practicaron los siguientes tratamientos:

- a) Limpiezas a machete; consiste en chapias bajas de la mala hierba, cada dos meses como es común en la zona.
- b) Limpiezas con herbicidas; se mantuvo el suelo limpio con aplicaciones de Aminotriazole y de Gramoxone.

- c) Fertilización; se aplicó quincenalmente una onza de fertilizante compuesto (14-14-14) a cada planta.
- d) Sin fertilización.

La idea de la presente investigación fue la de dar tratamientos óptimos al experimento, que no deben entenderse como tratamientos comerciales, con el fin de encontrar los alcances y las limitaciones que servirán de base para planear plantaciones comerciales.

Se tomaron durante seis meses consecutivos los siguientes datos:

- a) Altura total de las plantas cada 15 días.
- b) Diámetro del tallo a 2 cm del suelo, cada dos meses.
- c) Número de ramas y/o brotes de cada planta, cada dos meses.
- d) Coloración del follaje, mensualmente.
- e) Ancho y altura de la copa, al finalizar el experimento.
- f) Registro quincenal de la lluvia caída en cada sitio del experimento.
- g) Humedad mensual del suelo en las parcelas de limpieza.

Los resultados indican que hay diferencias significativas al 5%, desde el quinto mes, con los datos de altura y diferencias altamente significativas, desde el cuarto mes, con los datos del diámetro entre las limpiezas a Machete y las limpiezas con Gramoxone y Aminotriazole. Entre las limpiezas con herbicidas no hubo diferencias significativas.

Para el promedio de la altura y del diámetro, del pino y del eucalipto, hubo diferencias altamente significativas en la fertilización.

La interacción limpieza por fertilizante no fue significativa.

El E. saligna mostró que su tasa de crecimiento es muy superior a la del P. caribaea var. hondurensis.

La interacción limpieza por especie no fue significativa.

La interacción fertilizante por especie fue altamente significativa. El E. saligna respondió ampliamente a la fertilización; mientras el P. caribaea var. hondurensis prácticamente no respondió, en el tiempo corto del experimento.

La interacción limpieza por fertilizante por especie no fue significativa.

En seis meses el crecimiento promedio acumulado de la altura en el pino fue de 52 cm, con fertilizantes, y de 42 cm, sin fertilizantes, con una ganancia de 7%. Para el eucalipto la altura fue de 290 cm, con fertilizantes, y de 202 cm, sin fertilizantes, con una ganancia de 44%.

El efecto combinado de las limpiezas y la fertilización, en la altura del E. saligna a los seis meses, en comparación con el testigo (Machete sin fertilizantes) dio ganancias de 115% en Aminotriazole más fertilizantes, de 100% en Gramoxone más fertilizantes, de 68% en Machete más fertilizantes, de 61% en Gramoxone sin fertilizantes y de 44% en Aminotriazole sin fertilizantes. En el diámetro dio ganancias de 185% en Aminotriazole más fertilizantes, de 177% en Gramoxone más fertilizantes, de 123% en Gramoxone sin fertilizantes, de 101% en Aminotriazole sin fertilizantes y de 84% en Machete más fertilizantes.

Los porcentajes de ganancia en altura y en diámetro del P. caribaea var. hondurensis, en el efecto combinado de las limpiezas y la fertilización, no dan una buena idea del crecimiento porque esta especie no

alcanzó la meta de dos metros de altura en los seis meses del experimento.

El número de ramas en el eucalipto mostró tendencias similares a las curvas de crecimiento de la altura y del diámetro. El pino en las limpiezas a machete no incrementó su follaje.

En los cinco sitios de buena fertilidad la coloración del follaje, tanto del pino como del eucalipto, tuvo pequeñas diferencias según las limpiezas y la fertilización. En el sitio de baja fertilidad las plantas no fertilizadas acusaron síntomas de deficiencias minerales.

Se evidenció las diferencias en la cantidad de lluvia caída en cada sitio del experimento. No se encontró correlación entre la cantidad de lluvia y el crecimiento de las plantas.

El gasto de los herbicidas fue mayor y la frecuencia de aplicación más corta en la preparación del terreno; después de la plantación el gasto bajó y la frecuencia de aplicación fue más larga. El Gramoxone controló más eficazmente a las malas hierbas que el Aminotriazole.

Se demostró que hay una mejor inversión de los fertilizantes en los sitios de buena fertilidad nativa que en los sitios de baja fertilidad, ya que con iguales cantidades de fertilizante las plantas no se benefician en la proporción que lo hacen **en los suelos buenos.**

SUMMARY

As the world demand for forest products increases, the production of wood in plantations becomes more interesting. For this reason we must undertake research on fast-growing plantations.

The purpose of this project was to study the effect of one fertilizer and of two herbicides and normal cleanings with machete every two months on the initial (6-month) growth of Pinus caribaea Morelet var. hondurensis (Sénéclauze) Barrett et Golfari and Eucalyptus saligna Smith.

The experiment was replicated on six sites on the grounds of the Inter-American Institute of Agricultural Sciences in Turrialba, Costa Rica.

The statistical design used was a factorial experiment (3x2x2) with sub-subdivided blocks with 5 replications (sites), giving a total of 60 of 4 plants each.

The treatments were:

- a) Machete - once every two months, normal cleaning practice for the zone.
- b) Herbicide cleanings: the soils was kept free of weeds by repeated applications of Aminotriazole and Gramoxone. No attempt was made to keep costs to a minimum.
- c) Fertilizers: every two weeks an ounce (28 grm) of fertilizer (14-14-14) was applied to the base of each tree to give the tree optimum fertilizer conditions.
- d) Without fertilizers.

The idea was to give the trees optimum conditions of growth with respect to freedom from competition from weeds and availability of nutrients.

During 6 consecutive months measurements were made on:

- a) total height (every 15 days)
- b) diameter 2 cm from the soil surface (every 2 months)
- c) number of branches and stump sprouts of each plant (every 2 months)
- d) color of the foliage (each month)
- e) width and height of crown at 6 months of age
- f) rainfall at each replication
- g) soil humidity down to 20 cm depth (each month)

The results were:

- a) significant differences (5%) between heights from the 5 months
- b) highly significant differences (1%) between diameters on machete plots vs. herbicide plots
- c) no significant differences between herbicide plots
- d) no significant differences in the interaction cleanings x fertilizers
- e) E. saligna grow 5 times more on the average than P. caribaea
- f) no significant differences in the interaction between cleanings x species
- g) highly significant differences in the interaction fertilizer x species

h) no significant differences in the interaction cleaning x species.

E. saligna responded well to fertilization while P. caribaea did not. Eucalyptus had an average height of 290 cm with fertilizers, 202 cm without a gain of 44%. P. caribaea had a height of 52 cm with fertilizers and a length of 42 cm without, but the variation within population was too great for the means to be significant different.

Comparing the treatment "machete without fertilization" with other treatments on the Eucalyptus saligna at 6 months of age:

- a) 115% increase with Aminotriazole + fertilizer
- b) 100% increase with Gramoxone + fertilizer
- c) 68% increase with machete + fertilizer
- d) 61% increase with Gramoxone alone
- e) 44% increase with Aminotriazole alone

The differences in diameters comparing the same treatments:

- a) 185% increase with Aminotriazole + fertilizers
- b) 177% increase with Gramoxone + fertilizers
- c) 123% increase with Gramoxone alone
- d) 101% increase with Aminotriazole alone
- e) 84% increase with machete + fertilizers

Although the differences in height and diameter growth of P. caribaea between treatments were not significant, it is possible they would become so when the plants were taller.

The number of branches of the E. saligna showed similar tendencies

to the height and diameter growth. P. caribaea in the machete treatment added no new branches.

There were no significant differences in the color of the leaves between treatments in the five good sites. In the one extreme site, the unfertilized plants showed symptoms of mineral deficiencies.

There were significant differences in the amount of rainfall between locations, but no correlation between rainfall and growth.

Gramoxone was more efficient in controlling weeds than was Amino-triazole. Heavy and frequent applications of herbicides were necessary to prepare the sites prior to planting.

LITERATURA CITADA

1. ADAM, J. G. Les Eucalyptus de la presqu'île du Cap-Vert (Dakar) et de quelques régions de l'Afrique Occidentale Française. Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée 3(9/10):457-511 . 1956.
2. AGUIRRE, C. A., Estudio silvicultural del sistema taungya en condiciones de Turrialba. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1963. 96 p. (mimeografiada)
3. AREND, J. L. y ROE, E. I. Releasing conifers in the Lake States with chemicals. US. Department of Agriculture. Agriculture Handbook nº 185. 1961. 22 p.
4. AUDUS, L. J., ed. The physiology and biochemistry of herbicides. London, Academic Press, 1964. 555 p.
5. AZEVEDO, A. MOREIRA de. Produção de Eucalyptus saligna Sm.; estudos das leis de crescimento na zona planáltica central de Angola. Agronomía Angolana nº 15:3-14. 1962.
6. BAGLEY, W. T. Herbicides for weed control in forest and windbreak tree plantations. In Congreso Forestal Mundial 6º, Madrid, 1966. s.n.t. 9 p. (6CFM/E/C.T.I./46) mimeografiado
7. BARRES, H. Gastos y cosechas estimados por manzana del Pino del Caribe (Pinus caribaea var. hondurensis) para la zona Atlántica. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1966. 1 p. (mimeografiado)
8. BARRETT, W. H. G. y GOLFARI, L. Descripción de dos nuevas variedades del "Pino del Caribe" (Pinus caribaea Morelet). Caribbean Forester 23(2):59-71. 1962.
9. BASTOS, A. de M. O eucalipto no Brasil. In World Eucalyptus Conference, 2nd, São Paulo, 1961. Report and Documents. Rio de Janeiro, Brasil, Impr. Irmãos & Cia, 1961. v. 1, pp. 214-224.
10. BÉGUÉ, L. Retour au Soudan. Bois et Forêts des Tropiques nº 98: 3-11. 1964.
11. _____. Les forets du Nicaragua. Bois et Forêts des Tropiques nº 107:15-26. 1966.

12. BORGIO, G. Notas preliminares sobre la introducción experimental del género Eucalyptus a la Huasteca Potosina. Chapingo (México) 12(75):299-307. 1959.
13. BRASIL SOBRINHO, M. O. C. do et al. Efeitos das dimensões das covas de plantío sobre o desenvolvimento de Eucalyptus (E. saligna Sm.). In World Eucalyptus Conference, 2nd, São Paulo, 1961. Report and Documents. Rio de Janeiro, Brasil, Impr. Irmãos & Cia, 1961. v. 1, pp. 661-666.
14. _____ et al. Comparación entre los distintos modos de localización de los abonos en la plantación de eucaliptos (E. saligna Sm.). Fertilité 18:15-21. 1963.
15. BRISCOE, C. B. Ensayos de plantación estadísticamente válidos. Caribbean Forester 22(3/4):64-68. 1961.
16. BURGERS, T. F. El crecimiento de los eucaliptos en las regiones semi-húmedas y semi-áridas. Caribbean Forester 21(1/2):24-37. 1960.
17. BURGOS L., J. A. Contribución al estudio de la silvicultura de algunas especies forestales en Tingo María. Estación Experimental Agrícola de Tingo María, Boletín nº 12. 1954. 54 p.
18. CALZADA B., J. Métodos estadísticos para la investigación. 2a. ed. Lima, Sesator, 1964. 494 p.
19. CATINOT, R. Sylviculture tropicale en foret dense africaine. Bois et Forets des Tropiques nº 101:3-16. 1965.
20. _____. Sylviculture tropicale en foret dense africaine; perspectives d'aménagement. Bois et Forets des Tropiques nº 104: 17-29. 1965.
21. CHAIKEN, L. E. The control of weed trees in forest management. In Southern Weed Conference, 5th, Atlanta, Georgia, 1952. Raleigh, North Carolina, State College, 1952? pp. 135-136.
22. CHALMERS, W. S. Observations on some Caribbean forests. Caribbean Forester 19(1/2):30-42. 1958.
23. CHAMPION, H. y BRASNETT, N. V. Elección de especies arbóreas para la plantación. FAO Cuadernos de Fomento Forestal nº 13. 1959. 375 p.
24. COZZO, D. y HOUTTE, J. van. La creación de un núcleo forestal con Eucalyptus saligna en Concordia, Entre Ríos, Argentina. Revista Forestal Argentina 1(4):131-135. 1957.

25. DIAZ SERRANO, V. Las plantaciones de eucalipto de la Compañía Minas de Matahambre, S. A., en la provincia de Pinar del Río, Cuba. *Caribbean Forester* 18(3/4):49-55. 1957.
26. DICKS, H. M., JACKSON, D. A. y KIRK, R. D. Fertilization of Eucalyptus grandis/saligna - a preliminar report. *South African Journal* nº 54:22-29. 1965. (Original no consultado; compendiado en *Forestry Abstracts* 27(3):449. 1966)
27. DONDOLI B., C. y TORRES M., A. J. Estudio geoagronómico de la región oriental de la Meseta Central. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias, 1954. 180 p.
28. ESTABLISHMENT EXPERIMENTS. Department of Forestry, Suva, Fiji. Annual Report 1958-1959. (Original no consultado; citado por Karschon, R. Soil evolution affected by Eucalyptus; the effects of fertilizer application on growth. *In World Eucalyptus Conference, 2nd, São Paulo, 1961. Report and Documents. Rio de Janeiro, Brasil, Impr. Irmãos & Cia, 1961. v. 2, pp. 897-910*)
29. FINTE, C. M. Prácticas de plantación forestal en América Latina. FAO, Cuadernos de Fomento Forestal nº 15. 1960. 497 p.
30. FLOYD, A. G. Some aspects of the silviculture and regeneration in Flooded Gun - Eucalyptus grandis (Hill.) Maiden, in New South Wales, Australia. *In World Eucalyptus Conference 2nd, São Paulo, 1961. Report and Documents. Rio de Janeiro, Brasil, Impr. Irmãos & Cia, 1961. v. 2, pp. 857-865.*
31. GOLFARI, L. Regiones potencialmente aptas para plantaciones de pinos y otras coníferas en América Latina. *Idia, Suplemento Forestal* nº 2:19-48. 1965.
32. _____. Elección de especies coníferas para repoblaciones forestales de regiones tropicales y subtropicales húmedas. *In Congreso Forestal Mundial 6º, Madrid, 1966. s.n.t. (6CFM/E/C.T.VI/13) mimeografiado*
33. GOOR, A. Y. Métodos de plantación forestal en las zonas áridas. FAO, Cuadernos de Fomento Forestal nº 16. 1964. 265 p.
34. GROULEZ, J. Essais d'acclimatation de conifères tropicaux au Congo-Brazzaville. *Bois et Forêts des Tropiques* nº 96:19-25. 1964.
35. GRUPTA, J. N. Fuelwood plantations in India. FAO Forestry Occasional Paper nº 5. 1958. 73 p.

36. GUIMARAES, R. F., GOMES, F. P. y MALAVOLTA, E. Adubação em mudas de Eucalyptus saligna Sm. Revista Forestal Argentina 4(1): 15-19. 1960.
37. HARDY, F. The soils of the I.A.I.A.S. areas. Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1961. 75 p. (mimeografiado)
38. HEIRBERG-JURGENSEN, K. y PENNEFATHER, M. Fertilizing of Eucalyptus grandis (saligna) on old Wattle lands. South African Forestry Journal nº 57:11-12. 1966.
39. HELGESON, E. A. La lucha contra las malas hierbas. FAO Estudios Agropecuarios nº 36. 1957. 205 p.
40. HOLDRIDGE, L. R. Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105(2727):367-368. 1947.
41. HOUTTE, J. van. Detalles sobresalientes de las reforestaciones en Sud Africa. Revista Forestal Argentina 1(2):66-70. 1957.
42. HUNT, D. R. Some notes on the pines of British Honduras. Empire Forestry Review 41(2):134-145. 1962.
43. HUSSAIN, S. Afforestation by Eucalyptus, regular plantations in the Drien Districts of Mysore State. In Silvicultural Conference 9th, Dehra Dun, 1956. Proceedings. Dehra Dun, India, Forest Research Institute, 1960. v. 1, pp. 357-359.
44. INFORME FINAL. In World Eucalyptus Conference 2nd, São Paulo, 1961. Report and Documents. Rio de Janeiro, Brasil, Impr. Irmãos & Cia, 1961. v. 1, pp. 113-136.
45. KARSCHON, R. Soil evolution affected by Eucalyptus; the effects of fertilizer applications on growth. In World Eucalyptus Conference 2nd, São Paulo, 1961. Report and Documents. Rio de Janeiro, Brasil, Impr. Irmãos & Cia, 1961. v. 2, pp. 897-910.
46. KLINGMAN, G. C. Weed control: as a science. New York, Wiley, 1961. 421 p.
47. KOZLOWSKI, T. T. Consecuencias en la repoblación forestal. In Congreso Forestal Mundial 6º, Madrid, 1966. s.n.t. 38 p. (6CFM/G/C.TI/1) mimeografiado
48. LETOURNEUX, CH. Tree planting practices in Tropical Asia. FAO Forestry Development Paper nº 11. 1957. 171 p.

49. LITTLE, E. C. S. Weeds in pine forests. Pans (C) 12(4):191-197. 1966.
50. LOGAN, W. E. M. Draft final report (second draft). I. Policy. Roma, FAO, 1967. s.n.t. 37 p. (FAO/MMF:67-I/o) mimeografiado ✓
51. LOJAN, L. Aspectos del crecimiento diamétrico quincenal de algunos árboles tropicales. Turrialba 15(3):231-237. 1965.
52. LÜCKHOFF, H. A. The natural distribution growth and botanical variation of Pinus caribaea and its cultivation in South Africa. Annale Universiteit van Stellenbosch (Serie A) 39(1):7-170. 1964.
53. MAISENHELDER, L. C. Planting and growing cottonwood on bottomlands. Mississippi Agricultural Experiment Station. Bulletin nº 485. 1951. 23 p.
54. MAKI, T. E. The need for fertilizers in wood production. In Congreso Forestal Mundial 6º, Madrid, 1966. s.n.t. 9 p. (6CFM/E/C.T.III/58) mimeografiado
55. METRO, A. El eucalipto en la repoblación forestal. FAO Estudios de Silvicultura y Productos Forestales nº 11. 1956. 431 p.
56. MOLINA, A. Coníferas de Honduras. Ceiba (Honduras) 10(1):5-21. 1964.
57. MONTOYA, L. A. Las malas hierbas y su control. In Hardy, F. ed. Manual de Cacao. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. pp. 193-205.
58. MUNSELL COLOR charts for plant tissues. Baltimore, Munsell Color Company Inc, 1952. 19 p.
59. MUSTANOJA, K. J. y LEAF, A. L. Forest fertilization research, 1957-1964. Botanical Review 31(2):151-246. 1965.
60. NEGI, S. J. Afforestation of arid and dry tracts. In Silvicultural Conference 9th, Dehra Dun, 1956. Proceedings. Dehra Dun, India, Forest Research Institute, 1960. v. 2, pp. 297-303.
61. OHMASA, M. Tree planting practices in temperate Asia: Japan. FAO Forestry Development Paper nº 10. 1956. 155 p.
62. PARRY, M. S. Métodos de plantación de los bosques en el Africa Tropical. FAO Cuadernos de Fomento Forestal nº 8. 1957. 333 p.

63. PIRES, C. L. da SILVA. Adubação fundamental em mudas de Eucalyptus saligna Sm. Revista de Agricultura (Piracicaba) 39(4): 159-164. 1964.
64. PLANT PROTECTION LIMITED. Some recommendations for the use of "Gramoxone". Pans (C) 12(4):251-256. 1966.
65. PRIMO Y., E. Herbicidas y fitorreguladores. Madrid, Aguilar, 1958. 241 p.
66. RAJKHOWA, S. The effect of inorganic fertilizers on the height growth of Pinus taeda and Pinus caribaea seedlings. Indian Forester 92(4):260-263. 1966.
67. RANGEL, J. F. Persistencia do aminotriazol no solo. 2º Seminario Brasileiro de herbicidas e ervas daninhas. Anais. Rio de Janeiro, Ministerio de Agricultura, 1959. pp. 185-190.
68. RICHARDS, B. N. y WILSON, G. L. Nutrient supply and mycorrhiza development in Caribbean pine. Forest Science 9(4):405-412. 1963.
69. ROBBINS, W. W., GRAFTS, A. S. y RAYNOR, R. N. Destrucción de las malas hierbas. Traducción 2a. ed. inglesa por J. Luis de la Loma. México, Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana, 1955. 531 p.
70. SAMPSON, A. W. y SCHULTZ, A. M. La lucha contra el matorral y los árboles inútiles. Unasylya 10(4):184-193. 1956.
71. SCHULZ, J. P. y RODRIGUEZ, P., L. Plantaciones forestales en Surinam. Revista Forestal Venezolana 9(14):5-36. 1966.
72. SICCO S., G., VENEGAS T., L. y MUÑOZ D., V. Informe forestal del Departamento de Caldas 1965. Manizales, Colombia, Fondo de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras, 1965. 152 p.
73. SMITH, L. F. Site preparation and cultivation improve survival and growth of planted slash pine. Tree planters' Notes nº 64:12-15. 1964.
74. STEELE, B. Royal Show 1965. Pans (C) 11(4):385-388. 1965.
75. SURI, P. N. y SETH, S. K. Tree planting practices in temperate Asia: Burma, India, Pakistan. FAO Forestry Development Paper nº 14. 1959. 149 p.

76. TARIEL, J. Le teck en cote d'ivoire. Bois et Forets des Tropiques n^o 107:27-47. 1966.
77. VILLEGAS de la VEGA, R. Repoblaciones de eucalipto y pino insignen en el norte de España. Escuela Especial de Ingeniería de Montes. Madrid, Tipografía Artística Alameda, 1953. 235 p.
78. VINCENT, A. J., MITCHELL, B. A. y SANDRASEGARAN, K. Permanent sample plot information on the stoching, growth, crop development attained, and yield of Pinus caribaea Mor., P. merkusii J. and De Vriese and P. insularis Endl., growth in Malaya. Malayan Forester 28(3):160-222. 1965.
79. WADSWORTH, F. H. Datos de crecimiento de plantaciones forestales en México, Indias Occidentales y Centroamérica y Sur América. Caribbean Forester 21(suplemento):1-280. 1960.
80. WESTOBY, J. C. Science and technology; III. Possibilities for developing countries. Unasylva 20(4):19-22. 1966.
81. WILL, G. M. Some notes on nutrient deficiency in Eucalyptus spp. In World Eucalyptus Conference 2nd, São Paulo, 1961. Report and Documents. Rio de Janeiro, Brasil, Impr. Irmãos & Cia, 1961. v. 2, pp. 938-941.
82. _____. Modificaciones del crecimiento de las plantas jóvenes de Eucalyptus debidas a la carencia de elementos nutritivos. Fertilité 18:3-12. 1963.
83. WILLIAMS, L. O. Pinus caribaea. Ceiba (Honduras) 4(5):299-300. 1955.
84. WILTEN, W. Aspects de la sylviculture au Mayumbe. In World Forestry Congress 4th, Dehra Dun, 1954. Proceedings. Roma, FAO, 1956. v. 3, pp. 266-273.
85. WINTERHALDER, E. K. Some aspects of plant-soil relationships in four native tree species. Abstract in Australian Journal Science 21(9):301. 1959. (Material no consultado; compendiado en Forestry Abstracts 21(1):32. 1960).
86. WOODFORD, E. K. y EVANS, S. A., eds. Weed control handbook. 4th. ed. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 1965. 434 p.

APENDICE



A



B

Fig. 20. Altura (A) y diámetro (B) del Pinus caribaea var. hondurensis al iniciar el experimento. Las mediciones se hicieron sobre la base de madera colocada para el efecto al pie de cada planta.



A



B

Fig. 21. Altura (A) y diámetro (B) del Eucalyptus saligna al iniciar el experimento. Las mediciones se hicieron sobre la base de madera colocada para el efecto al pie de cada planta.



A

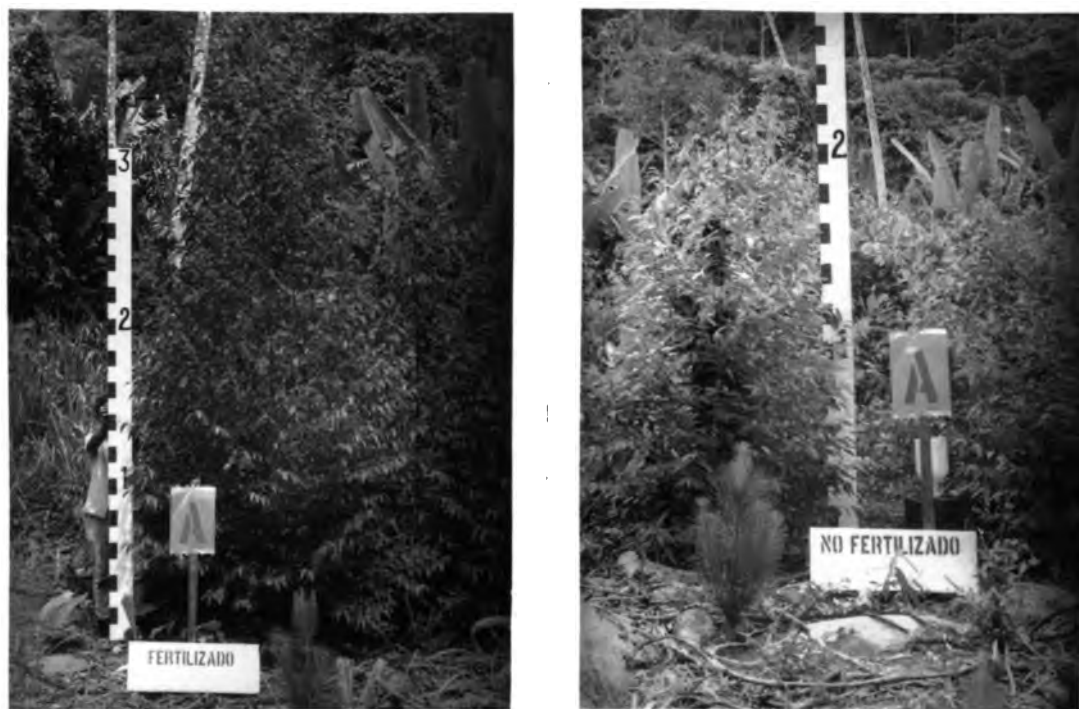


B



C

Fig. 22. Tratamientos de limpieza del terreno con los herbicidas Aminotriazole (A) y Gramoxone (B) y las "chapias" a machete (C) en Pinus caribaea var. hondurensis y Eucalyptus saligna, a los seis meses.



A

B

Fig. 23. Comparación entre los tratamientos de fertilización, fertilizado (A) y no fertilizado (B), en las limpiezas con Aminotriazole, en Pinus caribaea var. hondurensis y Eucalyptus saligna, a los seis meses de plantados.



A



B

Fig. 24. Comparación entre los tratamientos de fertilización, fertilizado (A) y no fertilizado (B), en las limpiezas con Gramoxone, en Pinus caribaea var. hondurensis y Eucalyptus saligna a los seis meses de plantados.



A



B

Fig. 25. Comparación entre los tratamientos de fertilización, fertilizado (A) y no fertilizado (B), en las limpiezas a machete, en Eucalyptus saligna seis meses después de la plantación.



Fig. 26. Crecimiento en diámetro del Eucalyptus saligna a los seis meses de plantado en la parcela de limpieza con herbicida y fertilizada. (Es el mismo árbol de la Fig. 21, después de seis meses de crecimiento)



A



B

Fig. 27. El Pinus caribaea var. hondurensis, fertilizado (A) y no fertilizado (B), seis meses después de la plantación, creciendo en el suelo con limpiezas a machete, no incrementó su número de ramas y/o brotes.



A



B

Fig. 28. Comparación de la altura de las copas y de la cubierta del dosel del Eucalyptus saligna, a los seis meses de plantado, en los tratamientos de limpieza con herbicida (A) y con machete (B).



A



B

Fig. 29. Diferencias en el grado de control de las malas hierbas con los herbicidas Gramoxone (A) y Aminotriazole (B). El Gramoxone elimina violentamente las malezas y mantiene el suelo bastante limpio; el Aminotriazole actúa despacio y algunas malas hierbas se tornan resistentes.

DATOS QUINCENALES DE CAMPO

Sitio _____

Fecha _____

Parcela _____

Encargado _____

ESPECIES TRATAMIENTOS	Nº	Altura Total cm	Altura del brote termi- nal mm	Diámetro del tallo mm Lecturas \bar{d}	Número de brota- ción tes y ramas	Colo- ración del folla- je	Luz bujías pie ²	OBSERVACIONES
PINO FERTILIZADO	1							
	2							
	3							
	4							
	e							
	\bar{x}							
	PINO NO FERTILIZADO	1						
2								
3								
4								
e								
\bar{x}								
EUCALIPTO FERTILIZADO		1						
	2							
	3							
	4							
	e							
	\bar{x}							
	EUCALIPTO NO FERTILIZADO	1						
2								
3								
4								
e								
\bar{x}								

% Humedad
Suelo _____

Observaciones sobre los tratamientos de limpieza _____

RESUMEN DE DATOS QUINCENALES DE ALTURA

SITIO.....

PARCELA.....

Número de observaciones quincenales	E S P E C I E S y T R A T A M I E N T O S							
	P I N O FERTILIZADO		P I N O NO FERTILIZADO		EUCALIPTO FERTILIZADO		EUCALIPTO NO FERTILIZADO	
	A l t u r a s		A l t u r a s		A l t u r a s		A l t u r a s	
Promed.	Crecim. acumul.	Promed.	Crecim. acumul.	Promed.	Crecim. acumul.	Promed.	Crecim. acumul.	
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								