

AGRINTER-AGRI

ESTUDIO SILVICULTURAL Y ECONOMICO DEL SISTEMA TAUNGYA.

EN CONDICIONES DE TURRIALBA

Por

AVELINO AGUIRRE CORRAL

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.

Centro Tropical de Investigación y Enseñanza para Graduados

Turrialba, Costa Rica

Mayo, 1963

ESTUDIO SILVICULTURAL Y ECONOMICO DEL SISTEMA TAUNGYA
EN CONDICIONES DE TURRIALBA

Tesis

Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar al grado

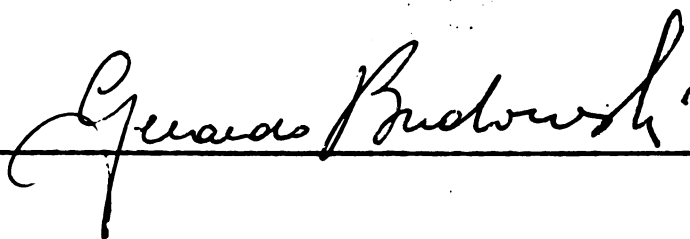
de

Magister Agriculturae

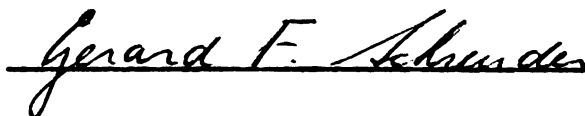
en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A.

APROBADA:



Consejero



Comité



Comité

Mayo, 1963

iii

A mis Padres

A mis Hermanos

A mis Amigos

BIOGRAFIA

Avelino Aguirre Corral nació el 9 de mayo de 1939 en Saltillo, Coahuila, México. Realizó sus estudios primarios y secundarios en la misma ciudad. Cursó su carrera de Ingeniero Agrónomo de 1954 a 1959, en la Escuela Superior de Agricultura "Antonio Narro".

Trabajó desde julio de 1959 con el Departamento de Asuntos Agrarios y Colonización, en la ex-hacienda de Babícora, Chihuahua, en el mes de noviembre del mismo año, fue trasladado a la ex-hacienda de Santa Ana, Municipio de Namiquipa, Chihuahua, con el cargo de sub-Gerente de Colonización, puesto que desempeñó hasta la fecha de su partida a Turrialba.

En junio de 1961 ingresó al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas como estudiante Graduado. Terminó sus estudios en mayo de 1963.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su sincero agradecimiento al Dr. Gerardo Budowski, consejero principal, quien en todo momento ha prestado su colaboración en la realización de esta tesis mediante sus orientadas sugerencias y críticas. Igualmente agradece al Ing. Gerard Schreuder y al Dr. Earl Jones, su valiosa ayuda.

A la Organización de los Estados Americanos (OEA) por haber auspiciado sus estudios en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.

Mi sincero agradecimiento al Ing. Juan Banda Sifuentes, por la ayuda que me brindó para realizar estudios posgraduados.

A los Ings. Waldemar Albertín, Oscar Lozano, Luis Cañadas y Jean Baptiste-Jean François por su ayuda en los trabajos de campo.

A la Srta. Rudy Hendricks por su ayuda en la mecanografía de los borradores de esta tesis.

A todas las personas que de una u otra forma le prestaron su valiosa cooperación.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
A. Reforestación por el Sistema Taungya.....	3
1. Historia y características generales.....	3
2. Permanencia del agricultor en el terreno.....	4
3. Diferentes sistemas de plantación.....	4
4. Características de las especies forestales que se cultivan.....	5
5. Cultivos agrícolas deseables.....	5
6. Epocas de siembra y plantación.....	6
7. Descripción del sistema taungya en diferentes re- giones.....	6
a. El sistema taungya en la India.....	6
b. El sistema taungya en Africa.....	8
c. El sistema taungya en América.....	10
B. Reforestación sin Uso de la Tierra para Agricultura..	11
III. COMPARACION DEL SISTEMA TAUNGYA CON EL SISTEMA COMUN DE REFORESTACION.....	15
IV. MATERIALES Y METODOS.....	19
A. Diseño Experimental.....	19
B. Selección de los Participantes Agrícolas del Sistema Taungya.....	19
1. Antecedentes de las personas escogidas.....	19
2. Instrucciones impartidas.....	19
C. Localización y Descripción de las Parcelas Experimen- tales.....	20
1. Campo I.....	24
2. Campo II.....	24
D. Especies Ensayadas en la Reforestación.....	26
1. Laurel, <u>Cordia alliodora</u> (R. & P.) Cham.....	26
2. Ciprés, <u>Cupressus lusitanica</u> Mill.....	27
3. Teca, <u>Tectona grandis</u> Linn.....	27
4. Caoba, <u>Swietenia humilis</u> Zucc.....	28

	Página
E. Obtención del Material de Plantación.....	29
F. Características de los Brinzales y su Preparación para la Plantación.....	30
G. Preparación de las Areas para la Plantación y Herramientas utilizadas.....	30
H. Métodos de Plantación y Fecha de Siembra.....	32
I. Cuidados Después de la Plantación.....	35
1. Reemplazo de las fallas.....	35
2. Cuidados culturales.....	37
J. Observaciones Tomadas.....	37
1. Comportamiento de los brinzales inmediatamente después del trasplante.....	37
2. Observaciones periódicas sistemáticas.....	39
a. Incremento en diámetro y altura.....	39
b. Daños causados por hongos e insectos.....	40
K. Registro de las Cosechas Obtenidas en las Parcelas Reforestadas con Taungya.....	40
L. Cálculo de los Costos.....	40
V. RESULTADOS.....	42
A. Comportamiento de las Diferentes Especies Utilizadas en el Experimento.....	42
1. Laurel, <u>Cordia alliodora</u> (R. & P.) Cham.	42
2. Caoba, <u>Swietenia humilis</u> Zucc.	47
3. Ciprés, <u>Cupressus lusitanica</u> Mill.	52
4. Teca, <u>Tectona grandis</u> Linn.	58
B. Comparación y Análisis Estadístico de los dos Sistemas de Reforestación en cuanto a Supervivencia y Crecimiento.....	63
1. Supervivencia.....	63
2. Altura.....	66
3. Diámetro.....	68
C. Costo de las Plantaciones y Monto de las Cosechas Agrícolas.....	75

	Página
VI. DISCUSION	82
VII. RESUMEN	85
VIII. SUMMARY	88
IX. LITERATURA CITADA	91
X. APENDICE	97

INDICE DE CUADROS

Cuadro N ^o		Página
1	Datos climáticos para Turrialba - normales y del año 1962	21
2	Información sobre las especies cultivadas en el vivero forestal y usadas en el experimento	29
3	Porcentaje y número total de fallas para cada especie, campo y sistema a los 48 días de haberse realizado la plantación	36
4	Porcentaje y número total de fallas para cada especie, campo y sistema a los 85 días de haberse realizado la plantación	38
5	<u>Cordia alliodora</u> - Plantado el 9 y 11 de junio de 1962 - Supervivencia, crecimiento en altura e incremento en diámetro	43
6	<u>Swietenia humilis</u> - Plantada el 8 de junio de 1962 - Supervivencia, crecimiento en altura e incremento en diámetro	48
7	<u>Cupressus lusitanica</u> - Plantado el 9 de junio de 1962 - Supervivencia, crecimiento en altura e incremento en diámetro	53
8	<u>Tectona grandis</u> - Plantada el 11 de junio de 1962 - Supervivencia, crecimiento en altura e incremento en diámetro	59
9	Análisis de variancia del porcentaje de supervivencia de 4 especies, forestales en dos sistemas de plantación	64
10	Comparación de promedios de supervivencia en porcentaje entre sistemas, especies y su interacción	64
11	Comparación de los dos sistemas de plantación con 4 especies forestales y sus interacciones basado en la altura promedio en centímetros de varias fechas .	67
12	Comparación de promedios de altura en centímetros entre sistemas, especies y su interacción	68
13	Comparación de dos sistemas de plantación con 4 especies forestales y sus interacciones basado en el diámetro promedio en milímetros de varias fechas ...	70

Cuadro N ^o		Página
14	Comparación de promedios de diámetro en milímetros entre sistemas, especies y su interacción	75
15	Tiempo empleado en la plantación y en el mantenimiento de los campos experimentales durante los <u>nue</u> ve meses que duró el presente ensayo	76
16	Cultivos agrícolas sembrados en los dos campos <u>expe</u> rimentales	78
17	Hombre horas de trabajo y <u>su</u> valor en colones en los dos sistemas por parcela y por hectárea	79
18	Detalle de datos de campo. Total de brinzales vi- vos y muertos de cada parcela de 16 plantados en el experimento	101

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Foto N ^o		Página
1	Vista general de la zona donde se realizó el experimento, localizada en el Bajo Chino, en terrenos del Centro de Turrialba	23
2	Vista general de la vegetación que crecía en los campos, antes de iniciarse el experimento	23
3	Vista parcial del campo I, después de estaquear pero antes de realizarse la plantación	25
4	Vista parcial del campo II, después de estaquear pero antes de realizarse la plantación	25
5	Vista parcial de una de las áreas a reforestar después de realizado el corte a tala rasa	31
6	Pala plantadora que se utilizó en el experimento	33
7	Regla graduada en centímetros y forcípula en milímetros, con los que se realizaron las mediciones de altura y diámetro	33
8	Ejemplar de <u>Tectona grandis</u> que muestra los daños ocasionados por la hormiga <u>Atta</u> sp. cinco meses después de haberse transplantado	41
9	Ejemplar de <u>Swietenia humilis</u> que muestra hojas nuevas, después de haber sido defoliada por la hormiga <u>Atta</u> sp., dos meses después de haberse transplantado	41
10	Ejemplar de <u>Cordia alliodora</u> sin taungya, a los 15 días de haberse transplantado; pueden apreciarse todas las hojas completamente secas	46
11	Ejemplar de <u>Cordia alliodora</u> sin taungya, tres meses después de haberse transplantado	46
12	Ejemplar de <u>Cordia alliodora</u> , el que muestra las hojas con puntos necróticos, posiblemente causados por un insecto picador-chupador; cinco meses después de haberse transplantado	47
13	Vista parcial de una de las parcelas reforestadas en combinación con la siembra de frijol <u>Phaseolus vulgaris</u>	50

Foto N ^o		Página
14	Vista parcial de una de las parcelas reforestadas en combinación con la siembra de maíz, <u>Zea mays</u>	50
15	Ejemplar de <u>Swietenia humilis</u> creciendo en combinación con maíz, <u>Zea mays</u> ; tres meses después de haberse transplantado	51
16	Ejemplar de <u>Tectona grandis</u> creciendo en combinación con la yuca, <u>Manihot utilissima</u> ; tres meses después de haberse transplantado	51
17	Ejemplar de <u>Cupressus lusitanica</u> creciendo en combinación con maíz, <u>Zea mays</u> , un mes después de haberse transplantado	55
18	Ejemplar de <u>Cordia alliodora</u> creciendo en combinación con frijol, <u>Phaseolus vulgaris</u> , un mes después de haber sido transplantado	55
19	Ejemplar de <u>Swietenia humilis</u> , sin taungya; seis meses después de haberse transplantado	57
20	Ejemplar de <u>Cupressus lusitanica</u> , sin taungya; seis meses después de haberse transplantado	57
21	Vista parcial de una de las parcelas plantadas con <u>Tectona grandis</u> ; seis meses después de haberse transplantado	61
22	Uno de los ejemplares más desarrollados de <u>Tectona grandis</u> ; seis meses después de haberse transplantado. Mide 2.25 metros de altura	61
23	Ejemplar de <u>Tectona grandis</u> creciendo en combinación con la yuca, <u>Manihot utilissima</u> ; seis meses después de haberse transplantado	62
24	Ejemplar de <u>Cordia alliodora</u> , sin taungya, seis meses después de haberse transplantado	62

INDICE DE GRAFICAS

Gráfica Nº		Página
1	Precipitación y temperaturas medias para Turrialba de 1962	22
2	Supervivencia y crecimiento en altura y diámetro del <u>Cordia alliodora</u> plantado en el Bajo Chino	44
3	Supervivencia y crecimiento en altura y diámetro de <u>Swietenia humilis</u> plantada en el Bajo Chino ...	49
4	Supervivencia y crecimiento en altura y diámetro del <u>Cupressus lusitanica</u> plantado en el Bajo Chino	54
5	Supervivencia y crecimiento en altura y diámetro de <u>Tectona grandis</u> plantada en el Bajo Chino	60
6	Supervivencia periódica en porcentaje acumulada en las especies plantadas en el Bajo Chino	65
7	Crecimiento periódico en altura acumulado en las especies plantadas en el Bajo Chino	69
8	Incremento periódico en diámetro acumulado en las especies plantadas en el Bajo Chino	71
9	Porcentaje de supervivencia seis meses después	72
10	Crecimiento en altura promedio seis meses después .	73
11	Incremento promedio en diámetro seis meses después	74
12	Croquis del campo I localizado en el Bajo Chino, <u>re</u> gión de Turrialba, donde se indica la distribución de las especies en el terreno y la numeración de los brinzales dentro de las parcelas	98
13	Croquis del campo II localizado en el Bajo Chino, región de Turrialba, donde se indica la distribución de las especies en el terreno y la numeración de los brinzales dentro de las parcelas	99

I. INTRODUCCION

En la mayoría de los países tropicales se ha venido deforestando gradualmente las áreas boscosas, debido a la urgente necesidad de incorporar nuevas tierras a la agricultura y la ganadería, así como también por efecto de las explotaciones madereras. De esta manera han desaparecido grandes bosques y han quedado sin protección zonas que, por las condiciones de clima, suelo y topografía, deberían permanecer siempre bajo cubierta forestal. Tal situación ha creado numerosos problemas pero a la vez ha originado una fuerte preocupación para encontrar un sistema adecuado y económico para la rehabilitación y regeneración de los montes degradados, así como de las áreas arruinadas por el fuego, el pastoreo y la agricultura nómada.

El alto costo de los métodos usuales de reforestación es uno de los principales factores que limita los programas de rehabilitación de tierras, que se verifican en muchos países tropicales del mundo. En el presente estudio, se trata de cubrir varios aspectos de un método económico de reforestación conocido con el nombre de "Sistema Taungya", que ha tenido resultados satisfactorios en muchos de los diferentes lugares donde ha sido utilizado. Para ponerse en práctica, un agricultor firma un contrato mediante el cual se compromete a plantar y cuidar especies forestales de valor a cambio del uso gratuito y temporal del terreno para la siembra de sus cultivos agrícolas. Cuando se cosechan los cultivos alimenticios, queda el terreno reforestado. El sistema taungya beneficia por lo tanto los intereses forestales y agrícolas, por lo menos en su etapa inicial.

En Costa Rica, el sistema taungya se aplicó por primera vez en forma controlada en mayo de 1960, en Turrialba, Costa Rica, en terrenos del Departamento de Dasonomía del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A. (54). En los últimos meses de 1962, la mayoría de los brinzales plantados por este sistema presentaban buen crecimiento. Sin embargo, no se llevó un control adecuado de la supervivencia y de los costos. Esta experiencia inicial y el hecho de que las condiciones de Turrialba están duplicadas en muchas regiones tropicales, indican la conveniencia de evaluar cuidadosamente el alcance técnico y los costos del sistema taungya, utilizando en la plantación varias especies y comparándolas con el sistema hoy corriente de reforestación, que no implica el uso temporal del terreno para la agricultura.

El presente trabajo constituye parte de un experimento a largo plazo del Departamento de Dasonomía del Centro de Turrialba y cuyos objetivos inmediatos y aquí cubiertos, son los siguientes:

1. Obtener información acerca de supervivencia y crecimiento inicial de diferentes especies de valor utilizadas en la plantación mediante el sistema taungya, en comparación con una plantación sin uso del terreno para la agricultura.
2. Comparar los costos del establecimiento para los dos sistemas, tomando en cuenta el valor de las cosechas de cultivos alimenticios obtenidas en los lotes reforestados con el sistema taungya.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Reforestación por el Sistema Taungya

1. Historia y características generales

El sistema taungya es un viejo método que combina la agricultura y la silvicultura. Comenzó a usarse en la India en el año de 1869 (45). La palabra TAUNGYA, originaria de Birmania, se traduce literalmente como un lote cultivado en una colina, "Taung" que significa colina, y "ya" lote cultivado (38). Se considera este método de reforestación como el clásico aporte de la India a la silvicultura (60).

La explotación mixta forestal y agrícola o agri-silvicultura, se practica bajo diversidad de condiciones y a la vez con diferentes nombres. En Africa Oriental, se le conoce con el nombre de sistema "Shamba" y en el Congo Belga "mayumbe" (42); en Madrás, India, se le designa "rab cumkumr" (32); los cultivadores de Bombay le llaman el "rab system" (57). En Mysore toma el nombre de "kumr" (48). Todos los métodos arriba citados son muy similares en todos sus principios y conceptos al sistema taungya.

Los detalles del sistema taungya han sido descritos por numerosos autores (23, 29, 34, 51, 56). Esencialmente se siguen los siguientes pasos: se empieza a limpiar cuidadosamente toda la vegetación existente en un lote, que suele estar cubierto de vegetación alta a mediana, quemando los residuos en la estación seca. Los sitios donde han de ser plantados los brinzales de árboles de valor son marcados con estacas, y a intervalos previamente acordados. Como contraparte por el disfrute temporal del terreno para sus cultivos, el agricultor deberá

realizar la plantación de los arbolitos, mantener limpio su cultivo y, al mismo tiempo, desherbar y cuidar los brinzales plantados. El cuidado se prolonga hasta la cosecha de los productos alimenticios.

2. Permanencia del agricultor en el terreno

La permanencia del agricultor dentro de la parcela reforestada varía de acuerdo con el convenio verbal o según los artículos del contrato firmado cuando éste existe. Los detalles varían de estado a estado y de país a país, dependiendo principalmente del tipo de suelo, de las especies forestales usadas y del espaciamiento utilizado en la plantación. Como regla el agricultor se ve precisado a abandonar el área, cuando se considera que el uso seguido del terreno para agricultura perjudica demasiado los arbolitos (16, 22, 33, 36). En Trinidad y en la India, el uso de la tierra para los cultivos agrícolas suele variar de 15-18 meses. Después de este período, el agricultor debe abandonar el área, y, si cumplió con el contrato firmado, se le da preferencia cuando se asigna una nueva parcela para trabajar (10, 30, 36, 53). En cambio, en muchos países de Asia, los cultivos agrícolas son continuados por dos y algunas veces más años (38). En algunas zonas de Africa, la duración de la agricultura varía de uno a tres años. El primer año de agricultura es anterior a la plantación, luego sigue el año en que se plantan los arbolitos, y uno más después (42).

3. Diferentes sistemas de plantación

En el sistema taungya, existen diferentes métodos de plantar las especies forestales intercaladas con los cultivos agrícolas. A estos sistemas de plantación se les puede clasificar en cuatro grupos (29, 47, 52, 55, 59):

- a. Plantas con las raíces envueltas en un bloque de tierra (también llamadas con cepellón, con pilón, o pan de tierra);
- b. Plantas con las raíces al descubierto (también llamado a raíz desnuda o en escoba);
- c. Plantas con raíz y tallo recortado en forma de toconcitos o pseudoestacas ("stumps");
- d. Siembra de semillas de especies maderables entre las líneas de los cultivos agrícolas.

4. Características de las especies forestales que se utilizan

Es deseable que las especies que se utilicen en la reforestación mediante el sistema taungya, sean colonizadoras, valiosas, intolerantes y de rápido crecimiento, así como de fácil adaptación a diferentes condiciones climáticas y edáficas. Deben mostrar resistencia a la sequía, a las plagas y enfermedades. Igualmente deben poder competir con cierto éxito con la vegetación herbácea y otras plantas indeseables (7, 18).

5. Cultivos agrícolas deseables

Los cultivos agrícolas que se usen en el sistema taungya, deberán ser de preferencia anuales, como: fríjol, maíz, tomate (10), garbanzo, habas, lentejas (31), yuca (11), camote (25), arroz y papas (60); chile y tabaco (2); bananos (12), trigo (29), algodón (35), y cebada (56).

Experimentos en Madrás, India, han mostrado que los cultivos de arroz, chile, algodón, yuca y una leguminosa que sirve como forraje, "horse gram", Dolichos biflorus, son deseables para crecer en asociación con la teca (22).

6. Epocas de siembra y plantación

De acuerdo con varios autores (9, 14, 40, 53), la plantación de los brinzales debe coincidir con la época de inicio de las lluvias de la región, Dicha época se considera como la más conveniente para que el arbolito resista al cambio del vivero al lugar definitivo de la plantación. Los días aconsejables para el trasplante de los brinzales son los nublados o después de una fuerte lluvia, para poder aprovechar la humedad del suelo y reducir la evapotranspiración.

Observaciones realizadas por Cater (10) y Ross (52) indican que la plantación de los brinzales en los lotes a reforestar por el sistema taungya, es posible, en algunos casos, antes de sembrar el cultivo agrícola, o en el momento mismo de la siembra; otras veces, tal plantación se realiza después de haber sido sembrados los productos agrícolas. Según Troup (60), en esta forma especial de regeneración artificial, los cultivos de campo son sembrados temporalmente en los lugares clareados, por períodos de uno o más años. La fecha de plantación de los brinzales y de la siembra de los cultivos agrícolas está sujeta, la mayoría de las veces, a sufrir variaciones. Esto depende del lugar donde se realiza la reforestación, así como de la época del año y la clase de suelo.

7. Descripción del sistema taungya en diferentes regiones

a. El sistema taungya en la India

Letourneux (38) observó que durante un siglo, los técnicos forestales de India e Indochina han utilizado el sistema taungya para convertir la destructiva agricultura migratoria en rodales artificiales

de maderas valiosas. Según Joshi (31), de la División Nimar de la India, la agri-silvicultura es uno de los mejores métodos de empezar con éxito, y de una manera económica, los programas de reforestación. Según Kermodé (33, 34), el sistema taungya, bien controlado y organizado, es de mucha ayuda en la reforestación. El mismo autor habla de las extensas plantaciones de teca que se efectúan en Birmania, mediante dicho sistema.

En el informe de las investigaciones forestales de la India (30), se aconseja que a los agricultores del sistema taungya, les sean facilitadas cada año áreas relativamente pequeñas, en lugar de grandes extensiones de terreno, que no podrían atender debidamente con las limpiezas necesarias.

Joshi (31), recomienda que para proporcionar más facilidades al agricultor en el sistema taungya, el gobierno o la dependencia encargada de hacer las reforestaciones podría otorgar crédito a los cultivadores para la compra de arados de hierro, semillas y otras cosas necesarias. La cantidad prestada podría ser devuelta en fáciles pagos. Letourneux (38) aconseja que, si los trabajos de plantación y técnicas de vivero se les dificulta a los agricultores, sería mejor que dichos trabajos fueran hechos por personas expertas, pagadas por el servicio forestal y supervisadas por el mismo.

Con este sistema se han logrado plantaciones de Acacia arabica, que, en doce años, han de producir una buena cosecha de leña y madera pequeña de construcción. Entre las líneas de acacias, se cultiva el algodón durante algunos años (41). Raghavan (48) informa sobre el éxito del sistema taungya en Mysore, India, donde se han realizado

plantaciones de Casuarina equisetifolia. Huq (29) anota el éxito alcanzado por el sistema taungya en la división forestal de Gorakpur, India, donde la plantación de Shorea robusta se efectuó por siembra de semillas, entre las líneas de cultivos agrícolas. Kadambi (32) informa que en los bosques de Uttar Pradesh y de Bengala y Assam, han sido reforestadas grandes áreas mediante el sistema taungya con plantaciones de Shorea robusta, que es considerado uno de los principales árboles maderables del norte de la India.

Tamesis (58) cita la aplicación del sistema taungya en las reservas forestales de Malaya. Los agricultores siembran yuca y, al mismo tiempo, hacen plantaciones de pinos. Talukdar (57), comenta el éxito de plantaciones en la India de Shorea robusta y Tectona grandis, que se llevaron a cabo mediante la aplicación del sistema taungya. Algunas de ellas se localizan en Bamoukri, otras en el norte de Maraghat y en el suroeste de la reserva de Buxa. Todas las plantaciones citadas constituyen un éxito actualmente.

Según Alphen de Veer (2) el éxito del sistema taungya estriba en el hecho de que las operaciones técnicas forestales y las socio-económicas vayan de acuerdo. El mismo autor informa que en los países superpoblados, donde mucha gente no posee tierra para la agricultura, este sistema de cultivo constituye un factor social importante.

b. El sistema taungya en Africa

Según Redhead (50), el establecimiento de las plantaciones mediante el sistema taungya resuelve muchos problemas forestales. Esto depende principalmente de la cooperación de los agricultores en las plantaciones, así como del cuidado que se presta a los árboles

plantados al momento de realizar la siembra de los cultivos agrícolas. El mismo autor describe las plantaciones en la reserva de Sapoba, Nigeria, realizadas mediante el sistema taungya. Al inicio de estas reforestaciones, los trabajos de limpia de las plantaciones son supervisados y pagados por el departamento forestal, a fin de que se hagan lo mejor posible. Faure (20) informa que en Sudán, el mismo departamento forestal ejecuta una parte del trabajo, pues de esta manera, se asegura más el éxito de las plantaciones que se realizan mediante el sistema taungya.

Aviau de Piolant (3), cita el éxito alcanzado por el sistema taungya en la Costa de Marfil, donde se han realizado plantaciones de más de 2,100 hectáreas con Cassia siamea, Tectona grandis y Lophira procera. Este sistema ha dado buenos resultados, principalmente en las tierras de sabana. Parry (42) cita plantaciones de coníferas y de Terminalia superba, en Africa, las que se efectúan en combinación con el cultivo de banano. Se utilizan también algunas especies de Chlorophora y Khaya, las cuales han mostrado buen crecimiento. Henríquez (25) da a conocer que el método taungya fue aplicado en Angola en 1949, combinando la siembra de maíz y camote, Ipomoea batata, con la plantación de Canarium schweinfurthii, Cassia siamea, Cupressus lusitanica y Cupressus arizonica. Mostraron esas plantaciones, en todos los casos, un crecimiento satisfactorio.

De la Costa de Oro, se informa sobre plantaciones de varias especies forestales, realizadas mediante el sistema taungya, los que cubrían en 1950 una área de 2,913 acres (13). Chollet (17) informa sobre un programa de plantación de teca que se realiza en Togo, Africa,

el que hasta 1956 abarcaba 4,500 hectáreas. Estas plantaciones se llevan a cabo en combinación con la siembra de maíz.

Barnard (4) informa sobre plantaciones de Tectona grandis y Cassia siamea con un distanciamiento de 6 x 6 pies, establecidas en Nigeria mediante el sistema taungya. Dichas plantaciones en muchos casos, muestran una forma excelente.

c. El sistema taungya en América

En Trinidad existen ciertas modificaciones a los principios del sistema taungya. Aquí el Estado mantiene un minucioso control de los bosques. Los árboles maderables son utilizados por aserraderos autorizados por el Departamento Forestal, los que extraen toda la madera aprovechable existente, en las áreas por reforestar. Después les corresponde el turno a los carboneros, los que aprovechan todos los desperdicios de madera de la anterior explotación para la fabricación de carbón. Posteriormente, se asignan al agricultor lotes de un acre; luego el agricultor corta totalmente la vegetación remanente. La quema de los residuos de estos trabajos se realiza durante la estación seca de la región; luego sigue la siembra de los cultivos agrícolas y, finalmente, la plantación de los brinzales (7, 10, 36, 53). Chalmers (15) informa que hasta 1961 en Trinidad se habían reforestado 6,244 hectáreas de teca Tectona grandis, la mayoría de las plantaciones se llevaron a cabo mediante el sistema taungya.

En Puerto Rico, el sistema taungya fue ensayado en 1953, en el bosque denominado Toro Negro. Se plantaron Eucalyptus robusta, intercalado con bananos y con un espaciamiento de 8 x 12 pies (47). Del Ecuador, se informa sobre una plantación de Pinus radiata, que se

efectuó en 1952, con arbolitos de un año. Fue el maíz el cultivo intercalado entre las hileras de la plantación (1). Se informa también sobre plantaciones de Araucaria angustifolia, en combinación con la siembra de maíz, existentes en el Estado de Minas Gerais, Brasil (1). Verduzco (62) cita algunos trabajos experimentales realizados en Campeche, México, donde se llevan a efecto pequeñas pruebas de reforestación mediante el sistema taungya, usando plantas o semillas de caoba, cedro y teca.

En Piray, provincia de Misiones, Argentina, se han hecho plantaciones de Pinus elliotti, combinando con yuca, Manihot utilissima, entre las líneas forestales. Los resultados fueron buenos (11). Vide la (64) aconseja para Chile, el establecimiento de comunidades silvícolas-agrícolas, con el fin de convertir progresivamente áreas sin valor comercial en plantaciones de maderas valiosas.

Petrak (44), en Argentina, recomienda la reforestación del quebracho colorado, Schinopsis balansae Engl., en combinación con el cultivo del algodón, lo que conciliaría los intereses de ambas producciones, la algodонера y la forestal. Sugiere arrendar a los productores de algodón las superficies cortadas a tala rasa, obligándolos, después de un plazo de 5 a 10 años, a que devuelvan dicha superficie debidamente reforestada. Esto se haría de acuerdo con las autoridades forestales competentes, que les proporcionarían las semillas o plantas de vivero necesarias para tal fin.

B. Reforestación sin Uso de la Tierra para Agricultura

Existen diferentes clases de reforestaciones dentro de las cuales

no se contempla el uso de la tierra para la siembra de cultivos agrícolas. Puede haber regeneración natural y artificial, derivándose varios métodos o sistemas de reforestación. Esto ha dado origen a una vasta literatura incluyendo numerosos libros de texto. De acuerdo con Macías (39) una área puede reforestarse de las siguientes formas:

1. Natural, ya sea por semilla diseminada por los árboles, o por medio de brotes de cepa y de raíz;
2. Artificial, o sea por medio de siembras y plantaciones;
3. Mixta, o sea una combinación de los métodos natural y artificial.

Considerando que sería demasiado largo enumerar, así como describir cada uno de los diferentes sistemas de reforestación en los que no se usa la tierra para agricultura, se cree conveniente sólo citar algunos de los más importantes, localizados en lugares tropicales semejantes a la zona donde se realizó el presente trabajo. Entre ellos merecen destacarse (6, 39, 63):

1. Sistema de montones quemados; este sistema de reforestación es de muy reciente empleo para propagar especies por la siembra directa de semillas, que parecen favorecerse en su desarrollo cuando se les coloca en sitios que previamente se han quemado;
2. Sistema de introducción de especies más valiosas para enriquecer el rodal. En este método generalmente se abren líneas o franjas de ancho o espaciamento variable a través del bosque, plantado o sembrando las especies deseadas;
3. El sistema generalmente conocido por el término inglés de

"shelterwood" en el cual se estimula la regeneración natural bajo un dosel protector y proveedor de semillas mediante la apertura gradual del rodal hasta eliminar todo el dosel;

4. El sistema común; consiste en la apertura de hoyos de dimensiones variables donde se deposita el arbolito, ya sea a raíz desnuda, en maceta o cepellón. Se tapa el pie de la planta con la tierra extraída del hoyo, se apisona y queda terminada la operación. Este sistema es el más antiguo y se aplica en cualquier tipo de terreno con resultados muy variables.

La literatura sobre ejemplos de reforestación de terrenos sin uso intermediario para agricultura es tan extensa que solo se citan algunos casos que se consideran de especial interés para el presente trabajo: Wadsworth (65,66) publicó hace poco un extenso estudio recopilando información sobre la adaptación de numerosas especies forestales; igualmente informa sobre programas de plantación en pequeña escala que se llevan a cabo en México, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Cuba, Indias Occidentales Francesas, Jamaica, Haití, República Dominicana, Puerto Rico, Venezuela, Colombia, Ecuador, Guayana Británica y Perú.

Se reportan plantaciones de Cordia alliodora a raíz desnuda; estas plantaciones se realizaron en Los Diamantes, Costa Rica, y en el bosque experimental de Luquillo, en Puerto Rico. Igualmente tuvieron éxito plantaciones de Tectona grandis efectuadas en una zona subtropical húmeda de Honduras Británica y en una zona subtropical muy húmeda en Puerto Rico. También se informa de plantaciones de Swietenia humilis realizadas con brinzales a raíz desnuda, en una zona tropical húmeda de Costa Rica (65).

Wimbush (67) informa sobre el éxito de las plantaciones de ciprés en Kenya. Las especies cultivadas son: Cupressus macrocarpa, Cupressus lusitanica y Cupressus sempervirens. Dichas plantaciones se llevan a cabo mezcladas con Grevillea robusta, Acacia melanoxylon y Dombeya goetzenii.

III. COMPARACION DEL SISTEMA TAUNGYA CON EL SISTEMA
COMUN DE REFORESTACION

De acuerdo con la extensa literatura al respecto se presenta a continuación y en forma resumida, una comparación y discusión, en cuanto a factores que intervienen, así como ventajas y desventajas de cada uno de los sistemas:

Factor	Sistema de Reforestación	
	Con Taungya	Sin Taungya
Peligro de erosión al inicio de la plantación.	Al llevar a cabo la remoción completa de toda la cubierta vegetal de un lote, y al hacer las limpias entre las líneas de la plantación para beneficiar los cultivos agrícolas, el terreno puede quedar expuesto peligrosamente a los agentes meteorológicos. Esto puede significar una pérdida acelerada del suelo por erosión, especialmente en terrenos con un declive fuerte.	La corta de la vegetación del lote, puede ser parcial y ajustarse a la clase de terreno para evitar la erosión; asimismo puede realizarse durante la época que más convenga. También es factible limpiar solamente las franjas o hileras de la plantación, dejando que el resto del terreno conserve su vegetación herbácea.
Espaciamiento.	Es deseable un espaciamiento grande para poder sembrar los cultivos agrícolas.	Se adapta al espaciamiento que más convenga.
Competencia entre los cultivos agrícolas y forestales.	Los cultivos agrícolas pueden competir con el establecimiento de los brinzales en agua, nutrientes, espacio radicular y luz.	Los arbolitos plantados mediante este sistema, crecen libre de competencia de siembras agrícolas, siempre que se hagan los deshierbes apropiados.

- Economía en el establecimiento de las plantaciones. El suelo se trabaja libre de costos durante el período inicial, y se logra la formación de plantaciones artificiales a precio muy bajo. Hay necesidad de fuerte capital inicial ya que hay que pagar el costo de la plantación.
- Economía en los deshierbes y la protección de las plantaciones. Los agricultores deshierban por su propia cuenta las plantaciones forestales ya que esto beneficia sus propios cultivos; así mismo las protegen contra los daños del ganado y animales silvestres. Los deshierbes deben pagarse y no suelen hacerse tan seguidos ni tan intensivamente, ya que los costos aumentarían mucho. La protección de la plantación contra el daño del ganado y de los animales silvestres es una carga adicional.
- Uso de la tierra. En los años iniciales, hay utilización relativamente completa de la tierra y se eleva la producción total por unidad de superficie. No hay utilización de la tierra para la siembra de cultivos agrícolas, y por lo menos en los años iniciales de una plantación, hay uso incompleto del suelo.
- Posibilidades de aplicación. Sólo es posible la aplicación del sistema cuando existe una demanda de tierra para agricultura, y cuando la tierra disponible para reforestación se presta a la explotación agrícola y forestal. Cuando hay abundancia de tierra disponible y apropiada para agricultura, resulta difícil o imposible imponer regulaciones a los agricultores. Se puede utilizar cualquier clase de terreno que sirva para los propósitos de la reforestación, inclusive terrenos donde es incosteable establecer cultivos agrícolas en forma económica, aun por muy poco tiempo. Donde faltan terrenos agrícolas puede haber conflicto y falta de comprensión por parte de los agricultores.

Implicaciones sociales

En los países donde se cultivan terrenos cuya vocación es netamente forestal, el sistema podría contribuir como un importante elemento social, ya que los agricultores siguen cosechando sus alimentos tradicionales y a la vez obtienen trabajo adicional en las plantaciones. Además el cambio de agricultura poco productiva a plantaciones forestales es gradual y progresivo, mejorando así las posibilidades de aceptación.

Al hacer las plantaciones forestales en terrenos que tradicionalmente se cultivaban, aun cuando los rendimientos eran inferiores, puede tropezarse con dificultades y falta de aceptación de la población que necesita resolver sus problemas alimenticios inmediatos, y no recapacita sobre cual es el mejor uso de la tierra a largo plazo.

Eliminación de la agricultura migratoria.

Con este sistema cabe la posibilidad de conciliar los intereses de los agricultores y forestales, y permite dar una orientación constructiva al pernicioso sistema de la agricultura migratoria mediante la transformación económico-social del obrero agrícola en obrero forestal.

Es difícil lograr la aceptación de los agricultores y convencerles de que terrenos que ellos creen pueden cultivarse para agricultura, sean destinados exclusivamente para plantaciones forestales.

Control de todas las operaciones.

La responsabilidad de los arbolitos corre a cargo del agricultor. A menudo es necesario una supervisión frecuente de los agricultores para que estos presten los cuidados necesarios a los arbolitos.

La responsabilidad de los arbolitos plantados corre a cargo de elementos especialmente encargados. A menudo las inspecciones técnicas no son tan necesarias y frecuentes como en el caso del sistema taungya.

Exito de la plantación.

El éxito completo de la plantación mediante el sistema taungya estriba en el hecho de que las partes socio-económicas y técnicas de la operación estén desarrollándose de común acuerdo.

El éxito de la plantación depende principalmente de que las operaciones técnicas se realicen correctamente y que los costos iniciales sean amortiguados por los altos rendimientos posteriores.

IV. MATERIALES Y METODOS

A. Diseño Experimental

En el presente experimento, se usó un diseño factorial (2 x 4) en parcelas divididas, para comparar 2 sistemas silviculturales y 4 especies; el número de repeticiones fue cuatro. Cada subparcela consta de 16 brinzales plantados en cuadrado con un espaciamiento de 3 x 3 metros. El área experimental cuenta con un total de 32 subparcelas, cada una de 144 metros cuadrados (12 x 12 metros) y con un total de 512 arbolitos.

B. Selección de los Participantes Agrícolas del Sistema Taungya

1. Antecedentes de las personas escogidas

Para seleccionar a los participantes en el experimento, se tomaron en cuenta diferentes factores:

- a. Que fuera una persona responsable de su trabajo; esto se juzgó de acuerdo con sus antecedentes y las referencias de otras personas allegadas al Departamento;
- b. Que radicara cerca del lugar donde se llevó a cabo la plantación, con el fin de que se le facilitaran las operaciones del mantenimiento de la plantación y del cuidado de sus cultivos;
- c. Que realmente necesitara la tierra para sus cultivos agrícolas.

2. Instrucciones impartidas

En el momento en que el agricultor firmó el contrato de arrendamiento de la tierra, se le explicaron los compromisos que adquiere.

El arrendatario tuvo que limpiar totalmente la vegetación existente del lote que le fue asignado; en fecha posterior quemó los residuos de la corta a tala-rasa. Se comprometió a plantar los brinzales que le fueran proporcionados, y a la distancia que fuera acordada. Igualmente, tuvo la obligación de mantener libre de vegetación a los arbolitos plantados, así como en el momento oportuno reponer las fallas observadas en la plantación. Así mismo, el agricultor se obligó a cuidar todos los brinzales plantados hasta el fin de su contrato.

Al comprometerse al cumplimiento de lo arriba estipulado, se le permitió al agricultor el uso gratuito de la tierra para la siembra de sus cultivos agrícolas. El período de duración del contrato fue de 12 meses. Pero, en casos especiales, el tiempo de permanencia puede ser alargado.

C. Localización y Descripción de las Parcelas Experimentales

El presente experimento se realizó en terrenos propiedad del Departamento de Dasonomía del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A., Turrialba, Costa Rica, en parcelas localizadas en el lugar denominado "Bajo Chino". Geográficamente el Instituto está aproximadamente a los 9° 53' de Latitud N, y a los 83° 38' de Longitud O. Su elevación es de 602 metros sobre el nivel del mar. La temperatura se ha caracterizado por una media anual de 22.55°C; la máxima con un promedio de 27.75°C, y la mínima con un promedio de 17.04°C; siendo la precipitación anual de 2,565.9 mm. De acuerdo con el sistema de clasificación de formaciones vegetales de Holdridge (27), Turrialba corresponde a la faja subtropical, de la formación bosque muy húmedo.

Se tabularon los datos climáticos de temperatura media y precipitación pluvial de Turrialba correspondientes al año de 1962. Con estos datos se trazó la gráfica N^o 1.

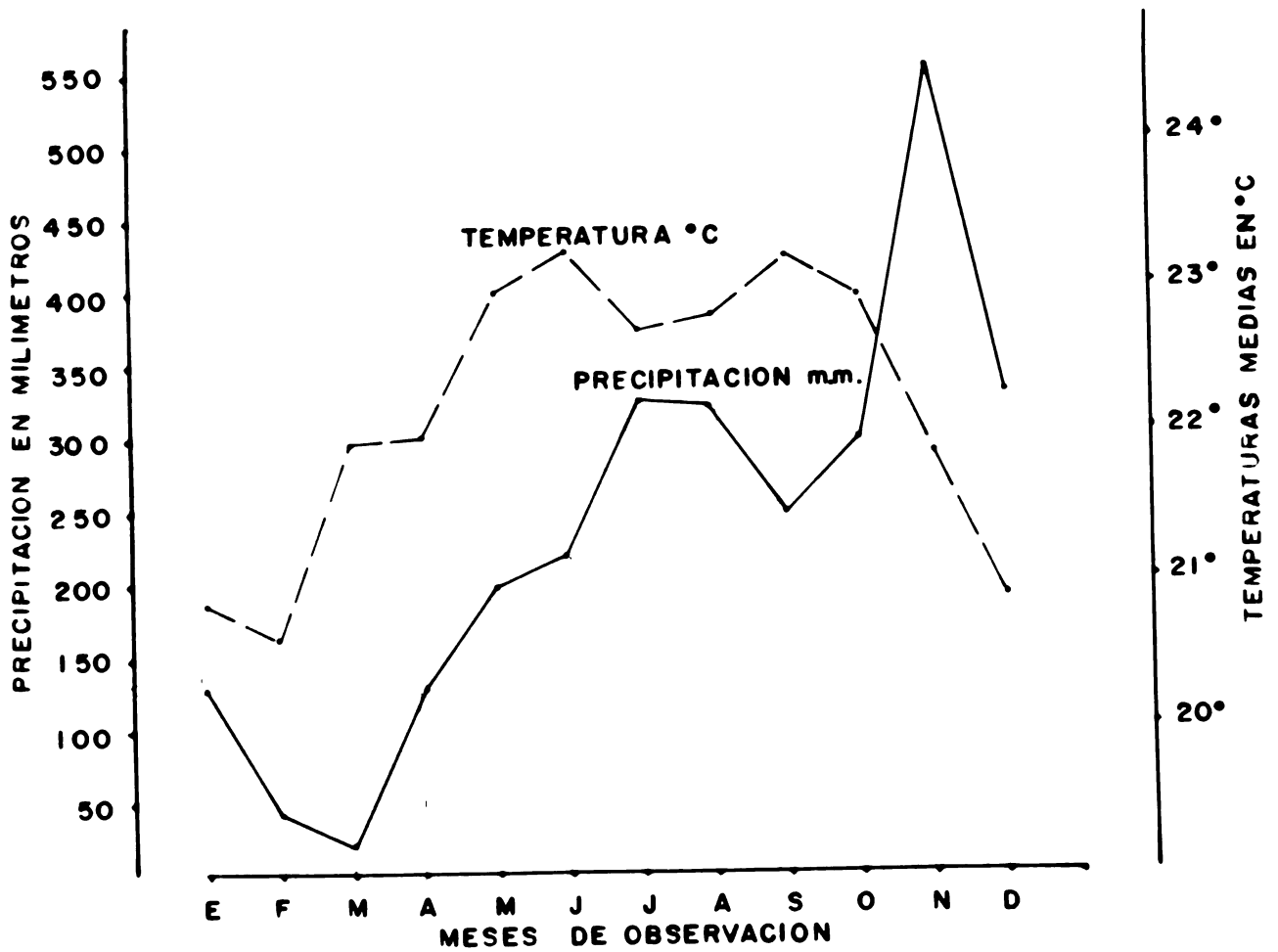
Cuadro N^o 1

DATOS CLIMATICOS PARA TURRIALBA - NORMALES Y DEL AÑO 1962

Mes	Temperaturas medias en °C. *		Precipitación pluvial en mm. **	
	Normal	1962	Normal	1962
Enero	21.46 °C	20.85 °C	172.8	127.1
Febrero	21.34 °C	20.67 °C	134.9	41.2
Marzo	22.29 °C	21.94 °C	64.5	38.0
Abril	22.75 °C	22.00 °C	101.2	115.5
Mayo	23.40 °C	22.95 °C	235.9	197.1
Junio	23.28 °C	23.27 °C	291.8	217.2
Julio	22.93 °C	22.78 °C	266.9	322.1
Agosto	22.83 °C	22.99 °C	218.9	318.4
Setiembre	23.07 °C	23.22 °C	214.4	247.2
Octubre	23.04 °C	22.95 °C	265.4	294.0
Noviembre	22.40 °C	21.86 °C	261.1	554.1
Diciembre	21.82 °C	20.88 °C	338.1	327.9
Total	270.61 °C	266.36 °C	2,565.9	2,799.8
Promedio	22.55 °C	22.19 °C	213.8	233.3

* : Los datos normales de temperatura, de Enero a Junio corresponden al promedio de 4 años, y de Julio a Diciembre, de 5 años.

** : Los datos normales de precipitación son los promedios de 18 años (1944-1961) tabulados por el Departamento de Dasonomía.



Gráfica Nº 1. Precipitación y temperaturas medias para Turrialba de 1962.



Foto N^o 1. Vista general de la zona donde se realizó el experimento, localizada en el Bajo Chino, en terrenos del Centro de Turrialba.



Foto N^o 2. Vista general de la vegetación que crecía en los campos, antes de iniciarse el experimento.

1. Campo I

Está localizado dentro de la propiedad del Instituto, a 1.400 metros de distancia al Noroeste del edificio principal, a una altura sobre el nivel del mar de 580 metros aproximadamente. La plantación abarcó una superficie de 2.304 metros cuadrados (véase croquis en la Gráfica Nº 12 del Apéndice). Los suelos de esta zona, de acuerdo con Hardy (24), presentan perfil poco profundo con la capa superficial de color negro y de estructura granular; textura principalmente arenarcillosa; permeabilidad alta; subsuelo de color café grisáceo, de estructura granular y de textura arenosa. El suelo, en general, está lleno de grava y piedras de diferentes tamaños. El potencial de fertilidad es muy alto. La topografía de esta parcela es una ladera con 22% de pendiente, en promedio. La vegetación es de tipo herbáceo, arbustivo y arbóreo, predominando Erythrina poeppigiana, Acnistus arborea y Trophis racemosa entre las leñosas y Musa sapientum, Panicum maximum y Melinis minutiflora entre las herbáceas. El terreno fue usado antiguamente como cafetal del Instituto y más recientemente algunas porciones fueron cedidas a peones para que siembren algunos cultivos.

2. Campo II

Se localiza a 300 metros de distancia del Campo I, en dirección Noroeste y a una elevación de 560 metros aproximadamente. La plantación de esta parcela cubrió igualmente 2.304 metros cuadrados (véase croquis en la Gráfica Nº 13 del Apéndice). La descripción de los suelos y de la vegetación es la misma que para el Campo I. La topografía de esta parcela presenta un declive con 15% de pendiente, en promedio.



Foto N^o 3. Vista parcial del campo I, después de estaquear pero antes de realizarse la plantación.



Foto N^o 4. Vista parcial del campo II, después de estaquear pero antes de realizarse la plantación.

D. Especies Ensayadas en la Reforestación

Para realizar el experimento se seleccionaron 4 diferentes especies forestales. Todas ellas se caracterizan por ser de maderas valiosas, de rápido crecimiento, intolerantes y, sobre todo, de fácil adaptación a diferentes condiciones climáticas.

Las especies utilizadas en el presente estudio fueron:

caoba, Swietenia humilis Zucc.

laurel, Cordia alliodora (R. & P.) Cham.

ciprés, Cupressus lusitanica Mill.

teca, Tectona grandis Linn.

1. Laurel, Cordia alliodora (R. & P.) Cham.

De acuerdo con Record y Hess (49), el laurel está ampliamente distribuido en las regiones tropicales y subtropicales del Nuevo Mundo; el área de distribución va desde el Sur de México hasta el límite meridional del trópico en Sudamérica. También ocurre en las Antillas.

El laurel es un árbol maderable importante. La importancia del Cordia alliodora se debe principalmente a un rápido crecimiento, fácil reproducción natural, buena forma y alta calidad de la madera (43).

Según Flinta (21), el laurel crece en clima con una temperatura media de 23º a 25ºC y donde ocurre una precipitación anual que varía de 1,400 a 1,900 milímetros.

Holdridge (28), ha comprobado que este árbol no requiere muchos cuidados silviculturales, ya que se poda desde muy temprana edad por sí mismo y su tronco crece muy recto. Su crecimiento es excelente y

no es atacado por plagas serias. El Cordia alliodora, demanda mucha luz para su establecimiento, y crece rápidamente en terrenos abiertos; puede subsistir bajo sombra ligera, aunque su desarrollo no es el adecuado (21, 43).

2. Ciprés, Cupressus lusitanica Mill.

(C. benthami Endl., C. lindleyii Klotsch)

De acuerdo con varios investigadores (8, 26, 49), el ciprés crece naturalmente en las altas montañas húmedas del sur de México y Guatemala, y en pequeñas áreas en El Salvador y Honduras.

Según Holdridge (26), el Cupressus está distribuido naturalmente en rodales en la faja montano bajo en la formación bosque húmedo; crece en forma natural entre precipitaciones medias anuales de aproximadamente 2.000 a 4.000 milímetros. Conforme a Weck, citado por Vega (61), la zona ecológica del ciprés comprende, en los trópicos, el bosque pluvial de la montaña, con precipitación superior a 2.000 milímetros.

De acuerdo con Parry (42), el ciprés ha sido introducido con éxito en las partes montañosas del Africa, donde la precipitación es moderada. El mismo autor anota que el Cupressus es resistente a la sequía y al trasplante con raíz desnuda. Budowski (8) informa que el ciprés en Costa Rica ha mostrado buen comportamiento en diversas condiciones ecológicas, y su utilización está ampliamente difundida.

3. Teca, Tectona grandis Linn.

Según Troup, Markapal, Becking, citados por Champion y Brasnett (16), la teca es una especie de hoja caediza y crece

naturalmente en la India peninsular, Birmania y zonas occidentales de Tailandia e Indochina. Prospera mejor y alcanza sus mayores dimensiones en un clima monzónico o estacional, con una marcada estación seca de varios meses de duración.

Diferentes investigadores (7, 36, 52), informan sobre el éxito de las plantaciones de teca que se han realizado en Trinidad. La mayoría de estas reforestaciones fueron hechas mediante el sistema taungya. Igualmente informan sobre plantaciones de teca en Africa, Asia, Argentina, Costa Rica, Honduras, Ecuador, Puerto Rico, Nicaragua, Panamá y Guatemala. En la mayoría de estos países, dichas plantaciones han tenido éxito (21, 42, 65).

4. Caoba, Swietenia humilis Zucc.

Esta especie ocurre en forma natural a lo largo de la costa del Océano Pacífico, en lugares tropicales secos desde Sinaloa, México (latitud 24º N), siguiendo por Guatemala, El Salvador, Nicaragua, llegando hasta Guanacaste, Costa Rica, (latitud 10º N) (37,49).

El autor del presente trabajo, en compañía de técnicos y estudiantes del Departamento de Dasonomía del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, observó Swietenia humilis, en la formación bosque muy seco al Norte de Managua, Nicaragua a unos 300 metros de elevación y en el bosque seco de la faja subtropical, a un altura de 800 metros sobre el nivel del mar, en un lugar localizado cerca del Istmo de Tehuantepec, México.

Generalmente la Swietenia humilis es un árbol más pequeño que la Swietenia macrophylla y se considera muy similar a ésta, pero crece en ambientes más secos (37). Es de asumirse que el tamaño pequeño de la

Swietenia humilis, se deba al ambiente mas seco donde se desarrolla. La madera de la caoba es de considerable importancia comercial y tiene un sin fin de usos. En Costa Rica se han hecho reforestaciones con éxito en suelos moderadamente degradados, utilizando en la plantación brinzales a raíz desnuda (65). Lamb (37) informa de plantaciones combinadas de S. humilis y S. macrophylla en Cuba y Honduras.

E. Obtención del Material de Plantación

Las plantas se obtuvieron de los viveros forestales del Departamento de Dasonomía, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica. En el Cuadro Nº 2, se presentan las especies utilizadas en el trabajo. También se indican otras características, como origen de la semilla, fecha de siembra, fecha de transplante y edad de los brinzales antes de realizar la plantación.

Cuadro Nº 2

INFORMACION SOBRE LAS ESPECIES CULTIVADAS EN EL VIVERO FORESTAL Y USADAS EN EL EXPERIMENTO

Especie	Origen	Siembra fecha	Plantación		Edad en meses
			Fecha	Material	
<u>Cordia alliodora</u>	Costa Rica	19-IV-61	8-IV-62	a raíz desnuda	13 meses
<u>Cupressus lusitanica</u>	Guatemala	11-VII-61	9-VI-62	"	11 meses
<u>Swietenia humilis</u>	Nicaragua	11-VII-61	11-VI-62	"	11 meses
<u>Tectona grandis</u>	Puerto Rico	28-II-61	11-VI-62	"	15 meses

F. Características de los Brinzales y su Preparación
para la Plantación

Antes de iniciar la plantación, se escogieron los arbolitos en los viveros del Departamento, tomando en consideración su buena forma y sus típicas características de poseer un buen sistema radicular. Asimismo, se consideró la apariencia del follaje y que no presentaran daños causados por insectos, enfermedades y otros agentes perjudiciales. La altura promedio de los brinzales al momento de realizar la plantación fue: caoba, 15.6 centímetros; teca, 7.1 centímetros; ciprés, 47.9 centímetros y laurel, 16.8 centímetros.

De acuerdo con las recomendaciones de la literatura, los brinzales fueron preparados para ser plantados a raíz desnuda. Los arbolitos fueron extraídos del vivero con una pala corriente y procurando no dañar las raíces, las que se cubrían con tierra inmediatamente. Luego de sacados los brinzales, se trasladaban en cajas al lugar de la plantación; lo que se realizaba en el acto. Se tomó el cuidado de extraer del vivero sólo los arbolitos que tenían que utilizarse en cada plantación.

G. Preparación de las Areas para la Plantación y las Herramientas
utilizadas

En los últimos días del mes de febrero de 1962, se efectuó un corte a tala-rasa de toda la vegetación existente en las áreas por reforestar. Algunos de los árboles existentes en las parcelas fueron aprovechados para leña.



Foto N^o 5. Vista parcial de una de las áreas a reforestar, después de realizado el corte a tala-rasa.

Durante los primeros días de marzo, después de que estaba seco el producto del corte al ras, se procedió a quemar los residuos existentes, con el objeto de alistar el terreno para la plantación. Al momento de la quema, se tomaron las precauciones necesarias para evitar que el fuego se propagara a las áreas vecinas.

Uno de los contratistas, el poseedor del lote N^o 1, procedió a sembrar maíz, después de efectuada la quema; la fecha de siembra fue el 5 de marzo. El agricultor del lote N^o 2 hizo una siembra de frijol el 1^o de mayo.

Debido al rápido crecimiento de la vegetación herbácea existente en las dos áreas, hubo necesidad de hacer una nueva limpia o corte de las hierbas con machete, antes de efectuar la plantación de los brinzales, lo que se llevó a cabo en los primeros días de junio de 1962.

La plantación se efectuó con una pala plantadora, cuya plancha tiene de 20 a 25 centímetros de largo por 7 a 10 centímetros de ancho y 1 a 2.3 centímetros de espesor. El largo de la pala es de 100 a 115 centímetros, siendo su peso de 4-6 kilogramos aproximadamente.

La pala plantadora, arriba citada, facilita grandemente el trabajo de las plantaciones. 1) Se hace el hoyo para la plantita; 2) se coloca la planta; 3) finalmente, se clava a un costado la herramienta, con el objeto de apretar la tierra alrededor de la plantita.

Además, se utilizaron una pala en la extracción de los brinzales de los viveros y para hacer la limpieza alrededor de las estacas; un machete para realizar los deshierbes, una regla graduada en centímetros para medir las alturas, una forcípula graduada en milímetros con la cual se midió el incremento en diámetros de las diferentes especies ensayadas.

H. Métodos de Plantación y Fecha de Siembra

Antes de iniciar la plantación, las áreas fueron marcadas con estacas a un espaciamiento de 3 x 3 metros. Las estacas utilizadas fueron principalmente de caña de bambú y otros materiales leñosos de 1.50 metros aproximadamente.

Las parcelas que corresponden a cada una de las especies utilizadas en el experimento, fueron sorteadas al azar. También se limpió de manera completa alrededor de la estaca, aproximadamente unos 90 centímetros de diámetro.

Foto Nº 6

Pala plantadora que se utilizó
en el experimento.

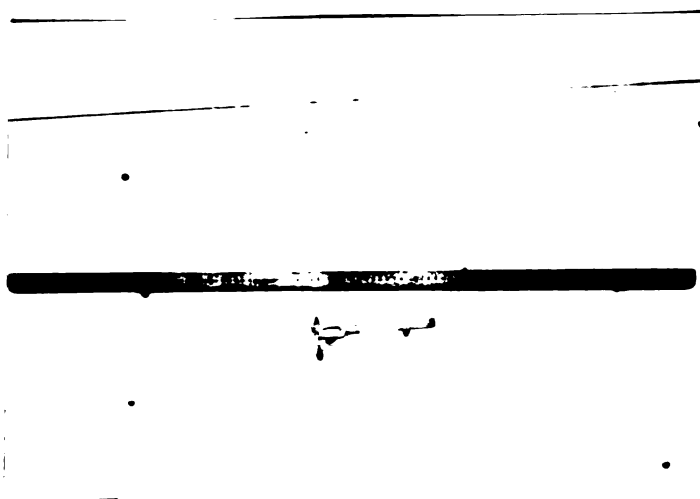


Foto Nº 7. Regla graduada en centímetros y forcípula en
milímetros, con las que se realizaron las me
diciones de altura y diámetro.

El método de plantación con las raíces desnudas, fue el que se utilizó en este experimento. Aun cuando se sufren, a veces, fuertes pérdidas, las ventajas derivadas del menor costo y de las mayores facilidades de operación, compensan con creces este inconveniente.

Para realizar la plantación, se utilizó el método de comprensión de la tierra. En este método, la tierra se presiona, dándole la forma del hoyo deseado por medio de palas especiales. Con esto los hoyos resultaron, por lo común, de forma de cuña o también de cono invertido. Se coloca la planta en posición recta y una vez que las raíces han llegado hasta la profundidad requerida, se presiona la tierra a su alrededor, teniendo cuidado de no doblar las raíces.

Las ventajas de este método pueden describirse así: 1) costo relativamente bajo; 2) la plantación se hace con mucha rapidez; 3) las plantas se colocan con las raíces a más profundidad.

Las desventajas son: 1) en terrenos muy duros, se hace difícil conseguir que la tierra quede en estrecho contacto con las raíces; 2) este sistema no es aplicable cuando el suelo está cubierto de pastos o malezas, porque éstos dificultan el empleo de la pala plantadora; 3) en los lugares donde haya raíces y piedras, no se pueden usar satisfactoriamente estos sistemas, por la razón arriba citada.

En el transcurso de los días 8, 9 y 11 de junio de 1962, se llevó a cabo la plantación de las dos áreas por reforestar. Los días en que se realizó el trabajo fueron generalmente nublados o lluviosos. Las operaciones de extracción de los brinzales del vivero, el traslado al campo y la plantación, se llevaron a cabo tomando las precauciones

necesarias, es decir, los arbolitos fueron extraídos del vivero con una pala corriente, se procuró no dañar las raíces, los que se cubrían con tierra húmeda inmediatamente. Luego de sacados los brinzales se trasladaban en cajas al lugar de la plantación; ésta se realizaba en el acto.

Al momento de realizar la plantación, se puso atención en que cada arbolito estuviera en posición correcta, con el fin de que los brinzales quedaran bien plantados, se presionó la tierra cuidadosamente alrededor de cada uno de estos. En las parcelas experimentales se plantaron en total 512 brinzales, 128 para cada una de las especies ensayadas, caoba, ciprés, laurel y teca.

I. Cuidados después de la Plantación

1. Reemplazo de las fallas

El primer replante de ciprés se llevó a cabo el 27 de junio, 20 días después de haberse realizado la plantación, pues la mayoría de los brinzales de esta especie se habían secado completamente. En el campo I, las subparcelas 4, 8, 12 y 15 fueron replantadas totalmente, ocupándose 32 arbolitos para el sistema taungya y 32 para el otro método de plantación. Para el campo II, correspondieron 7 brinzales al sistema taungya, y 11 para el otro sistema, siendo en total 82 arbolitos replantados.

El caso del Cupressus, no obstante de haberse replantado el 27 de junio, al inspeccionar las plantaciones se encontró que la mayoría de los arbolitos estaban nuevamente marchitos. Por lo tanto, hubo necesidad de hacer un nuevo reemplazo de esta especie el 28 de julio, o 48 días después de la primera plantación, lo que se indica con detalle en el Cuadro N^o 3.

NUMERO Y PORCENTAJE TOTAL DE FALLAS PARA CADA ESPECIE, CAMPO Y SISTEMA

A LOS 48 DIAS DE HABERSE REALIZADO LA PLANTACION

Campo I	Caoba			Teca			Laurel			Ciprés			Total por sistema		
	Nº de muertos	%	Nº de muertos	%	Nº de muertos	%	Nº de muertos	%	Nº de muertos	%	Nº de muertos	%	Nº de muertos	%	
Sistema I [†]	5	15.6	4	12.5	3	9.4	14	43.8	26	20.3					
Sistema II ^{††}	4	12.5	12	37.5	4	12.5	23	71.9	43	33.6					
Total de plantas	9	14.1	16	25.0	7	10.9	37	57.8	69	26.9					
Campo II	Caoba			Teca			Laurel			Ciprés			Total por sistema		
	Nº de muertos	%	Nº de muertos	%	Nº de muertos	%	Nº de muertos	%	Nº de muertos	%	Nº de muertos	%	Nº de muertos	%	
Sistema I [†]	3	9.4	4	12.5	1	3.1	21	65.6	29	22.6					
Sistema II ^{††}	7	21.9	5	15.6	5	15.6	16	50.0	33	25.8					
Total de plantas	10	15.6	9	14.0	6	9.4	37	57.8	62	26.8					
Total de plantas utilizadas	19	14.8	25	19.5	13	10.2	74 ⁺	57.8	131	25.6					

† : Sistema I = Método Taungya

†† : Sistema II = Método sin uso de la tierra para agricultura

+ : Corresponde al Nº de fallas antes del segundo trasplante de ciprés, Cabe recordar que 31 días antes se había hecho una reposición de 82 arbolitos.

El día que se llevó a cabo el replante, estuvo nublado y la noche anterior había caído un fuerte aguacero.

Es de interés anotar que el estaqueamiento de la plantación facilitó grandemente localizar las plantitas en el momento de tomar los datos de campo. También facilitó la reposición de las fallas, en la que se utilizaron brinzales de la misma edad que los plantados originalmente, así como los mismos métodos y herramientas que nos sirvieron para la plantación original.

El 6 de setiembre de 1962, después de haber transcurrido 85 días de la plantación, se llevó a cabo un nuevo replante, distribuido según puede apreciarse en el Cuadro Nº 4.

2. Cuidados culturales

Debido al rápido crecimiento de la vegetación herbácea, así como de las plantas de Musa sp., que existen en las áreas del experimento, fue necesario realizar limpiezas periódicas de los terrenos. El mantenimiento de la plantación consistió en cortar la hierba que crece entre las hileras de los brinzales y mantener libre de toda vegetación herbácea el contorno de cada arbolito, aproximadamente en 90 centímetros de diámetro.

J. Observaciones Tomadas

1. Comportamiento inmediatamente después del trasplante

Después de 14 días de haberse realizado la plantación, aparecieron los primeros brotes en los arbolitos de laurel y caoba; la teca y el ciprés mostraban un aspecto muy notorio de marchitez. En el caso de los brinzales de caoba y laurel, se observó que la parte superior del

NUMERO Y PORCENTAJE TOTAL DE FALLAS PARA CADA ESPECIE, CAMPO Y SISTEMA
A LOS 85 DIAS DE HABERSE REALIZADO LA PLANTACION

Campo I	Caoba			Teca			Laurel			Ciprés ⁺			Total por sistema		
	No de muertos	%	No de muertos	%	No de muertos	%	No de muertos	%	No de muertos	%	No de muertos	%	No de muertos	%	
Sistema I [▲]	2	6.3	13	10.2	3	9.4	0	-	18	14.1					
Sistema II ^{▲▲}	4	12.5	3	9.4	3	9.4	0	-	10	7.8					
Total de plantas	6	9.4	16	25.0	6	9.4	-	-	28	10.9					
Campo II	Caoba			Teca			Laurel			Ciprés			Total por sistema		
	No de muertos	%	No de muertos	%	No de muertos	%	No de muertos	%	No de muertos	%	No de muertos	%	No de muertos	%	
Sistema I [▲]	2	6.3	2	6.3	9	28.1	0	-	13	10.2					
Sistema II ^{▲▲}	0	-	2	6.3	1	3.1	0	-	3	2.4					
Total de plantas	2	3.1	4	6.3	10	15.6	0	-	16	12.5					
Total de plantas utilizadas	8	6.3	20	15.6	16	12.5	-	-	44	8.6					

▲ : Sistema I = Método taungya

▲▲ : Sistema II = Método sin uso de la tierra para agricultura

+ : En el momento de la evaluación antes de realizar el segundo replante de las demás especies, todos los arbolitos de ciprés lucían sanos. Al poco tiempo algunos brinzales empezaron a secarse pero no se juzgó conveniente hacer nuevas reposiciones.

tallito se secó completamente, pero había brotes tiernos en la parte baja. Esto se advirtió con más frecuencia en las plantas de laurel.

2. Observaciones periódicas sistemáticas

Se comenzaron las observaciones al iniciar el experimento, y luego se efectuaron cada 30 días durante un período de seis meses. En cada observación, se tomaron la altura y el diámetro de las plantas vivas de cada campo experimental. Con las observaciones anotadas, se construyeron unas gráficas de crecimiento en altura y diámetro para cada especie y sistema, y se registró la supervivencia obtenida en el experimento.

La última observación se realizó el 8 de enero de 1963, siete meses después de haber realizado la plantación. Los datos obtenidos en esta última observación se analizaron estadísticamente para comparar la supervivencia para cada sistema, así como para cada especie. Los datos obtenidos en el transcurso del experimento, y relacionados con el crecimiento en altura y diámetro, también fueron analizados estadísticamente. También se observó el daño ocasionado a las plantaciones por insectos y algunos otros agentes perjudiciales.

a. Incrementos en diámetro y altura

Las mediciones del crecimiento en altura se realizaron cada mes con una regla graduada en centímetros. El incremento en diámetro fue medido con una forcípula graduada en milímetros y a una altura aproximada de cinco centímetros del suelo.

Las mediciones de crecimiento en altura e incremento en diámetro, fueron tomadas para todos los brinzales plantados en el experimento.

b. Daños causados por hongos e insectos

A los pocos días de haberse realizado la plantación, y durante el transcurso del experimento, se observó el daño ocasionado por las hormigas Atta sp., las que dejan sin hojas a numerosos arbolitos. El daño causado por esta clase de hormigas fue advertido en las dos áreas, principalmente en los brinzales de caoba, y en menor grado, en teca y laurel. Estos daños fueron controlados fácilmente con pulverizaciones de clordano alrededor de los brinzales atacados. Debido a la ubicación de las parcelas experimentales, no hubo problemas causados por el ganado.

K. Registro de las Cosechas Obtenidas en las Parcelas

Reforestadas con Taungya

Donde se cultivaba se preparó un cuadro que da en detalle la cantidad de cultivos agrícolas recolectados por cada agricultor. En dicho cuadro también se anotaron la clase de cultivo y la producción obtenida.

L. Cálculo de los Costos

Se anotaron en detalle los costos para cada sistema de reforestación, así como el tiempo empleado en la plantación y en el mantenimiento de ésta durante el tiempo del ensayo. Para facilitar la comparación con otros trabajos, el tiempo utilizado en este experimento se da en hombre horas de trabajo por hectárea.

Foto N^o 8

Ejemplar de Tectona grandis que muestra los daños ocasionados por la hormiga Atta sp.; cinco meses después de haberse transplantado.



Foto N^o 9. Ejemplar de Swietenia humilis que muestra hojas nuevas, después de haber sido defoliada por la hormiga Atta sp.; dos meses después de haberse transplantado.

V. RESULTADOS

A. Comportamiento de las Diferentes Especies

Utilizadas en el Experimento

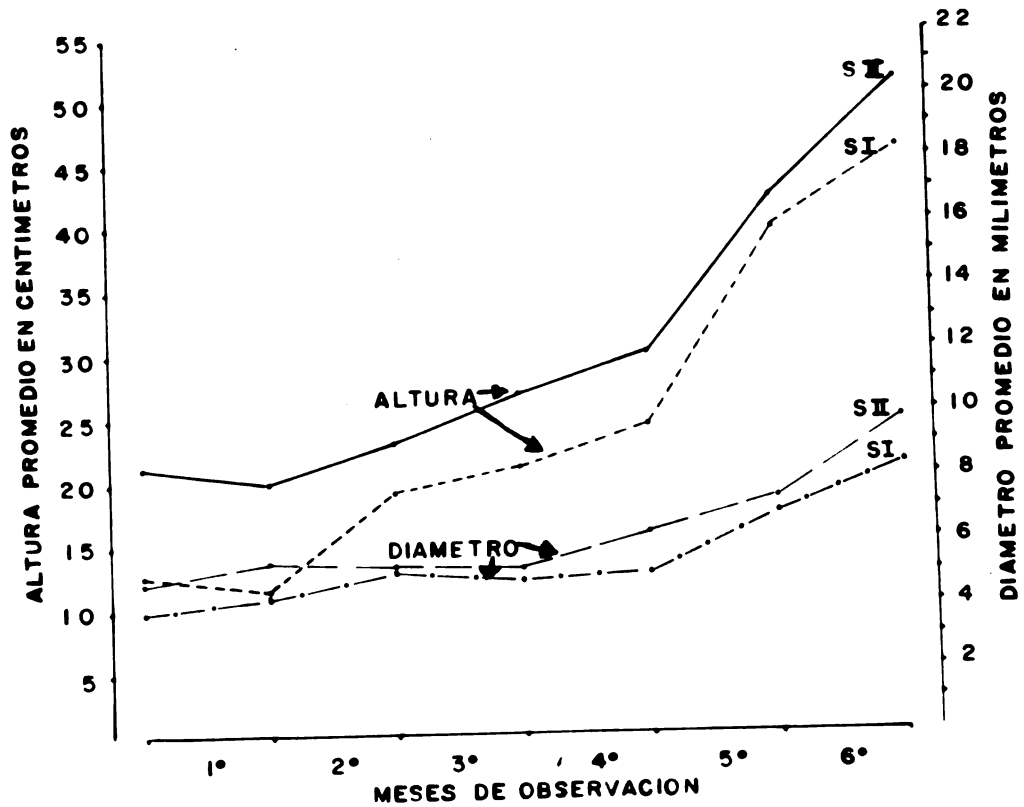
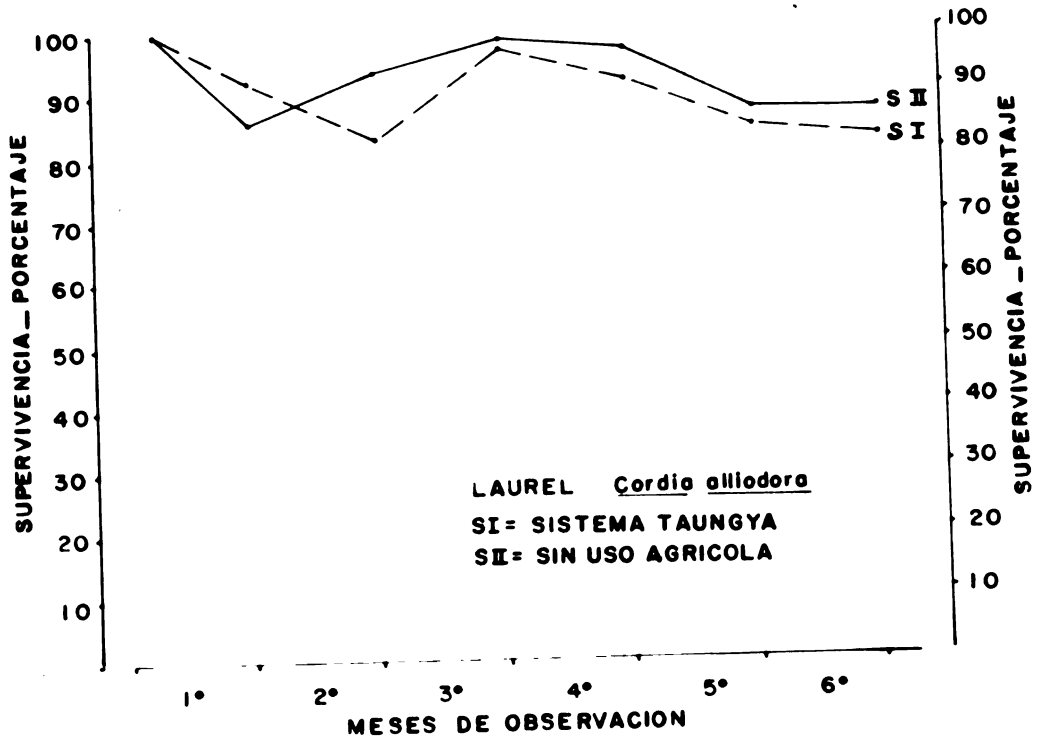
Los resultados de cada especie y sistema se presentan en forma de cuadros. En cada cuadro se incluyen los siguientes detalles:

- a) Número de plantas vivas y muertas encontradas en cada fecha de observación;
- b) Supervivencia en porcentaje;
- c) Altura promedio de las plantas vivas en cada fecha de observación;
- d) Incremento acumulado en altura, que es la suma de los incrementos promedios;
- e) Diámetro promedio de las plantas vivas en cada fecha de observación;
- f) Incremento acumulado en diámetro, que es la suma de los incrementos promedios;
- g) Altura máxima encontrada en cada fecha de observación;
- h) Diámetro máximo encontrado en cada fecha de observación.

Con los valores de incrementos acumulados en altura, diámetro y supervivencia, se trazaron curvas que indican el crecimiento en altura, incremento en diámetro y supervivencia para cada especie ensayada, así como para los dos diferentes sistemas de plantación.

1. Laurel, Cordia alliodora (R. & P.) Cham.

La supervivencia, el crecimiento en altura y el incremento en diámetro del laurel plantado mediante el sistema taungya y sin uso agrícola, se detalla en el Cuadro N^o 5.



Gráfica Nº 2. Supervivencia y crecimiento en altura y diámetro del *Cordia alliodora* plantado en el Bajo Chino.

El porcentaje de supervivencia para el laurel establecido mediante el sistema taungya fue de 82.8% y de 92.2% para el sistema sin uso agrícola, siendo la diferencia de 9.4%, la que es significativa al nivel del 5%. Esta diferencia posiblemente se deba a que los cultivos agrícolas hayan competido con el establecimiento de los brinzales por agua, nutrientes, espacio radicular y luz (véase Gráficas Nos. 2 y 9), especialmente en vista de que el laurel es una especie muy intolerante.

En el primer mes de plantados los brinzales de laurel establecidos mediante los dos sistemas, se secaron en la parte terminal del tallito. Como consecuencia se nota en el Cuadro N^o 5 una pequeña reducción en la altura promedio ocurrida de junio a julio. Después de la tercera observación, o sea de agosto en adelante, el crecimiento en altura se fue superando en cada observación, notándose de octubre a noviembre un crecimiento promedio en altura para los dos sistemas de 12.9 cm. Esto posiblemente sea debido a que la precipitación pluvial alcanzó en ese período la alta cifra de 554.1 mm. (véase Gráfica N^o 1).

Durante el transcurso del experimento, en el laurel establecido con taungya, se consiguió un incremento promedio total en altura de 36.4 cm. y un incremento promedio total en diámetro de 4.5 mm. Para el otro sistema de plantación, el incremento en altura fue de 31.1 cm. y de 4.9 mm. para el diámetro (véase Gráfica N^o 2). Las diferencias encontradas no fueron significativas para ninguno de los dos sistemas de plantación.

Durante los primeros meses de la plantación, los brinzales de laurel sufrieron un ataque posiblemente de un insecto picador-chupador que atacaba las hojas tiernas de los arbolitos, las que mostraban



Foto Nº 10. Ejemplar de Cordia alliodora sin taungya, a los 15 días de haberse transplantado; pueden apreciarse todas las hojas completamente secas.



Foto Nº 11. Ejemplar de Cordia alliodora sin taungya, tres meses después de haberse transplantado.

pequeños puntos negros, poco distanciados uno de otro; cuando el daño era severo las hojas mostraban cierto grado de clorosis. El daño ocasionado a los brinzales no se consideró de importancia, pues no pareció afectar mayormente el desarrollo de los arbolitos y sólo lo anotamos como una observación del presente trabajo experimental (véase Foto N^o 12).

Foto N^o 12

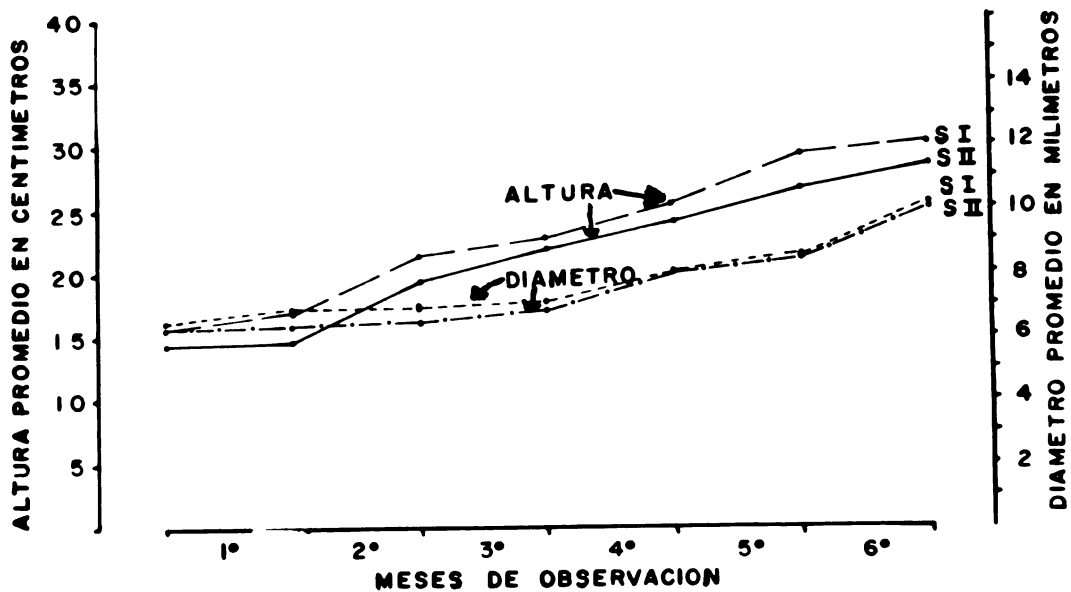
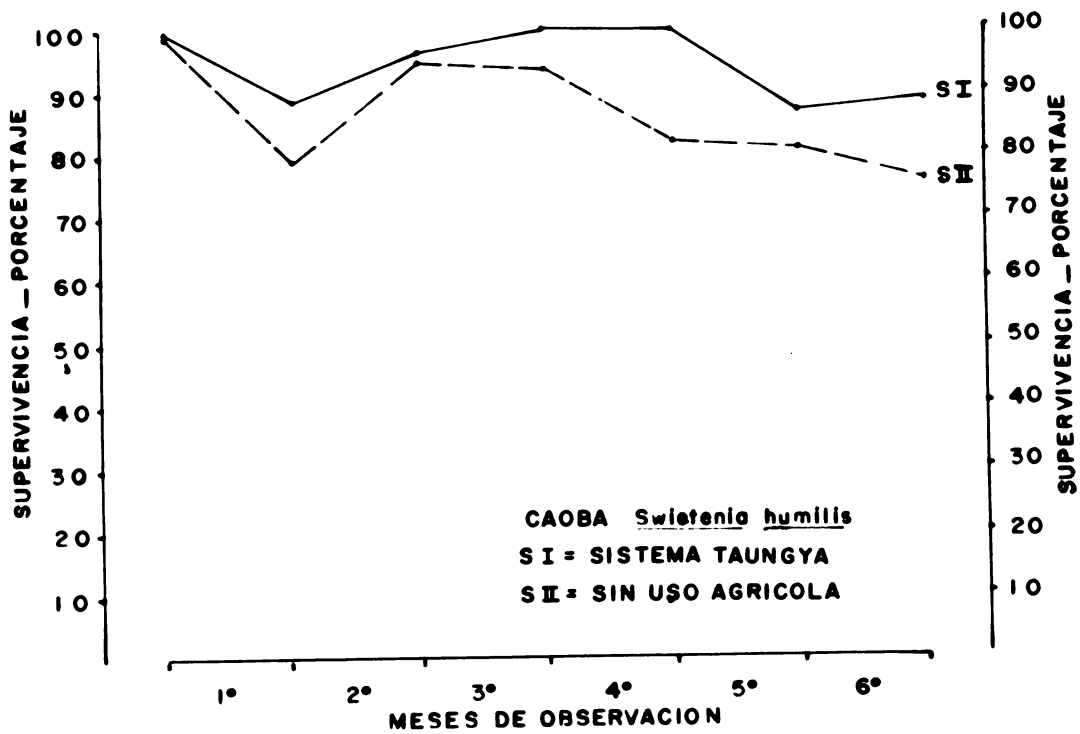
Ejemplar de Cordia alliodora, el que muestra las hojas con puntos necróticos, posiblemente causados por un insecto picador-chupador; cinco meses después de haberse transplantado.



2. Caoba, Swietenia humilis Zucc.

La supervivencia, el crecimiento en altura y el incremento en diámetro de la caoba plantada mediante el sistema taungya y el sistema sin uso agrícola se detallan en el Cuadro N^o 6.

Comparando los promedios de supervivencia registrados para los dos sistemas de plantación, la caoba establecida mediante el sistema



Gráfica Nº 3. Supervivencia y crecimiento en altura y diámetro del *Swietenia humilis* plantada en el Bajo Chino.



Foto N^o 13. Vista parcial de una de las parcelas reforestadas en combinación con la siembra de frijol Phaseolus vulgaris.



Foto N^o 14. Vista parcial de una de las parcelas reforestadas en combinación con la siembra de maíz, Zea mays.



Foto Nº 15. Ejemplar de Swietenia humilis, creciendo en combinación con maíz, Zea mays, tres meses después de haberse transplantado.

Foto Nº 16

Ejemplar de Tectona grandis creciendo en combinación con la yuca, Manihot utilissima, tres meses después de haberse transplantado.



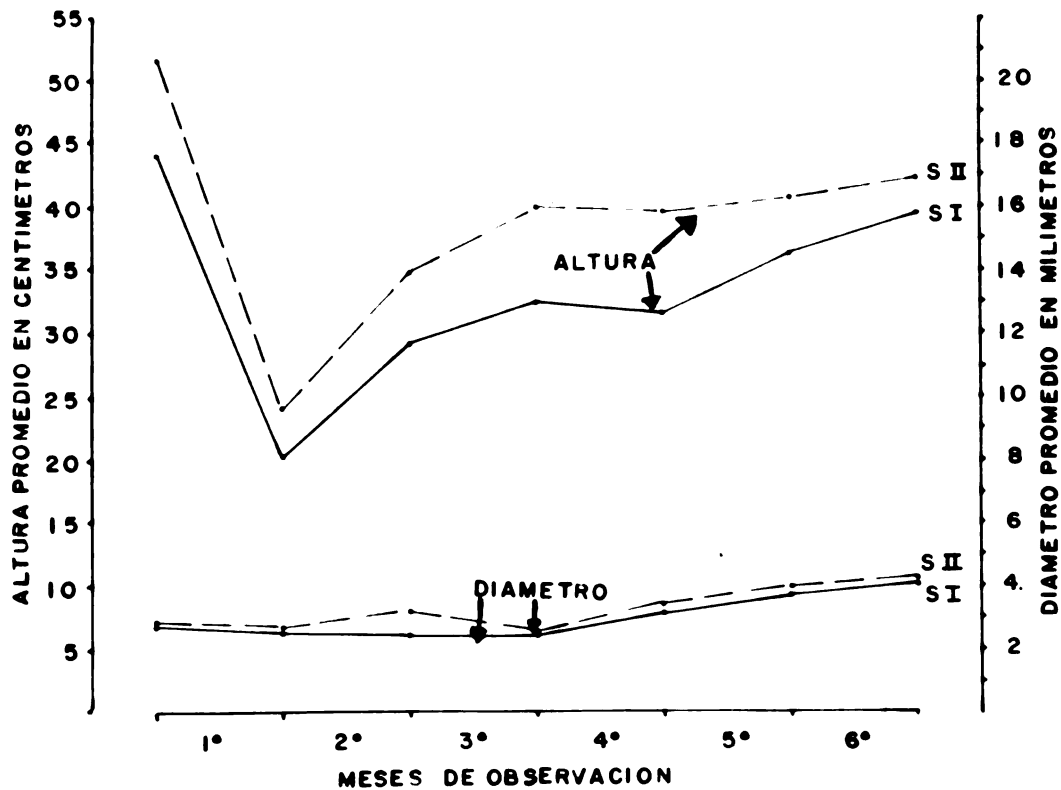
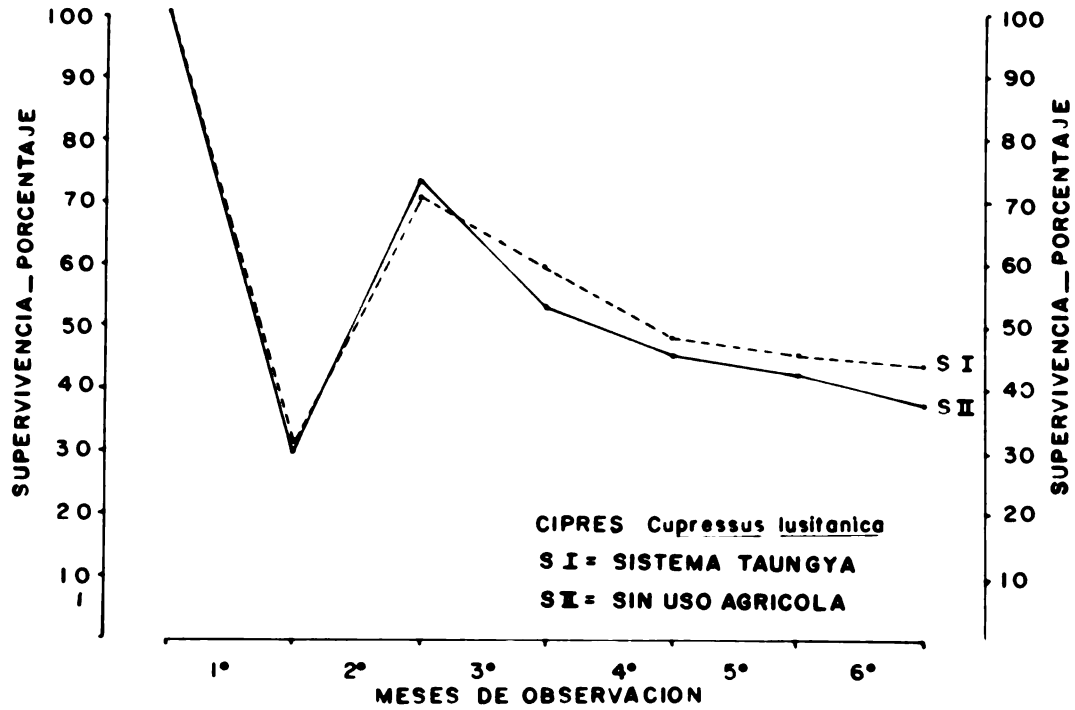
taungya, alcanzó 89.1% contra 76.6% para el otro sistema, siendo la diferencia de 12.5% significativa al nivel del 5% (véase Gráfica Nº 3). Esto posiblemente sea debido a que la caoba necesite un poco de sombra en sus primeros meses de plantada. Por consiguiente se puede sospechar que la sombra proporcionada por los cultivos agrícolas en las parcelas plantadas con taungya, influyeron favorablemente en el mayor porcentaje de supervivencia.

Durante el primer mes de plantados algunos de los brinzales de caoba establecidos por el sistema taungya y sin uso agrícola se secaron en la parte terminal del tallito, pero a diferencia del laurel, la altura promedio no bajó en comparación con la altura registrada para el primer mes (véase Cuadro Nº 6). En la caoba establecida por el sistema taungya, el incremento promedio total en altura al finalizar el experimento fue de 14.4 cm. y el incremento promedio total en diámetro de 3.8 mm. Para el otro sistema de plantación, el incremento en altura fue de 14.2 cm. y de 3.8 mm. para el diámetro (véase Cuadro Nº 6). Estas diferencias no fueron significativas para ninguno de los dos sistemas de plantación. (véase Cuadro Nº 6) n.s

3. Ciprés, Cupressus lusitanica Mill.

La supervivencia, el crecimiento en altura y el incremento en diámetro del ciprés, plantado mediante el sistema taungya y sin uso agrícola se detalla en el Cuadro Nº 7.

Durante el primer mes de efectuada la plantación, con el sistema taungya, la supervivencia bajó hasta un 31.2%. En el ciprés establecido sin uso de la tierra para agricultura, la supervivencia disminuyó hasta un 30%. Debido a los replantes que se realizaron en junio y



Gráfica Nº 4. Supervivencia y crecimiento en altura y diámetro del Cupressus lusitanica plantado en el Bajo Chino

Foto N^o 17

Ejemplar de Cupressus lusitanica creciendo en combinación con maíz, Zea mays, un mes después de haberse transplantado.



Foto N^o 18. Ejemplar de Cordia alliodora creciendo en combinación con frijol, Phaseolus vulgaris, un mes después de haber sido transplantado.

julio (véase Cuadro N^o 3), la supervivencia alcanzó en agosto 70.3% para el sistema taungya y 73.4% para el otro sistema. De setiembre a enero, y en los dos métodos de plantación, la supervivencia bajó gradualmente registrando en la última inspección 43.7% para el sistema taungya y 37.5% para el otro sistema (véase Gráfica N^o 4). La diferencia encontrada fue significativa al nivel del 5%.

En el ciprés, durante el primer mes hubo una disminución considerable de altura pues de 44.1 cm. bajó a 20.2 cm. para el sistema taungya, y de 51.7 cm. a 23.8 cm. en el otro sistema (véase Cuadro N^o 7). La causa de la disminución de la altura fue debido a que se secó la parte terminal del tallito en la mayoría de los brinzales de Cupressus. De julio a diciembre, la altura fue aumentando en forma gradual como se puede observar en la Gráfica N^o 4.

En el ciprés establecido por el sistema taungya, el incremento promedio total en altura al finalizar el experimento fue de 19.2 cm. y el incremento promedio total en diámetro de 1.6 mm. Para el otro sistema de plantación el incremento en altura fue de 18.3 cm. y de 1.8 mm. para el diámetro (véase Cuadro N^o 7). Las diferencias encontradas no fueron significativas para ninguno de los dos sistemas de plantación.

Se puede sospechar, que una de las causas principales del bajo porcentaje de supervivencia que mostró el Cupressus lusitanica en el experimento, sea debido a que esta especie no se encuentra adaptada a las condiciones ecológicas del lugar. Podría ser que en otro clima, o en otros lugares de la región, el comportamiento sea distinto, ya que se ha observado que esta especie se desarrolla favorablemente en

Foto N^o 19

Ejemplar de Swietenia humilis,
sin taungya, seis meses des-
pues de haberse transplantado.



Foto N^o 20

Ejemplar de Cupressus lusitanica
sin taungya, seis meses después
de haberse transplantado.

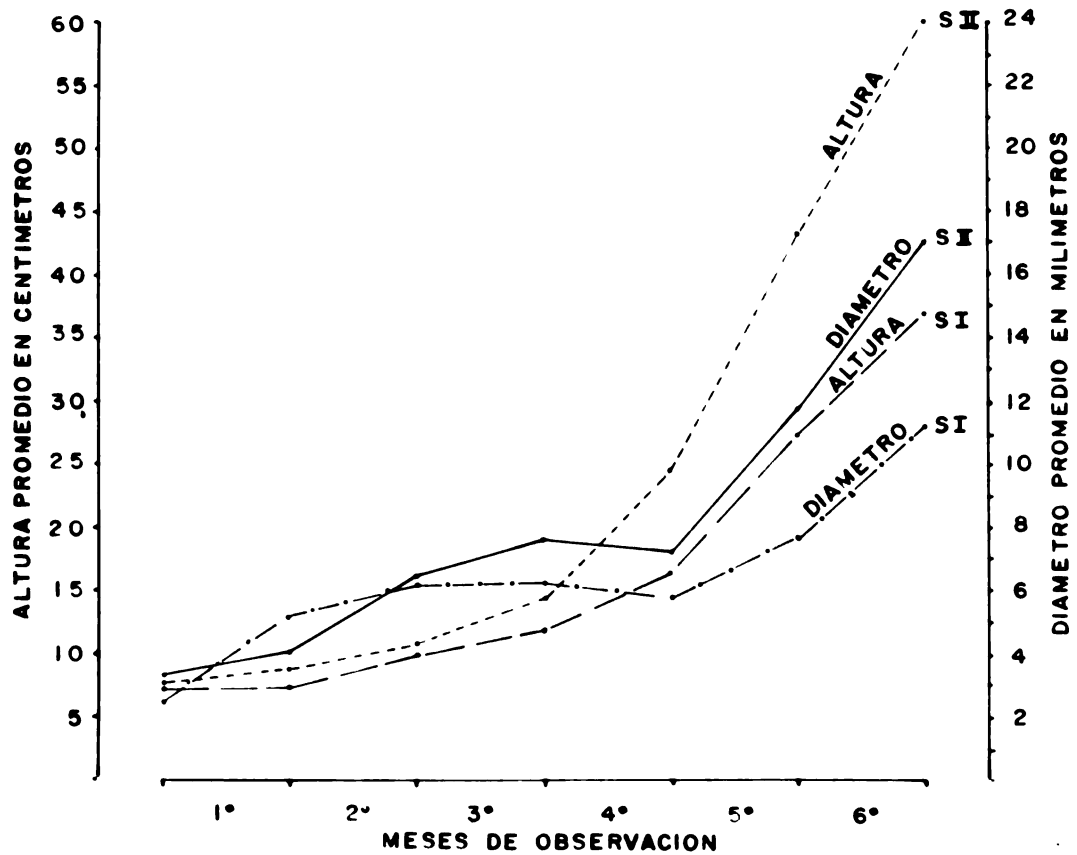
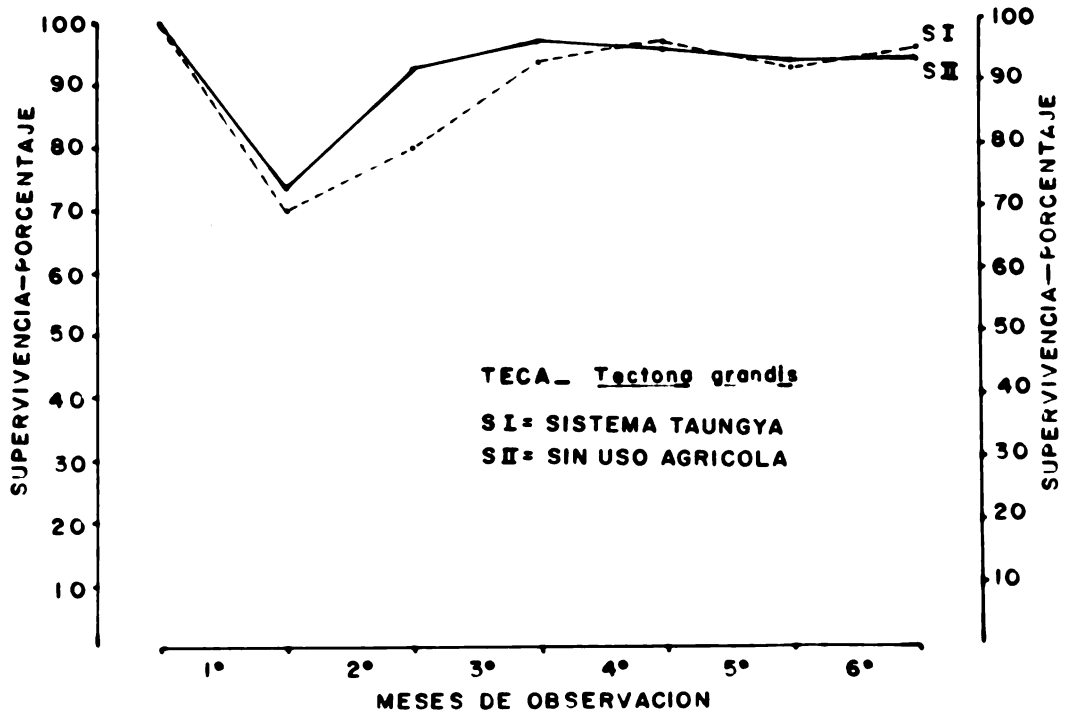
las zonas altas de las provincias de Cartago, Heredia y Alajuela, donde las condiciones generales son más secas y el clima más frío. Esto parece indicar que las condiciones arriba anotadas son más favorables para el desarrollo del ciprés, que las existentes en Turrialba. Una mayor comprobación a lo citado anteriormente, es el origen de las semillas de esta especie, pues fueron recolectadas en las zonas altas y frías de Guatemala. Otra posible causa del bajo prendimiento del ciprés es que en esta región durante algunas horas del día el calentamiento y quizás desecamiento de la capa superficial del terreno sea muy fuerte, cosa que no ocurre tanto en las alturas.

4. Teca, *Tectona grandis* Linn.

La supervivencia, el crecimiento en altura y el incremento en diámetro de *Tectona grandis*, plantada mediante el sistema taungya y sin uso agrícola, se detalla en el Cuadro N^o 8.

La supervivencia registrada para la teca al primer mes de la plantación con taungya fue de 70%, y de 73.4% para el sistema sin uso agrícola. Debido a los replantes que se realizaron en julio y setiembre (véase Cuadros Nos. 3 y 4), la supervivencia al final del experimento para el método taungya fue de 95.3% y de 93.8% para el otro sistema. Estas diferencias no fueron significativas para ninguno de los dos sistemas.

Durante los primeros meses de efectuadas las plantaciones de teca mediante los dos sistemas, el incremento en altura aumentó pero de manera muy lenta alcanzando solamente 9.3 cm. durante cuatro meses como se puede comprobar en el Cuadro N^o 8. De octubre a noviembre se observó un incremento promedio muy rápido en la altura para los dos



Gráfica Nº 5. Supervivencia y crecimiento en altura y diámetro de *Tectona grandis* plantada en el Bajo Chino.



Foto N^o 21. Vista parcial de una de las parcelas plantadas con Tectona grandis, seis meses después de haberse transplantado.

Foto N^o 22

El ejemplar más desarrollado de Tectona grandis, seis meses después de haberse transplantado. Mide 2.25 metros de altura.



Foto N^o 23

Ejemplar de Tectona grandis creciendo en combinación con la yuca, Manihot utilissima, seis meses después de haberse transplantado.



Foto N^o 24

Ejemplar de Cordia alliodora, sin taungya, seis meses después de haberse transplantado.

sistemas, ya que alcanzó 14.2 cm. Esto posiblemente sea debido a la elevada precipitación pluvial que ocurrió durante ese período (véase Gráfica Nº 1). El incremento promedio total en altura para taungya fue de 29.3 cm. y 8.7 mm. para diámetro. Para el otro sistema de plantación, el incremento fue mayor, siendo de 53.0 cm. para altura y 17.1 mm. para diámetro (véase Gráfica Nº 5). Las diferencias encontradas en los incrementos en altura y diámetro entre los dos sistemas fueron significativas al nivel del 5%.

B. Comparación y Análisis Estadístico de los dos Sistemas de Reforestación en cuanto a Supervivencia y Crecimiento

Los datos obtenidos en el transcurso del experimento relacionados con la supervivencia, así como los incrementos en altura y diámetro, fueron analizados estadísticamente. Los Cuadros Nos. 9, 10, 11, 12, 13 y 14 muestran los resultados de los análisis estadísticos, donde se comparan dos sistemas de plantación y cuatro especies forestales en lo referente a supervivencia, crecimiento en altura e incremento en diámetro.

1. Supervivencia

Los datos de supervivencia obtenidos en la última observación, se analizaron estadísticamente para estimar la diferencia entre la supervivencia en cada sistema, así como para cada especie (Cuadros Nos. 9 y 10).

Cuadro Nº 9

ANALISIS DE VARIANCIA DEL PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA DE
CUATRO ESPECIES FORESTALES EN DOS SISTEMAS DE PLANTACION

Fuentes de variación	Grados de Libertad	S.C.	C.M.	F.
Repeticiones	3	15.99	5.33	2.56 NS
Entre sistemas	1	5.98	5.98	2.88 NS
Error (a)	3	6.13	2.08	
Especies	3	1412.35	470.78	30.97 **
Interacción Sistema x especie	3	57.14	19.05	1.25 NS
Error (b)	18	273.67	15.20	
Total	31	1771.36		

** : Indica diferencia significativa al nivel del 1% de probabilidad.

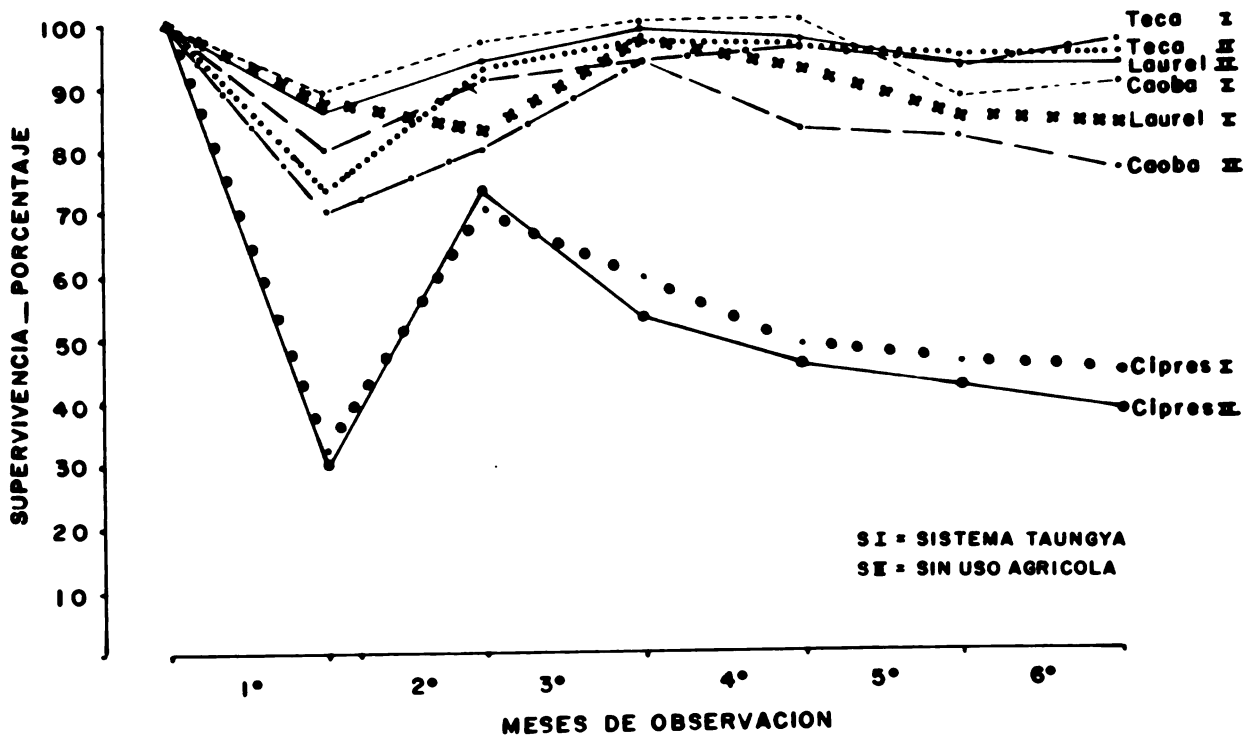
NS : Indica que no hubo significancia.

Cuadro Nº 10

COMPARACION DE PROMEDIOS DE SUPERVIVENCIA EN PORCENTAJE
ENTRE SISTEMAS, ESPECIES Y SU INTERACCION

Sistemas	Caoba	Laurel	Ciprés	Teca	Promedios
Sistema Taungya	89.1*	82.8	43.7*	95.3	77.5
Sin uso agrícola	76.6	92.2*	37.5	93.8	75.0
Promedios	82.9	87.5	40.7	94.6	76.4

* : Indica diferencia significativa al nivel del 5% de probabilidad.



Gráfica No 6. Supervivencia periódica en porcentaje acumulada en las especies plantadas en el Bajo Chino.

Debido a la variabilidad de las especies ensayadas, respecto a la supervivencia (véase Gráfica Nº 6), se registró una diferencia significativa al nivel del 1% entre la supervivencia del laurel, caoba, ciprés y teca (véase Cuadro Nº 9).

En el Cuadro Nº 10 se aprecian diferencias significativas al nivel del 5% entre la supervivencia de la caoba plantada con taungya (89.1%) y la alcanzada por el otro sistema (76.6%); en el laurel establecido sin uso agrícola (92.2%) y con taungya (82.8%), finalmente en el ciprés plantado con taungya (43.7%) contra (37.5%) en el otro sistema.

2. Altura

En el segundo mes de observaciones, se aprecia una diferencia significativa al nivel del 5%, entre sistemas, esto debido a que la altura del Cupressus lusitanica y del Cordia alliodora en el sistema sin uso agrícola, fue superior a la registrada por las mismas especies en el sistema taungya (véase Cuadro Nº 11).

Durante los cuatro primeros meses el crecimiento en altura de Tectona grandis, fue muy bajo, en comparación con las otras especies ensayadas, razón por la cual se aprecia una diferencia significativa al nivel del 1% entre especies. En el quinto mes el crecimiento de las cuatro especies fue similar, es decir no hubo diferencias significativas; pero al sexto mes el crecimiento de Tectona grandis y Cordia alliodora fue superior al de las otras especies, y el análisis mostró de nuevo una diferencia significativa al nivel del 5%. La curva de crecimiento de las diferentes especies se refleja mejor en la Gráfica Nº 7.

Cuadro No 11

COMPARACION DE DOS SISTEMAS DE PLANTACION CON CUATRO ESPECIES FORESTALES Y SUS INTERACCIONES, BASADO EN LA ALTURA PROMEDIO EN CENTIMETROS DE VARIAS FECHAS

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios de la altura promedio de 6 fechas					
		1a	2a	3a	4a	5a	6a
Repetición	3	35.58 N.S.	21.95 N.S.	55.65 N.S.	251.43 N.S.	461.89 N.S.	958.94 N.S.
Entre sistemas	1	62.66 N.S.	38.61 *	83.53 N.S.	154.89 N.S.	216.89 N.S.	382.02 N.S.
Error (a)	3	10.79	3.43	37.26	27.68	112.33	191.54
Especies	3	257.04 **	621.40 **	710.20 **	321.14 **	230.25 N.S.	689.00 *
Interacción Sistema x especie	3	39.50 N.S.	22.59 N.S.	32.76 N.S.	41.52 N.S.	124.04 N.S.	245.61 N.S.
Error (b)	18	8.57	15.78	11.89	42.98	90.18	177.43

* : Indica diferencia significativa al nivel del 5% de probabilidad.

** : Indica diferencia significativa al nivel del 1% de probabilidad.

N.S. : Indica que no hubo significancia.

El Cuadro N° 12 registra una diferencia significativa al nivel del 5% en el crecimiento en altura de la teca establecida sin uso agrícola (60.1 cm.) y la plantada por el otro sistema (36.9 cm.). En tre las demás especies ensayadas no se registraron diferencias significativas.

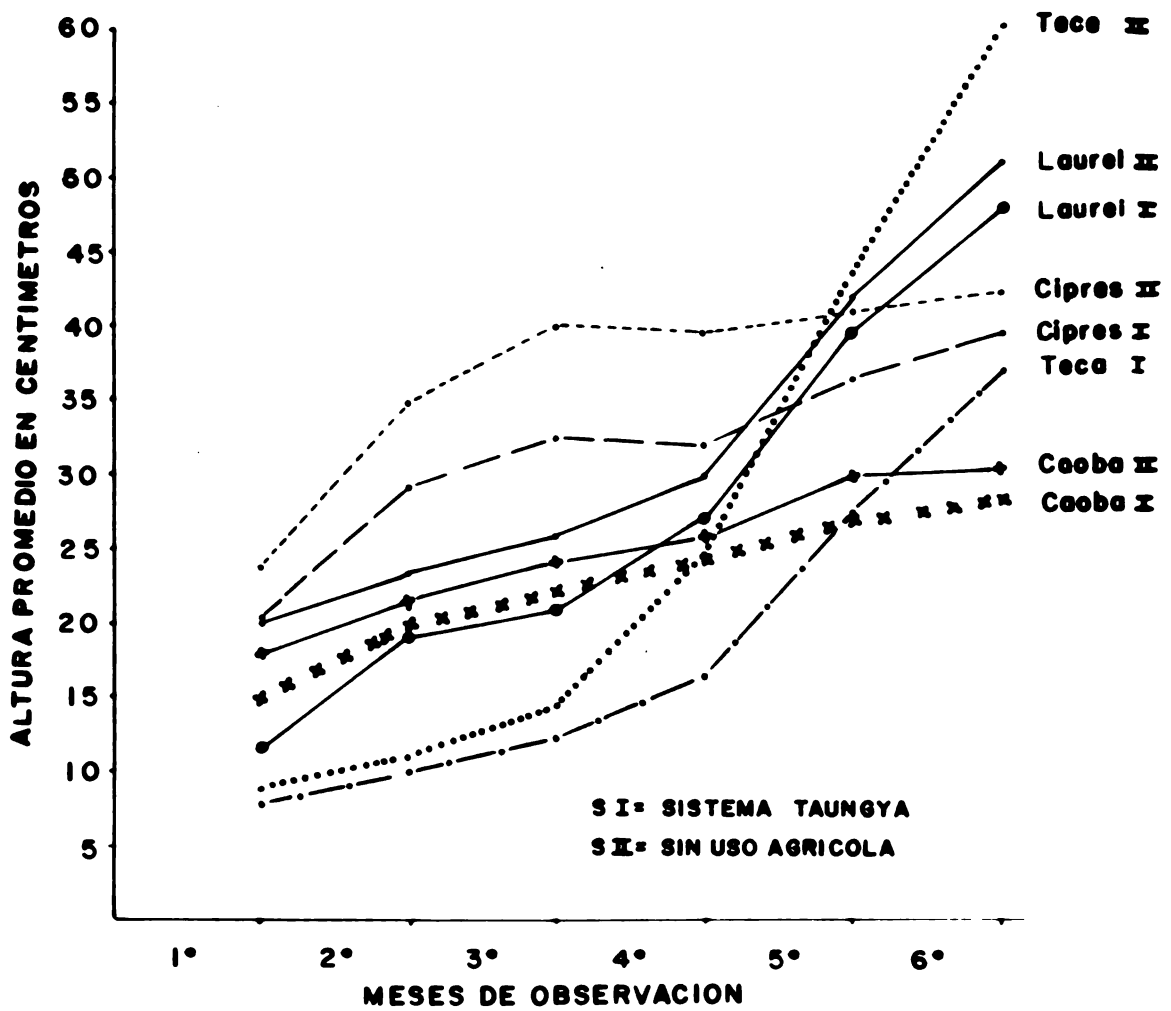
Cuadro N° 12
COMPARACION DE PROMEDIOS DE ALTURA EN CENTIMETROS
ENTRE SISTEMAS, ESPECIES Y SU INTERACCION

Sistemas	Especies				Promedios
	Caoba	Laurel	Ciprés	Teca	
Sistema taungya	30.2	47.9	39.4	36.9	38.6
Sin uso agrícola	28.6	51.1	42.3	60.1 [★]	45.5
Promedios	29.4	49.5	40.9	48.5	42.0

★: Indica diferencia significativa al nivel del 5% de probabilidad.

3. Diámetro

El Cuadro N° 13 muestra que hubo una diferencia apreciable en el incremento en diámetro entre las especies ensayadas (véase Gráfica N° 8), lo que fue significativo al nivel del 1%, entre las cuatro especies ensayadas (véase Cuadro N° 13).



Gráfica Nº 7. Crecimiento periódico en altura acumulado en las especies plantadas en el Bajo Chino.

Cuadro No 13

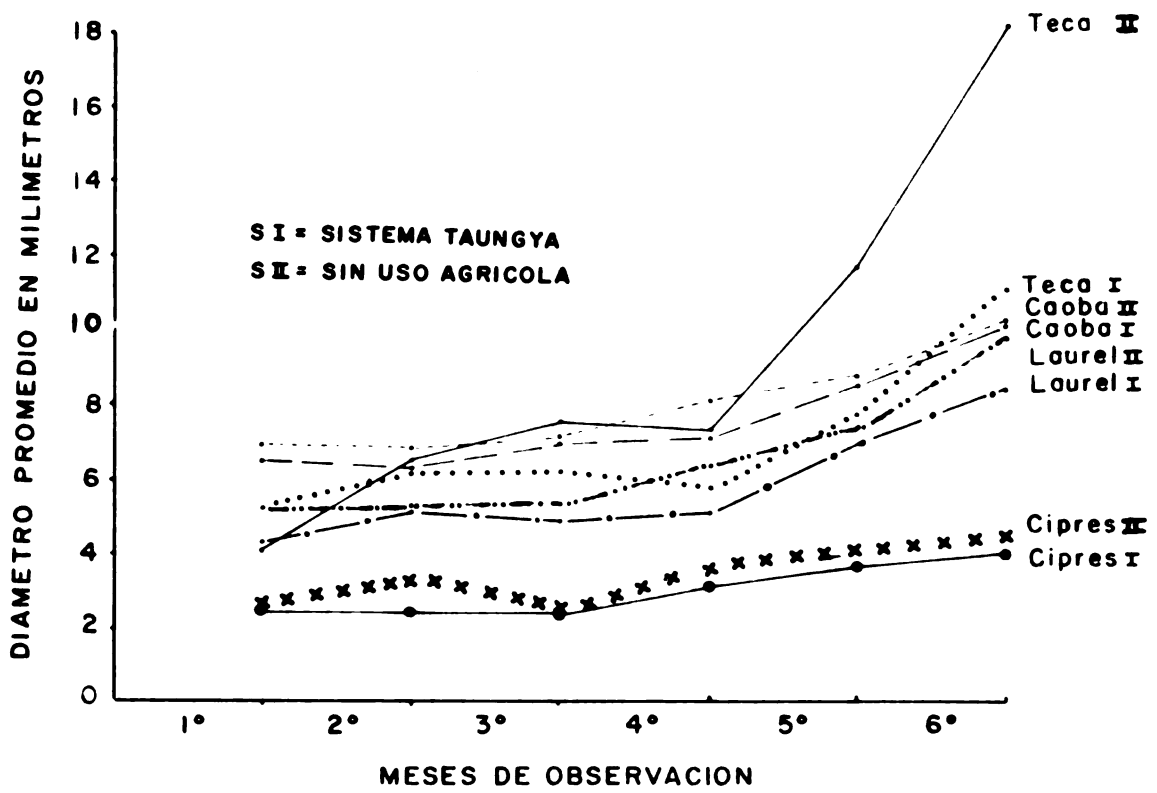
COMPARACION DE DOS SISTEMAS DE PLANTACION CON CUATRO ESPECIES FORESTALES Y SUS INTERACCIONES, BASADO EN EL DIAMETRO PROMEDIO EN MILIMETROS DE VARIAS FECHAS

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios del diámetro promedio de 6 fechas					
		1a	2a	3a	4a	5a	6a
Repetición	3	1.77 N.S.	1.66 N.S.	0.81 N.S.	5.46 *	6.13 N.S.	29.98 N.S.
Entre sistemas	1	0.07 N.S.	0.20 N.S.	1.47 N.S.	2.52 N.S.	12.04 N.S.	27.46 N.S.
Error (a)	3	1.60	0.68	3.24	0.48	3.00	4.56
Especies	3	2.20 N.S.	23.59 **	35.73 **	25.64 **	52.09 **	133.06 **
Interacción Sistema x especie	3	1.73 N.S.	0.75 N.S.	0.94 N.S.	2.61 N.S.	7.37 N.S.	15.35 N.S.
Error (b)	18	1.34	1.17	1.75	1.71	4.66	7.44

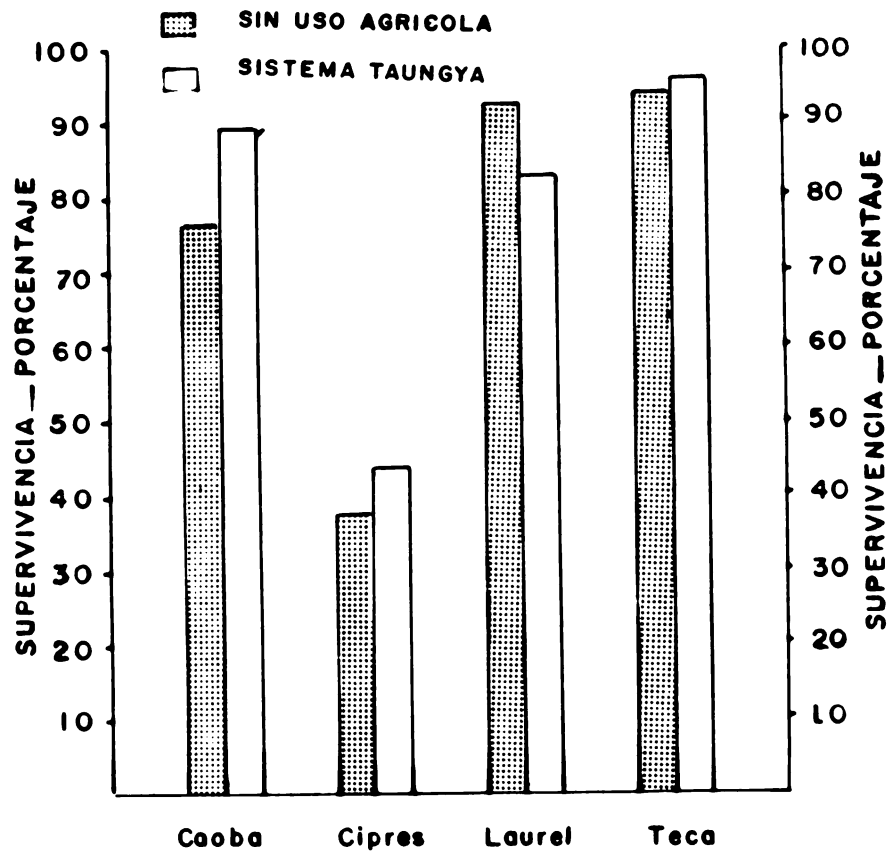
* : Indica diferencia significativa al nivel del 5% de probabilidad.

** : Indica diferencia significativa al nivel del 1% de probabilidad.

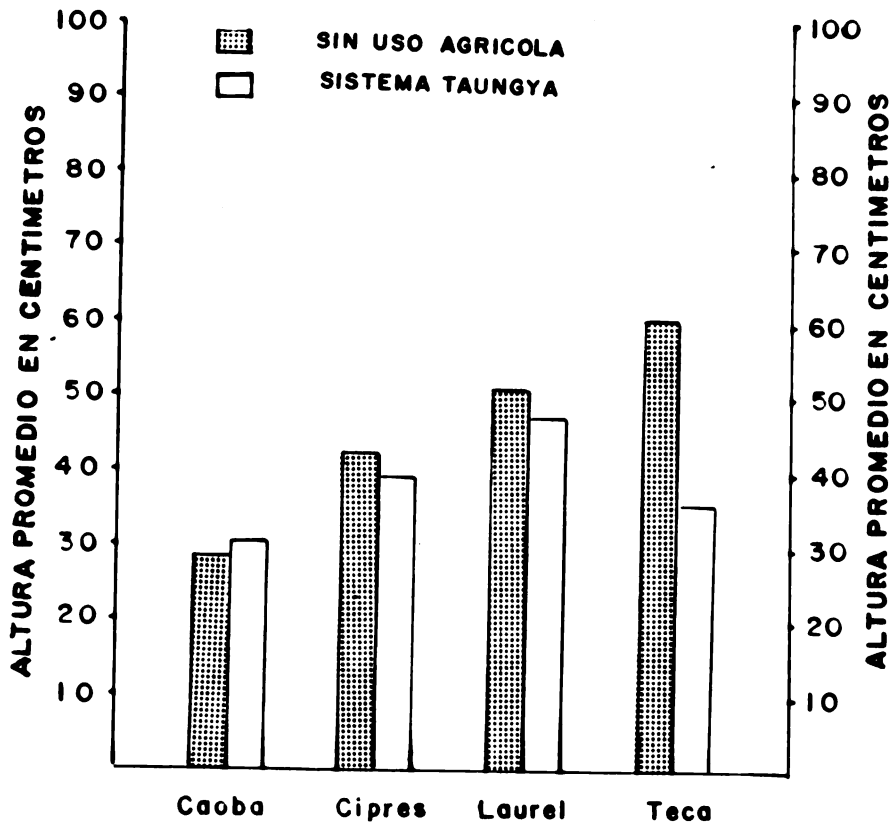
N.S. : Indica que no hubo significancia.



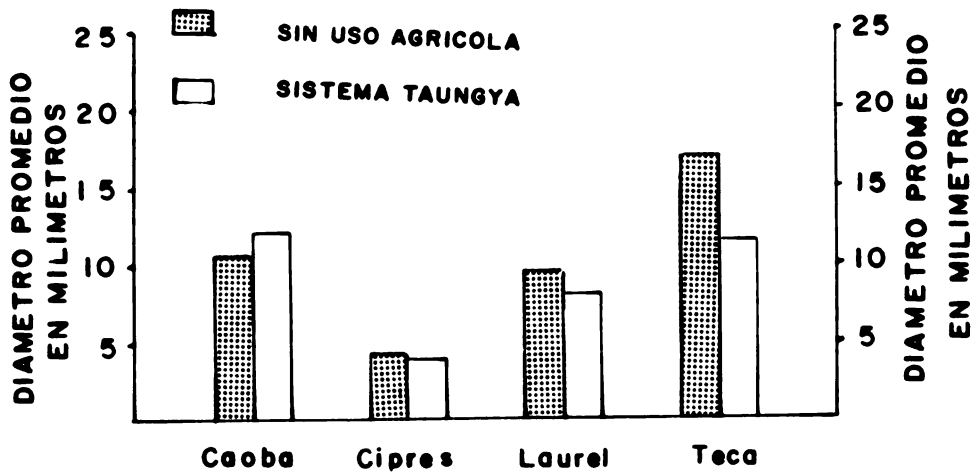
Gráfica Nº 8. Incremento periódico en diámetro acumulado en las especies plantadas en el Bajo Chino.



Gráfica N^o 9. Porcentaje de supervivencia seis meses después.



Gráfica Nº 10. Crecimiento en altura promedio seis meses después.



Gráfica Nº 11. Incremento promedio en diámetro seis meses después.

El Cuadro N° 14 registra una diferencia del incremento en diámetro entre la teca establecida sin uso agrícola (17.1 mm.) y la planta da por el otro sistema (11.2 mm.) siendo esto significativo al nivel del 5%. Entre las demás especies ensayadas no se registraron diferencias significativas.

Cuadro N° 14
COMPARACION DE PROMEDIO DE DIAMETRO EN MILIMETROS
ENTRE SISTEMAS, ESPECIES Y SU INTERACCION

Sistema	Especies				Promedios
	Caoba	Laurel	Ciprés	Teca	
Sistema taungya	10.2	8.4	4.1	11.2	8.5
Sin uso agrícola	10.1	9.8	4.3	17.1*	10.3
Promedios	10.2	9.1	4.2	14.2	9.4

*: Indica diferencia significativa al nivel del 5% de probabilidad.

C. Costo de las Plantaciones y Monto de las Cosechas Agrícolas

En el presente trabajo se evaluaron los costos en unidades de hombre horas de trabajo por hectárea. Para ello se llevó un registro completo de los trabajos realizados, así como de los costos incurridos en las diversas operaciones.

El tiempo utilizado en la plantación y mantenimiento de los campos reforestados mediante el sistema taungya y sin uso agrícola, se detalla en el Cuadro N° 15.

En este cuadro puede apreciarse que para realizar los diversos trabajos en el sistema taungya, se ocuparon 362.5 hombre horas, correspondiendo 1573.35 hombre horas por hectárea. Esto comprende los procesos de plantación y los cuidados proporcionados a los cultivos agrícolas durante el transcurso del experimento. Para el otro sistema, se utilizaron para todas las operaciones 312.5 hombre horas, correspondiendo 1356.34 hombre horas por hectárea. Por lo tanto, en las parcelas reforestadas con taungya se utilizaron 50 hombre horas más de trabajo o 217.01 hombre horas por hectárea, que para el otro sistema.

En el Cuadro Nº 16 se puede apreciar las cosechas agrícolas obtenidas en las parcelas reforestadas con taungya, cuyo valor ascendió a ₡ 692.40, lo que equivale a ₡ 3005.20 por hectárea.

El valor total de hombre horas de trabajo y su valor en colones por parcela y por hectárea, se puede apreciar en el Cuadro Nº 17. Corresponden a las parcelas reforestadas con taungya ₡ 407.25 (₡1767.58 por hectárea), y ₡ 351.54 (₡1527.77 por hectárea), para el otro sistema.

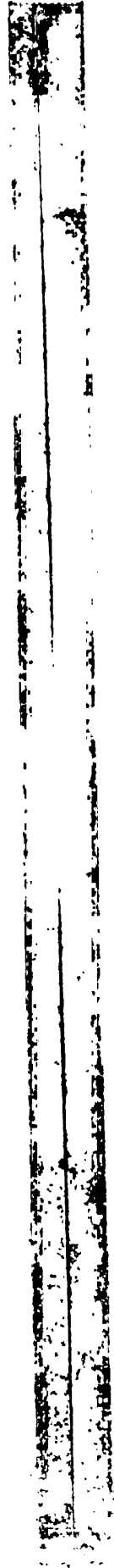
Puede deducirse que el costo inicial del establecimiento de la plantación con taungya, ha sido más que pagado por las cosechas obtenidas. Sin embargo, debe aclararse que para los efectos de estos cálculos, no se ha tomado en cuenta el valor de las semillas utilizadas en las siembras agrícolas, ni el valor de los brinzales criados en el vivero.

Cuadro No 16

CULTIVOS AGRICOLAS SEMBRADOS EN LOS DOS CAMPOS EXPERIMENTALES

Campo I de 1.152 metros cuadrados

Cultivos	Fecha de	Lim-	Hombre horas	Fecha de
----------	----------	------	--------------	----------



Cuadro Nº 17

HOMBRE HORAS DE TRABAJO Y SU VALOR EN COLONES EN LOS
DOS SISTEMAS POR PARCELA Y POR HECTAREA

Area para cada sistema: 2304 metros cuadrados.

Labor	Hombre horas			
	Sistema taungya	Por hectárea	Sin uso agrícola	Por hectárea
Siembra de cultivos	98	425.34		
Plantación forestal incluyendo mantenimiento	<u>264.5</u>	<u>1148.01</u>	<u>312.5</u>	<u>1356.34</u>
Total hombre horas	362.5	1573.35	312.5	1356.34
Valor en Colones	407.25 [*]	1767.58	351.54	1525.77

*: Una hora de trabajo vale ₡ 1.12, pagándose ₡ 9.00 por una jornada de 8 horas.

NOTA: En estos cálculos y para los dos sistemas de plantación, no se incluye el valor de los arbolitos de vivero, ni el tiempo empleado para su cultivo, ni la supervisión.

Los resultados obtenidos en el experimento, coinciden con los reportados de Honduras Británica (5) donde 10 acres de caoba fueron establecidos sembrando semillas mediante el sistema taungya. Maíz fue el cultivo intercalado y el espaciamiento fue de 3 x 3 metros. Esto dio 76.7% de supervivencia, siendo la reposición de las fallas realizada con arbolitos de vivero, con el objeto de tener una densidad completa al fin del año. Los costos de esta plantación, calculados en colones para fines de comparación fueron:

Labor

Tumba y quema de 10 acres	591.40
Siembra, cuidados, cosecha y almacenaje del maíz	472.39
Estaqueado, siembra transplante y limpias a la caoba, y el costo de 1006 brinzales de vivero	<u>666.52</u>
Costo total de 10 acres reforestados mediante taungya	₡ 1730.31
Cosecha de maíz:	134 quintales

El valor del maíz varía en las diferentes épocas del año de ₡ 13.26 a ₡ 39.75 por quintal. Esto muestra que el costo total del primer año del establecimiento de la caoba, ha sido más que pagado por la sola cosecha de maíz.

El resultado del costo por arbolito (₡1.37) de la plantación sin uso agrícola, es algo similar al reportado por Díaz (19), quien informa de los costos de una plantación en la finca de Manaja en la Provincia de Pinar del Río, Cuba, calculados en colones para fines de comparación:

	<u>Costo por planta</u>
Plantación	₡ 0.61
Material	0.19
Limpias	<u>0.45</u>
Total	₡ 1.25

Aquí resultan más altas las cifras, por que el desmonte (corte a matarasa) y los cuidados culturales fueron muy altos debido a la clase de terreno. El mismo autor informa de los costos de otras fincas,

donde el terreno estaba plano, susceptible de trabajar con maquinaria y más libre de vegetación que la Manaja:

	<u>Costo por planta</u>
Plantación	₡ 0.32
Preparación del terreno	0.11
Material	0.14
	<hr/>
Total	₡ 0.57

Era de esperarse que los costos en el establecimiento de una plantación sean muy variables, pues dependen de diversos factores tales como la topografía y vegetación del lugar, sistema silvícola empleado, renta del suelo, costo de los materiales, mano de obra, atención técnica y otros factores. Esta observación está confirmada por los resultados encontrados en España (46) donde la repoblación forestal resulta muy barata, ya que el costo de una hectárea de plantación es de ₡ 430.95 aproximadamente, contra ₡ 1525.77 en Turrialba.

Sin embargo, al hacer la reforestación con taungya, en las condiciones de Turrialba, el propietario del terreno, en este caso el Departamento de Dasonomía, sólo tuvo que pagar el costo del estaqueado, la extracción y traslado de los brinzales al campo y la plantación lo que, de acuerdo con el Cuadro Nº 15, llegó a 24 hombre horas que equivalen a ₡ 26.88 (₡ 115.66 por hectárea). Restando esta cantidad de los costos totales en el sistema taungya, nos da los costos anuales para el agricultor que siembra y cuida sus cultivos así como los arbolitos. Estos costos serían de ₡ 380.37 (₡ 1651.92 por hectárea). Restando la misma cantidad de ₡ 26.88 (₡ 115.66 por hectárea) de los costos totales de reforestación sin uso del sistema taungya, da una economía neta de ₡ 324.66 (₡ 1410.11 por hectárea) para el propietario del terreno cuando usa el sistema taungya.

VI. DISCUSION

1. De acuerdo con los resultados del presente estudio, parece conveniente efectuar el corte a tala rasa del terreno a reforestar, pocos días antes de llevar a cabo la plantación. Esto reduciría los costos iniciales del establecimiento de los arbolitos y es preferible al procedimiento seguido en el presente experimento, donde la primera limpia se efectuó dos meses antes de realizar la plantación. En ese período creció mucho la vegetación herbácea, y hubo necesidad de efectuar un nuevo corte y quema de la hierba.
2. Para futuras plantaciones de Cupressus lusitanica convendría ensayar semillas de ciprés que crezcan en zonas bajas, pues hay razones para esperar una supervivencia mucho más alta que la registrada en el presente experimento. Mientras no se resuelva el problema del arraigamiento inicial, no parece conveniente seguir usando esta especie en trabajos de reforestación en la zona de Turrialba.
3. En Tectona grandis, se observó que hay un crecimiento inicial lento. Sin embargo, la recuperación posterior en altura y vigor permite suponer que en lo futuro presentará buen desarrollo. Debido al alto valor comercial de la especie, parece recomendable seguir estableciendo plantaciones. Si a esto hay que agregar el hecho que Turrialba no presenta el mejor clima para la teca, debido a lo frío y la ausencia de una marcada estación seca, cabe esperar que en zonas más bajas y con períodos secos más definidos, los resultados sean aún mejores.
4. Para Cordia alliodora, los resultados obtenidos indican que se desarrolla bien en ambos sistemas de plantación, aún cuando la

supervivencia fue más baja para el sistema taungya.

5. En Swietenia humilis, se observó que la supervivencia y crecimiento de los arbolitos establecidos mediante los dos sistemas son buenos. No obstante los buenos resultados iniciales obtenidos, no parece del todo aconsejable usar esta especie en gran escala en los futuros programas de reforestación, ya que existe el problema del insecto Hypsipyla grandella, que taladra el cogollo y deforma el tronco. Hasta ahora, no se conoce control adecuado de esta plaga, y posiblemente esto sea un inconveniente serio en el establecimiento de plantaciones puras de esta especie.
6. De acuerdo con los resultados y condiciones del presente experimento, se encontró que es económico y socialmente deseable realizar plantaciones mediante el sistema taungya. Se observó que los agricultores siempre trabajaron de acuerdo con las instrucciones impartidas, y no hubo problemas de carácter social, ya que los cultivadores apreciaban el beneficio que estaban recibiendo. Asimismo el Departamento de Dasonomía estuvo conforme con el trabajo realizado por los contratistas en el sistema taungya.

Debido al éxito logrado por el sistema taungya en el presente experimento, se acordó seguir reforestando terrenos mediante este método. Desde marzo de 1963, en terrenos contiguos al experimento, y a cargo del Departamento de Dasonomía del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, se está reforestando una parcela de 1152 metros cuadrados. El terreno limpiado por el agricultor, fue estaqueado a un espaciamiento de 3 x 3 metros, acto seguido se sembraron dos semillas de Juglans boliviana en cada una de las 128 estacas. Maíz y frijol son los

cultivos intercalados. Hasta la fecha, todos los trabajos los ha realizado el contratista del lote, sin que hubiesen gastos para el Departamento, a excepción del estaqueado y la semilla de Juglans boliviana, que por cierto se cosechó de árboles vecinos establecidos en el mismo centro.

ESTUDIO SILVICULTURAL Y ECONOMICO DEL SISTEMA TAUNGYA
EN CONDICIONES DE TURRIALBA

VII. RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en el "Bajo Chino", localizado en terrenos del Departamento de Dasonomía del Centro Tropical de Investigación y Enseñanza para Graduados del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A., Turrialba, Costa Rica. En dicho experimento se comparan dos diferentes sistemas de reforestación, el sistema taungya, en el que se combina la siembra de productos agrícolas con la plantación de especies forestales de valor, y el sistema hoy corriente de reforestación, que no implica el uso temporal del terreno para la agricultura. En ambos sistemas se estudiaron y se compararon la supervivencia, el crecimiento inicial de las especies forestales y los costos incurridos. Se emplearon cuatro especies forestales de valor: laurel, Cordia alliodora (R. & P.) Cham., ciprés, Cupressus lusitanica Mill., caoba, Swietenia humilis Zucc., y teca, Tectona grandis Linn.

Se diseñó un experimento factorial (2 x 4) en parcelas divididas con cuatro repeticiones, para comparar los dos sistemas y cuatro especies. La plantación se realizó en los primeros días del mes de junio en la estación lluviosa. El área experimental abarcó 4608 metros cuadrados y contó con un total de 32 subparcelas, cada una con 16 brinzales plantados 3 x 3 metros. En total se plantaron 512 arbolitos, correspondiendo 128 para cada una de las cuatro especies ensayadas.

Los datos de campo se tomaron cada 30 días durante un período de seis meses y abarcaron los siguientes aspectos: 1) supervivencia; 2) crecimiento en altura; 3) incremento en diámetro; y 4) daños ocasionados por insectos y algunos otros agentes. También se llevó un registro completo del tiempo utilizado en el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones. Igualmente se registraron las cosechas agrícolas obtenidas en los lotes reforestados mediante el sistema taungya.

Los resultados en cuanto a supervivencia y crecimiento se aprecian en el siguiente cuadro:

	Supervivencia		C r e c i m i e n t o			
	%		Altura promedio en cm.		Diámetro promedio en mm.	
	con taungya	sin taungya	con taungya	sin taungya	con taungya	sin taungya
Caoba	89.1 [★]	76.6	30.2	28.6	10.2	10.1
Laurel	82.8	92.2 [★]	47.9	51.1	8.4	9.8
Ciprés	43.7 [★]	37.5	39.4	42.3	4.1	4.3
Teca	95.3	93.8	36.9	60.1 [★]	11.2	17.1 [★]

★ Indica diferencia significativa al nivel del 5% de probabilidad.

Se analizan extensamente las causas de las variaciones en cuanto a supervivencia y desarrollo inicial, llegando a la conclusión que el uso de teca y laurel es particularmente indicado en cuanto a su establecimiento mediante el sistema taungya.

Para realizar los diversos trabajos en las plantaciones con taungya se utilizaron 362.5 hombre horas (1573.35 hombre horas por hectárea). En el otro sistema se ocuparon 312.5 hombre horas (1356.34 hombre horas por hectárea).

El estaqueado y traslado de los brinzales al campo así como la plantación ocuparon 24 hombre horas que equivalen a ₡ 26.88 (₡ 115.66 por hectárea). Estos gastos fueron cubiertos por el propietario del terreno, en este caso el Departamento de Dasonomía. Todos los demás gastos corrieron a cargo del agricultor. La substitución del sistema corriente de reforestación por el sistema taungya representó por lo tanto una economía neta de ₡ 324.66 en la parcela (₡ 1410.11 por hectárea).

Durante el transcurso del experimento, se observó que los agricultores siempre trabajaron de conformidad con las instrucciones impartidas, y no hubo problemas de carácter social.

A SILVICULTURAL AND ECONOMIC STUDY OF THE TAUNGYA SYSTEM
UNDER TURRIALBA CONDITIONS

VIII. SUMMARY

The present experiment was carried out in "Bajo Chino", located on the grounds of the Department of Forestry of the Tropical Center for Research and Graduate Training of the Inter-American Institute of Agricultural Sciences of the OAS, Turrialba, Costa Rica. In this experiment two different systems of reforestation were compared, the taungya system in which the planting of agricultural crops is combined with the planting of valuable timber trees, and the current system of reforestation, which does not involve the temporary use of the land for agriculture. In both systems the survival, initial growth of the forest species and costs of establishment, were compared. Four valuable timber species were used: laurel, Cordia alliodora (R. & P.) Cham., Mexican cypress, Cupressus lusitanica Mill., Pacific Coast mahogany, Swietenia humilis Zucc., and teak, Tectona grandis Linn.

A factorial design (2 x 4) was used in split plots with four repetitions to compare both systems and the four species. The planting was carried out during the first days of the month of June, during the rainy season. The experimental area covered 4608 square meters and included a total of 32 subplots, consisting each one of 16 seedlings planted at a distance of 3 x 3 meters. A total of 512 trees were planted, 128 for each of the 4 species tested.

Observations were taken every 30 days for a period of six months and included the following aspects: 1) survival; 2) increment in

height; 3) increment of diameter; and 4) damages caused by insects and other agents. A complete record of the time utilized in the establishment and maintenance of the plantations was kept. The agricultural crops obtained from the reforested plots by means of the taungya system were also recorded.

The results relating to survival and growth are shown in the following table:

	Survival		G r o w t h			
	%		Height average in cm.		Diameter average in mm.	
	with taungya	without taungya	with taungya	without taungya	with taungya	without taungya
Mahogany	89.1 [‡]	76.6	30.2	28.6	10.2	10.1
Laurel	82.8	92.2 [‡]	47.9	51.1	8.4	9.8
Cypress	43.7 [‡]	37.5	39.4	42.3	4.1	4.3
Teak	95.3	93.8	36.9	60.1 [‡]	11.2	17.1 [‡]

‡: Indicates significant difference at the 5% level of probability.

The causes of the variations with regards to survival and initial development were extensively analyzed; it was concluded that the use of teak and laurel is particularly indicated with regards to its establishment by means of the taungya system.

To perform the various operations in the plantations with taungya, 362,5 man-hours were used (1573.35 man-hours per hectare). In the other system 312.5 man-hours were used (1356.34 man-hours per hectare).

Staking out the field and transplanting the seedlings from the nursery to the field took 24 man-hours, which cost ₱ 26.88 (₱ 115.66 per hectare). These costs were covered by the proprietor of the terrain, in this case the Forestry Department. All the other costs were covered by the farmer. Hence, the substitution of the current reforestation system by the taungya system represented a total net gain of ₱ 324.66 for the plot (₱ 1410.11 per hectare).

During the course of the experiment it was observed that the farmers always labored in complete accordance with the instructions received and that there were no problems of a social nature.

IX. LITERATURA CITADA

1. AGRICULTURA MIGRATORIA. Unasyuva 11(1):9-13. 1957.
2. ALPHEN DE VEER, E. S. VAN ET AL. Teak cultivation in Java. In Tropical Silviculture. FAO Forestry and Forest Products Studies Nº 13. 1957. v. 2. pp. 216-232.
3. AVIAU DE PIOLANT, J. D'. Rapport de la Côte d'Ivoire. En Conférence Forestière Interafricaine, 1^{ère}, Abidjan, 4-12 Décembre, 1951. Paris, Commission de Coopération Technique en Afrique au Sud du Sahara, 1952. pp. 163-185.
4. BARNARD, R. C. Silviculture in the tropical rain forest of western Nigeria compared with Malayan methods. Malayan Forester 18(4):173-190. 1955.
5. BRITISH HONDURAS, FOREST DEPARTMENT. Report for the year ended 31st. December 1944. Belize, Government Printer, 1945. 13 p.
6. BUDOWSKI, GERARDO. Sistemas de regeneración de los bosques de bajura en la América Tropical. Caribbean Forester 17(3-4): 53-57. 1956.
7. _____ Informe sobre el viaje de prácticas a Venezuela y Trinidad. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1958. 17 p. (mimeografiado)
8. _____ Algunos pinos y otras coníferas de la América Central y sus posibilidades para Venezuela. Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería Forestal. Boletín 2(8):7-22. 1955.
9. CARNEVALE, A. JUAN. Arboles forestales; descripción-cultivo-utilización. Buenos Aires, Librería Hachette, S. A., 1955. 689 p.
10. CATER, JOHN. The formation of teak plantations in Trinidad with the assistance of peasant contractors. Caribbean Forester 2(4):144-153. 1941.
11. CELULOSA ARGENTINA S.A. Repoblación forestal con pinos y eucaliptos en Misiones. Misiones, Argentina, 1958. 63 p.
12. COLLIN, A. Essais de collaboration avec les indigènes en vue de l'enrichissement des forêts au Mayumbe. En Conférence Forestière Interafricaine, 1^{ère}, Abidjan, 4-12 Décembre, 1951. Paris, Commission de Coopération Technique en Afrique au Sud du Sahara, 1952. pp. 459-465.

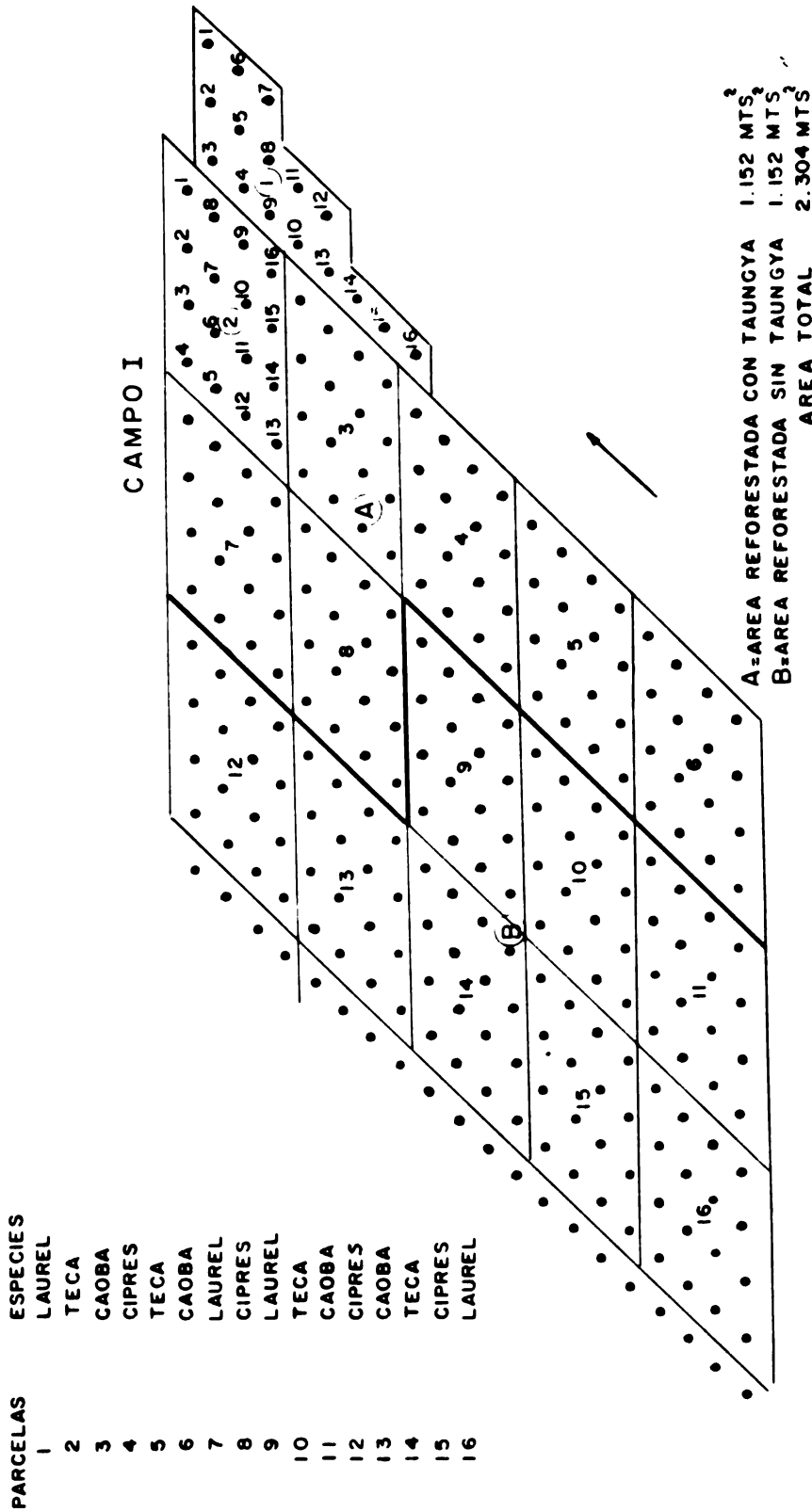
13. CONFERENCE FORESTIERE INTERAFRICAINNE, 1^{ère}, Abidjan, 4-12 Décembre 1951. Report on the Gold Coast. Paris, Commission de Coopération Technique en Afrique au Sud du Sahara, 1952. pp. 247-255.
14. COZZO, DOMINGO. Eucalyptus y eucaliptotécnia. Buenos Aires, Editorial El Ateneo, 1955. 387 p.
15. CHALMERS, W. S. The breeding of pine (Pinus caribaea Mor.) sud Teak (Tectona grandis L.) in Trinidad; some early observations. Trinidad, W. I. Government Printing Office. 1962. 10 p.
16. CHAMPION, HARRY & BRASNET, N. V. Elección de especies arbóreas para plantación. Colección FAO, Cuaderno de Fomento Forestal nº 13. 1959. 375 p.
17. CHOLLET, A. Le teck au Togo. Bois et Forêts des Tropiques 49:9-18. 1956.
18. DACANAY, PLACIDO. Utilization of wastelands and the economics and development of reforestation in the Philippines. Philippine Journal of Forestry 6(2):199-214. 1950.
19. DIAZ SERRANO, VICENTE. Las plantaciones de eucalipto de la Compañía de Minas de Matahambre, S. A., en la provincia de Pinar del Río, Cuba. Caribbean Forester 18(3-4):49-55. 1957.
20. FAURE, M. Rapport du Soudan. En Conférence Forestière Interafricaine, 1^{ère}, Abidjan, 4-12 Décembre, 1951. Paris, Commission de Coopération Technique en Afrique au Sud du Sahara, 1952. pp. 137-152.
21. FLINTA, CARLOS. Prácticas de plantaciones forestales en América Latina. FAO, Cuaderno de Fomento Forestal nº 15. 1960. 498 p.
22. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Country reports on teak. Rome, 1956. 140 p.
23. GORDON, W. A. Agriculture and forestry. Tropical Agriculture 33(3):171-175. 1956.
24. HARDY, F. Soils of the I.A.I.A.S. Areas (Turrialba, Costa Rica). Turrialba, Costa Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences, 1961. 76 p. (mimeographed)

25. HENRIQUEZ, JOSE CRISTOVAO. Rapport général pour l'Angola. En Conférence Forestière Interafricaine, 1ère., Abidjan, 4-12 Décembre, 1951. Paris, Commission de Coopération Technique en Afrique au Sud du Sahara, 1952. pp. 493-502.
26. HOLDRIDGE, L. R. El ciprés mexicano (Cupressus lusitanica Mill.) en Costa Rica. Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias. Boletín Técnico nº 12. 1953. 31 p.
27. _____ Determination of world plant formations from simple climatic data. Science 105(2727):367-368. 1947.
28. _____ Other species. En World Forestry Congress, 4th. Dehra Dun, India, 1954. pp. 119-125. (General papers 17).
29. HUQ, M. Z. Technique of sal taungya in the Gorakhpur Forest Division (U.P.) Indian Forester 71:150-153. 1945.
30. INDIA FOREST RESEARCH INSTITUTE. Forest research in India. 1947-48. II. Reports for Burma and Indian Provinces, Delhi, Manager of Government of Publications, 1952. 75 p.
31. JOSHI, N. K. Pulp-wood agri-silvicultural plantations of Nimar. En Farm Forestry Symposium, Dehra Dun, New Delhi, September 18-20, 1958. Proceedings. New Delhi, Indian Council of Agricultural Research, 1960. pp. 123-129.
32. KADAMBI, K. Methods of increasing growth and obtaining regeneration of tropical forests. En Tropical Silviculture. FAO Forestry and Forest Products Studies nº 13. 1957. v. 2, pp. 67-75.
33. KERMODE, C. W. D. Regeneration with the aid of taungya. Burmese Forester 5(2):86-99. 1955.
34. _____ Teak. En Tropical Silviculture. FAO, Forestry and Forest Products Studies nº 13. 1957. v. 2, pp. 168-173.
35. KHAN, S. A. Attempt to regenerate shisham in conjunction with cultivation of cotton in Khanewal irrigated plantation. Pakistan Journal of Forestry 7(1):39-43. 1957.
36. LAMB, A. F. A. Teak. En Tropical Silviculture. FAO, Forestry and Forest Products Studies nº 13. 1957. v. 2. pp. 179-186.
37. LAMB, B. F. An approach to mahogany tree improvement. Caribbean Forester 21(1-2):12-20. 1960.
38. LETOURNEUX, CHARLES. Tree planting practices in tropical Asia. FAO, Forestry Development Paper nº 11. 1957. 171 p.

39. MACIAS ARELLANO, LUIS. Reforestación, teoría y práctica. México D. F., Secretaría de Agricultura y Ganadería, 1952. 330 p.
40. METRO, ANDRE. El eucalipto en la repoblación forestal. FAO, Estudios de Silvicultura y Productos Forestales nº 11. 1956. 431 p.
41. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. El pastoreo en los montes. Roma, 1957. 187 p.
42. PARRY, S. M. Métodos de plantación de bosques en el Africa tropical. Colección FAO, Cuaderno de Fomento Forestal, nº 8. 1957. 333 p.
43. PEREZ, C. Estudio forestal del laurel, Cordia alliodora (R. & P.) Cham., en Costa Rica. Tesis Magister Agriculturae Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1954. 173 p. (mimeografiada)
44. PETRAK, JORGE. Regeneración natural y artificial del quebracho colorado (Schinopsis balansae Engl.) Argentina, Administración General de Bosques. Folletos Técnicos Forestales 3:15-16. 1959.
45. PRASAD, JAGDAMBA. Note on the selection of silvicultural technique. Indian Forester 75(1):8-12. 1949.
46. EL PROGRAMA español de repoblación forestal. Unasyuva 12(1):3-8. 1958.
47. PUERTO RICO, TROPICAL FOREST RESEARCH CENTER. Sixteenth annual report. Caribbean Forester 17(1-2):1-11. 1956.
48. RAGHAVAN, M. S. Casuarina plantation technique in the Madras province. Indian Forester 73(6):241-260. 1947.
49. RECORD, SAMUEL & HESS, ROBERT. Timbers of the New World. New Haven, Yale University Press, 1947. 640 p.
50. REDHEAD, J. F. Taungya planting. Nigerian Forestry Information. Bulletin (New Series) 5:13-16. 1960.
51. ROSEVEAR, D. R. Practical silviculture in the rain forests of Nigeria. En 5th British Empire Forestry Conference, Great Britain, 1947. Nigeria, Forest Department, 1947. pp. 6. (Original no disponible para consulta. Compendiado en Forestry abstracts 9(1):166. 1947-48).
52. ROSS, PHILLIP. Teak in Trinidad. Economic Botany 13(1):30-40. 1959.

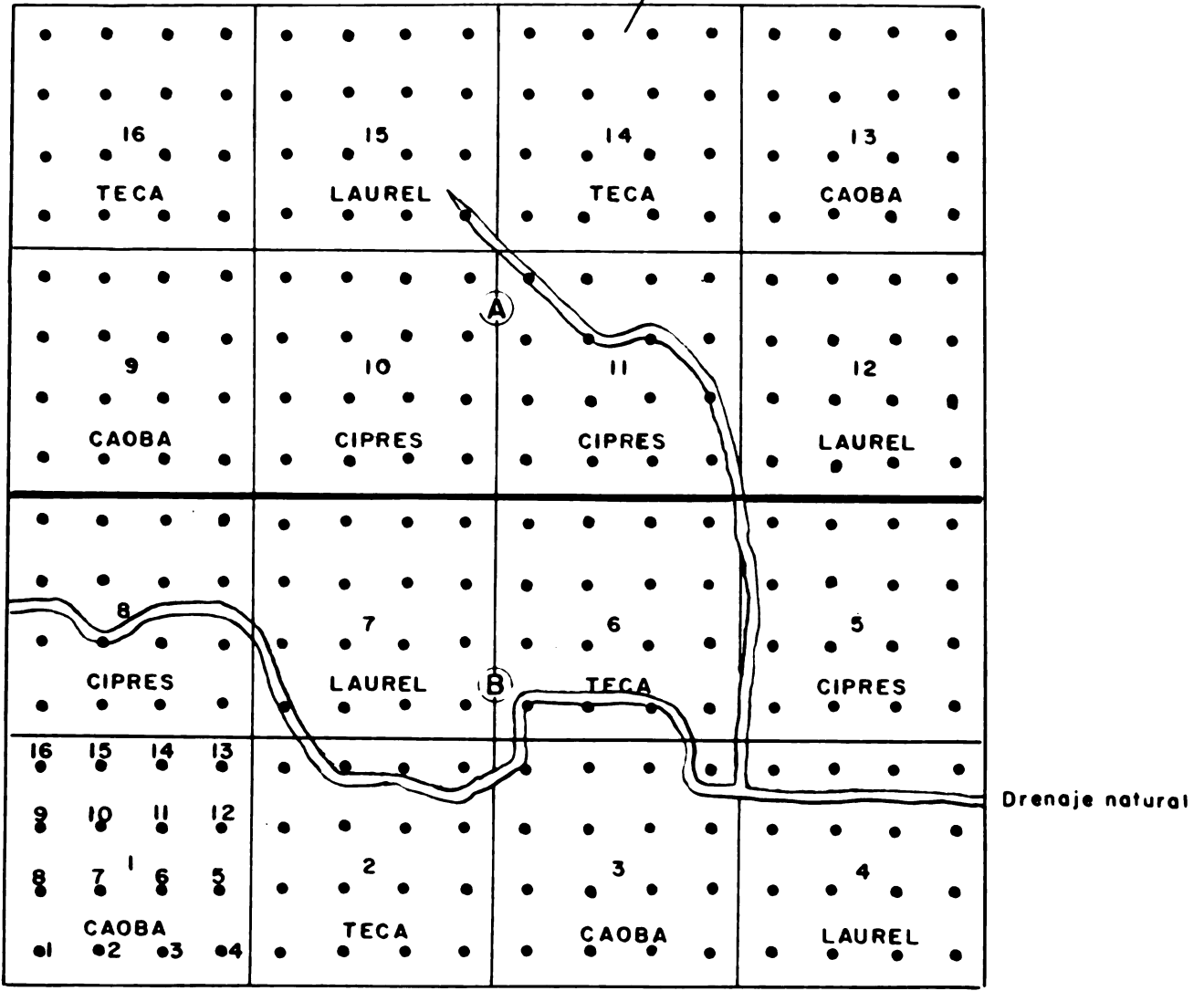
53. ROSS, PHILLIP. The plant ecology of the teak plantations in Trinidad. *Ecology* 42(2):387-398. 1961.
54. SCHREUDER, G. Summary of research of the Department of Forestry. II. Turrialba, Costa Rica. Inter-American Institute of Agricultural Sciences. 1962. 50 p. (mimeographed)
55. SHEBBEARE, E. O. Northern Bengal taungya. *Indian Forester* 87(11):663-666. 1961.
56. SURI, P. N. & SETH, S. K. Tree planting practices in temperate Asia, Burma-India-Pakistan. FAO Forestry Development Paper nº 14. 1959. 149 p.
57. TALUKDAR, H. Taungya system in west Bengal. *Indian Forester Ranger College Annual*. 1948. pp. 78-80.
58. TAMESIS, FLORENCIO. Problems of shifting agriculture in the Asian area. En World Forestry Congress, 5th., Seattle, August 29 Sept. 10, 1960. Seattle, University of Washington, 1962. v. 3, pp. 2025-2032.
59. TOUMEY, JAMES W. & KORSTAIN, CLARENCE F. Seeding and planting in the practices of forestry. 3ª ed. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1942. 520 p.
60. TROUP, R. S. Silvicultural systems. 2ª ed. Oxford, Clarendon Press, 1952. 216 p.
61. VEGA, LEONIDAS. Introducción de coníferas a diversas zonas ecológicas de Costa Rica y efecto de las micorrizas en un crecimiento inicial. Tesis Magister Agriculturae. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1962. 117 p. (mimeografiada)
62. VERDUZCO, JOSE Campo experimental forestal "El Tormento", Escárcega, Campeche, México, S.A.G. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, 1961. 16 p. (Boletín de Divulgación nº 3).
63. _____ Reforestación de terrenos forestales degradados. En World Forestry Congress, 5th., Seattle, August 29-Sept. 10, 1960. Seattle, University of Washington, 1962. v. 3. pp. 1981-1983.
64. VIDELA PILASI, ENRIQUE OSWALDO. Las implantaciones forestales en el sur de la República de Chile. *Caribbean Forester* 22(3-4):51-56. 1961.

X. APENDICE



Gráfica No 12. Croquis del campo I localizado en el Bajo Chino, región de Turrialba, donde se indica la distribución de las especies en el terreno y la numeración de los brinzales dentro de las parcelas.

CAMPO II



C A M I N O

A = AREA REFORESTADA CON TAUNGYA 1.152 MTS.²
 B = AREA REFORESTADA SIN TAUNGYA 1.152 MTS.²
 AREA TOTAL 2.304 MTS.²

Gráfica Nº 13. Croquis del campo II localizado en el Bajo Chino, región de Turrialba, donde se indica la distribución de las especies en el terreno y la numeración de los brinzales dentro de las parcelas.

Cuadro Nº 18

DETALLE DE DATOS DE CAMPO

TOTAL DE BRINZALES VIVOS Y MUERTOS DE CADA PARCELA

DE 16 PLANTADOS EN EL EXPERIMENTO

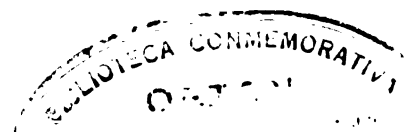
Campo I						Campo I					
<u>Swietenia humilis</u>						<u>Cupressus lusitanica</u>					
Parcela #	SI★		Parcela #	SII★★		Parcela #	SI★		Parcela #	SII★★	
	V	M		V	M		V	M		V	M
11	14	2	3	13	3	12	7	9	4	7	9
13	14	2	6	13	3	15	11	5	8	2	14
Campo II						Campo II					
9	16	0	1	11	5	10	4	12	7	8	8
13	13	3	3	12	4	11	6	10	8	7	9
Total:	57	7		49	15	Total:	28	36		24	40
Campo I						Campo I					
<u>Cordia alliodora</u>						<u>Tectona grandis</u>					
Parcela #	SI★		Parcela #	SII★★		Parcela #	SI★		Parcela #	SII★★	
	V	M		V	M		V	M		V	M
9	14	2	1	14	2	10	16	0	2	15	1
16	11	5	7	15	1	14	14	2	5	15	1
Campo II						Campo II					
12	12	4	4	14	2	14	16	0	2	15	1
15	16	0	7	16	0	16	15	1	6	15	1
Total:	53	11		59	5	Total:	61	3		60	4

★ : Indica el sistema Taungya.

★★ : Indica el sistema de plantación sin uso de la tierra para agricultura.

V : Número de brinzales VIVOS

M : Número de brinzales MUERTOS





Nº A760683

1 Nosotras, *...*, mayor de edad, *...*
 2 y vecino de la ciudad de Turrialba, en su calidad de Gerente del Instituto Interamericano de
 3 Ciencias Agrícolas, que en lo sucesivo se denominará "El Instituto", y José Pérez *...*
 4 *...*, mayor de edad, *...* y vecino de la ciudad
 5 de Turrialba, que en adelante se llamará "El Contratista", hemos convenido en
 6 lo siguiente:

7 "ARTICULO PRIMERO: El Instituto conviente en dar en arrendamiento al Contratista, por
 8 un período de *...* años, contado a partir de la fecha de este contrato, un lote de
 9 terreno, que mide *...* hectáreas, *...* metros cuadrados, que es parte de la
 10 finca propiedad del Instituto denominada *...* y situada en *...* del Chiriquí
 11 Como precio del arrendamiento el Contratista pagará al Instituto por adelantado la suma de *...*

12 "ARTICULO SEGUNDO: El Contratista podrá sembrar el terreno de aquellas plantaciones
 13 que consider convenientes, pero no podrá sembrarlo con cultivos permanentes. Por tanto sólo
 14 serán permitidas las plantaciones periódicas de tal manera que no se produzca en contra del
 15 Instituto derecho de accesión, ni ninguno de otra naturaleza por esta razón. Será absoluta-
 16 mente prohibido para el Contratista vender sus cosechas en pie, en tal forma que produzca in-
 17 trusión en el lote de terceras personas.

18 "ARTICULO TERCERO: El Contratista no podrá efectuar construcciones de ninguna clase
 19 sobre el terreno arrendado.

20 "ARTICULO CUARTO: Queda absolutamente prohibido al Contratista subarrendar o tras-
 21 pasar este contrato, o enajenar o gravar en cualquier forma los cultivos, que llegare a estab-
 22 ler. El incumplimiento de esta cláusula será motivo suficiente para dar por terminado este
 23 contrato.

24 "ARTICULO QUINTO: Queda entendido que el Instituto no renuncia ni pierde su derecho
 25 por este contrato, de disponer en la forma que más conveniente considere, de todo o parte del
 26 terreno, según necesite para sus actividades usuales o extraordinarias, sin que por esto tenga el
 27 Contratista derecho para ser indemnizado.

28 "ARTICULO SEXTO: Sin responsabilidad de ninguna especie, el Instituto podrá dar por ter-
 29 minado este Contrato cuando a bien lo tenga, únicamente debiendo avisar con treinta días de

30 anticipación al Contratista, ya sea por escrito o verbalmente. La prueba de este aviso podrá
 31 hacérsele al Instituto mediante dos testigos que declaren haber entregado la comunicación es-
 32 crita o haber escuchado la comunicación verbal. No será obstáculo para poner fin al contrato,
 33 el hecho de que el Contratista no haya podido aprovechar en todo o parte de los cultivos que
 34 tenga, ya sea por que requieran un mayor tiempo para su aprovechamiento o por cualquier
 35 otro motivo.

36 "ARTICULO SETIMO: El término de este contrato es de *...* a partir de
 37 la fecha en que se firma.
 38 En fe de lo anterior firmamos ante testigos, en la ciudad de Turrialba, a las *...* de *...* de mil novecientos *...* . Se agrega y
 39 cancela timbre de ley.

40 *...*
 41 Administrador del IICA. - Céd. N.º 119.41030.267
 42 *...*
 43 *...*
 44 *...*
 45 *...*
 46 *...*
 47 *...*
 48 *...*
 49 *...*
 50 *...*

51 *...*
 52 *...*
 53 *...*
 54 *...*
 55 *...*
 56 *...*
 57 *...*
 58 *...*
 59 *...*
 60 *...*

61 *...*
 62 *...*
 63 *...*
 64 *...*
 65 *...*
 66 *...*
 67 *...*
 68 *...*
 69 *...*
 70 *...*

71 *...*
 72 *...*
 73 *...*
 74 *...*
 75 *...*
 76 *...*
 77 *...*
 78 *...*
 79 *...*
 80 *...*

119.41050.267

119.41050.267

405-43

119.41050.267

119.41050.267

119.41050.267

119.41050.267

119.41050.267

119.41050.267

119.41050.267

119.41050.267

119.41050.267

119.41050.267

119.41050.267

