

COSTO DE ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES CON TOONA CILIATA M. Roem
EN TURRIALBA, BAJO TRES METODOS DE PREPARACION DE SITIO

Tesis de Grado de Magister Scientiae

Roberto Párraga Aliaga



INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA
Centro Tropical de Enseñanza e Investigación
Departamento de Ciencias Forestales Tropicales
Turrialba, Costa Rica
Febrero, 1972

COSTO DE ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES CON TOONA CILIATA M. Roem
EN TURRIALBA, BAJO TRES METODOS DE PREPARACION DE SITIO

Tesis

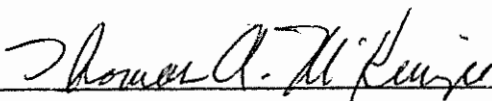
Presentada al Consejo de la Escuela para Graduados
como requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

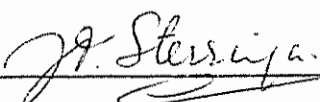
Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADA:



Consejero

Thomas A. McKenzie, M. F.



Comité

Jacob Sterringa, Ing. For.



Comité

Pablo Rosero, Mag.Sc.



Comité

Adalberto Gorbitz, Ing.Agr.

Febrero, 1972

DEDICATORIA

A mis padres y
hermanos

A María

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar el sincero agradecimiento:

Al Dr. Thomas Makenzie, consejero principal, por el permanente apoyo, estímulo y ayuda recibida.

A los miembros de su comité consejero: M. S. Pablo Rosero, Ing. Adalberto Gerbitz e Ing. Jacob T. Sterringa, por las valiosas sugerencias.

Al Ministerio de Agricultura del Perú, Dirección General Forestal de Caza y Tierras, IV Zona Agraria, Lima, por haberle permitido realizar estudios de postgrado en el Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en Turrialba, Costa Rica.

A la Organización de Estados Americano (O.E.A.) por haberle concedido la beca que hizo posible la realización de sus estudios postgraduados.

A la Dirección Regional para la Zona Andina y al CTEI por la prórroga de beca que hizo posible que terminara sus estudios de postgrado.

A sus compañeros de curso especialmente a Raúl Gaete, Armando Clavijo, Renán Lara y Jesús Sotomayor, quienes en una u otra forma le brindaron su constante estímulo de superación y amistad.

A todo el personal técnico y de campo del Departamento de Ciencias Forestales Tropicales del CTEI por su valiosa colaboración.

A la señora Mireya de Vega por la mecanografiada del presente trabajo.

BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de Huancayo, Perú, el 1º de mayo de 1942.

Realizó estudios secundarios en la Gran Unidad Escolar "Santa Isabel", Huancayo.

Estudió en la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional del Centro de 1962-1965 y en la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad de Chile en 1966, becado por la Universidad Nacional del Centro. Se graduó de Ingeniero Forestal en 1968.

En los años 1967 y 1968 desempeñó el cargo de Jefe de prácticas en la Cátedra de Biometría en la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Ingresó a trabajar en el Ministerio de Agricultura en 1969 como Jefe del Programa Forestal de la IV Zona Agraria, Lima, Sub-Zona Agraria Huaraz cargo que viene desempeñando hasta la actualidad.

Ingresó al Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del IICA en setiembre de 1970, para realizar estudios de postgrado en el Departamento de Ciencias Forestales Tropicales, obteniendo el grado de Magister Scientiae en febrero de 1972.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1. Características generales de <u>Toona ciliata</u>	4
2.2. Factores que influyen en el crecimiento de la Toona	6
2.2.1. Climáticos	6
2.2.2. Edáficos	6
2.3. Silvicultura de Toona	7
2.4. Características de las especies forestales para la reforestación	10
2.5. Métodos de reforestación	11
2.6. Costos de establecimiento de plantaciones	12
3. MATERIALES Y METODOS	16
3.1. Descripción y localización del estudio	16
3.1.1. Suelos	16
3.1.2. Vegetación existente	17
3.2. Materiales para preparación del sitio	20
3.3. Etapas del establecimiento de la plantación	20
3.3.1. Preparación del terreno	20
3.3.2. Obtención de las plantas	21
3.3.3. Plantación	22
3.3.4. Mantenimiento de la plantación y spervi- vencia	23
3.4. Registro de datos	23
3.4.1. Mediciones de las plantas	23
3.4.2. Registro de insumos en cada etapa de la plantación	24
4. RESULTADOS	27
4.1.1. Análisis pcr métodos	29
4.1.1.1. Preparación de sitio por quema total.	29
4.1.1.2. Preparación de sitio en fajas	31
4.1.1.3. Preparación de sitio en rodeo	31

4.1.2.	Análisis por actividades individuales	32
4.1.2.1.	Deshierbe	33
4.1.2.2.	Replante y supervivencia	39
4.2.	Crecimiento en altura de las plantas	40
5.	DISCUSION	45
5.1.	Preparación de sitios	47
5.2.	Plantación	48
5.3.	Supervivencia	49
5.4.	Deshierbe	50
5.5.	Crecimiento de las plantaciones	51
6.	CONCLUSIONES	53
7.	RESUMEN	55
7a.	SUMMARY	59
8.	LITERATURA CITADA	62
	APENDICES	65

LISTA DE CUADROS

Cuadro N ^o		<u>Página</u>
1	Composición química de los suelos de la serie "Cervantes"	18
2	Esquema de resumen de los trabajos para el establecimiento de plantaciones forestales	25
3	Costos operacionales de plantación y mantenimiento de <u>Toona ciliata</u> expresadas en jornales/hectárea	28
4	Períodos de deshierbe en cada parcela de la plantación con <u>Toona ciliata</u> (plantadas del 10 al 13 de febrero de 1971)	34
5	Fallas en prendimiento de la plantación de <u>Toona ciliata</u> (número y porcentaje)	39
6	Crecimiento promedio en altura de <u>Toona ciliata</u> por tratamiento en sitios y límites de los rangos superiores e inferiores de la plantación en metros tomados cada dos meses	42

LISTA DE FIGURAS

Figura N ^o		<u>Página</u>
1	Localización de las parcelas experimentales de <u>Toona ciliata</u> procedencia India	17
2	Precipitación y temperaturas medias para Turrialba de 1971	17a
3	Curvas de crecimiento de las plantas y la vegetación y grado de competencia en que se encuentran	35
4	Curvas de crecimiento de las plantas y la vegetación y su grado de competencia, <u>parce</u> la en fajas	37
5	Curvas de crecimiento de las plantas y la vegetación y su grado de competencia, <u>parce</u> la en rodeo	38
6	Crecimiento promedio en altura para los tres sitios	42

1. INTRODUCCION

La orientación de este estudio está dirigida a situar el fenómeno económico dentro del proceso de establecimiento de bosques artificiales con especies valiosas como una de las perspectivas de acelerar el desarrollo del sector forestal. Durante los últimos decenios, la importancia de las plantaciones forestales ha aumentado en forma muy acentuada. En diversos países como Nueva Zelandia, Africa del Sur, Brasil, Argentina, Chile y otros (8) con amplios recursos forestales, o en necesidad de ellos, se han desarrollado métodos y procedimientos para establecer plantaciones. Esos países han recurrido al empleo de las plantaciones como medio de acrecentar y acelerar su producción maderera, frente al recurso clásico de los bosques naturales, entrando así en una nueva etapa del desarrollo forestal mediante la utilización plena de sus tierras con la reforestación.

El cultivo del bosque artificial parece encontrar su explicación en la elevada productividad, facilidad de manejo, bajo costo de explotación, y la facilidad en la obtención de diversos productos del mismo para satisfacer necesidades socio-económicas. Para los países en desarrollo, la alternativa de las plantaciones tiene particular atractivo, ya que permite la utilización productiva de mano de obra rural no especializada, por lo general, con amplio subempleo. Estos programas de reforestación tienden a conseguir un mejor uso de las posibilidades productivas de los suelos forestales y la satisfacción, en plazo más corto, de las demandas locales o regionales de productos del bosque.

Se puede afirmar entonces, que se está cambiando el molde tradicional de la silvicultura centrada en conceptos conservacionistas para

aceptar criterios dinámicos y prácticos en que la orientación económica es predominante en la utilización de los bosques artificiales. Es decir, las plantaciones aparecen como una alternativa que ofrece claras ventajas sobre el bosque natural. Esta tendencia de ocupación de los suelos forestales ha puesto de relieve los factores económicos siguientes:

- a. Las plantaciones como modalidad de producción forestal en algunos sectores guardan prioridad, reemplazando así a los bosques naturales. Este reemplazo del bosque natural por plantaciones artificiales resulta ser inevitable en circunstancias de baja productividad del bosque natural.
- b. Las ventajas económicas que ofrecen las plantaciones forestales hacen que las formulaciones de políticas de repoblación forestal estén orientadas hacia el aprovechamiento de las tierras marginales estén o no ocupadas por bosques.
- c. En los países en desarrollo con tierras aptas para el cultivo forestal, y poseedoras de mano de obra rural de bajo costo, las plantaciones pueden representar un elemento dinámico de gran interés en el desarrollo económico. En muchos países, entre ellos el Perú, la reforestación es parte de un programa de mejoramiento de infraestructuras, tales como: restauración y conservación de tierras, conservación de obras de irrigación, control de la erosión y otros.

Estas consideraciones de alternativas económicas justifican la formulación de planes de reforestación; entre estos surge una pregunta, ¿Cuál es el costo de establecimiento y mantenimiento de las

plantaciones forestales? Para responder a este interrogante, es necesario realizar investigaciones que detecten los costos en el establecimiento de plantaciones forestales y que sirvan de base para el planeamiento de programas de reforestación.

En este ensayo de reforestación se utilizó Toona ciliata, una especie de las Meliaceae que en las zonas tropicales de América Latina, es resistente al ataque del barrenador Hypsipyla grandella Zeller que molesta a las plantaciones de Meliaceae. Por lo tanto, esta especie merece especial atención en adelantar investigaciones, más aún si se tiene en cuenta la alta calidad de su madera y por ser una especie de crecimiento rápido, tal como sugiere Grijpma (11).

En consecuencia, los objetivos de este trabajo son los siguientes:

1. Buscar un método económico en la preparación de sitio para establecer plantaciones forestales, mediante la comparación de tres métodos: limpia en fajas, por quema y en rodeo.
2. Garantizar la supervivencia de las plantas con un mínimo de prendimiento de 80 por ciento para tener al final una plantación establecida que se considere comercialmente aceptable.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Características generales de *Toona ciliata*

La especie *Toona ciliata* H. Roem., sinónimo *Cedrela toona* Roxb ex Rotll es procedente de la India, localidad de Newforest. En 1846, Roemer (25) separó los cedros asiáticos en el género *Toona*. En 1960, Smith (27) confirmó la clasificación hecha por Roemer.

Las plantas de *Toona ciliata* son árboles deciduos, grandes que pueden alcanzar 50 metros de altura, con diámetro de hasta 1,50 metros; el tronco en general es recto y en un 75% libre de ramas: las gambas son frecuentes sobre todo en áreas tropicales y subtropicales (5, 6, 29). La corteza de los árboles maduros presenta un color gris, café o rojizo, con un grosor de aproximadamente 6-15 mm; la caída de la corteza es por escamas grandes. Al cortar la corteza se pueden diferenciar dos capas: la capa exterior tiene un color rojizo, mientras que la capa interior es de color blanco; generalmente posee un líquido de color oscuro con un olor agradable y un sabor amargo (2, 5, 29, 31).

Las hojas son decíduas, alternas, compuestas, frecuentemente paripinadas, de 30-50 cm de largo, 6-12 pares de folíolos, y en general se presentan en siete pares. Benthall (2) afirma que *Toona ciliata* puede tener hojas hasta de 100 cm de largo. Los folíolos son opuestos o casi opuestos, glabros, oval-lanceolados, obtusos en la base, ápice acuminado, 8-13 cm de largo y 7-8 cm de ancho, los márgenes a veces ondulados, los lados desiguales y curvados de un color verde brillante en las hojas maduras y rojizo en las hojas jóvenes. Los pecíolos de los folíolos miden aproximadamente 6 mm (5, 6).

La inflorescencia es una panícula terminal, lleva flores blancas, hermafroditas, olorosas, cáliz en cúpula pubescente en el exterior, con cinco sépalos cilioides, cinco pétalos oblongos cilioides; disco amarillo, pubescente, más corto que el ovario; ovario pubescente, estilo glabro, cinco estambres con filamentos glabros o pubescentes (2, 5, 6). En Calcutta, India, Toona ciliata florece de febrero a marzo (2); en general la floración y fructificación ocurre todos los años.

Las semillas del árbol provienen de cápsulas pediceladas, oblongas, leñosas, de 2-2,5 cm de largo y 0,75-1,00 cm de diámetro, abertura apical de cinco valvas que contienen semillas con alas membranosas a ambos lados, insertadas en cinco cavidades de la columna central, en general 4-5 semillas en cada cavidad. Smith (27) afirma que los frutos de Toona y Cedrela son básicamente similares; la diferencia entre los frutos de los dos géneros se presenta principalmente en el grado de desarrollo. Los frutos de Toona son más pequeños, y la columna en el fruto es solamente angulada, mientras que en Cedrela es alada. En Toona no se encuentra un área apical estéril como en Cedrela.

La Toona es ampliamente distribuida desde los Valles del Himalaya hasta Ghats Oeste, encontrándose en la India, al este de Pakistán, Birmania, Tailandia y Burma hasta 1300 metros de elevación. Generalmente crece en los bordes de los ríos o en precipicios sombríos; muchas veces se encuentra en pantanos al pie del Himalaya. En el sur de la India se distribuye generalmente en los bosques tropicales húmedos (2, 14, 29).

2.2. Factores que influyen en el crecimiento de la Toona

2.2.1. Climáticos

En su lugar de origen la Toona se presenta en regiones con una precipitación que varía entre 1125-4064 mm por año (5, 29), siendo la estación seca generalmente de 3 a 4 meses. La especie prefiere sitios húmedos. Streets (29) observa que la especie puede crecer bajo condiciones climatológicas relativamente secas si se le riega en su juventud (práctica habitual en la India). Chevalier (6) señala que esta especie crece también en la zona de los monzones con una estación seca pronunciada, y a la vez se encuentra también en zonas templadas de China. Toona también se adapta a condiciones bastante secas (800 mm por año) si está plantada en suelos buenos con un nivel freático accesible en la época seca (5).

La especie pierde sus hojas al comienzo de la estación seca (5). En Turrialba, Costa Rica, en el mes más seco, no se ha notado que la especie haya perdido sus hojas, según las observaciones de Grijpma y Ramalho (12). Benthall (2) informa que en Calcutta, India, la especie pierde sus hojas al comienzo de la época fría.

La temperatura en el área de distribución natural de Toona ciliata varía de 43°C (máximo absoluto) a - 1°C (mínimo absoluto). Streets (29) observa que esta especie tolera heladas leves.

2.2.2. Edáficos

La Toona se desarrolla preferentemente en la parte inferior de las pendientes, en suelo rico y bien drenado; también se encuentra con

frecuencia en el borde de los ríos. No soporta suelos compactos arcillosos, ni suelos arenosos pobres; tiene aparentemente preferencia por suelos calcareos (5). El sistema radical es superficial, necesitando un buen abastecimiento de agua y elementos minerales en los horizontes superiores del suelo. En comparación con Cedrela odorata, Toona ciliata parece ser un poco menos exigente en cuanto se refiere al drenaje del suelo (5).

2.3. Silvicultura de Toona

La recolección de las semillas se efectúa de árboles maduros que prácticamente fructifican todos los años; se recomienda coleccionar poco antes de que las cápsulas estén maduras para luego secarlas para abrirlas y separar las semillas. La recolección de las cápsulas se practica en mayo en las provincias del centro y norte de la India. Las semillas son livianas; hay 280-425 semillas por gramo. La viabilidad natural de las semillas de Toona ciliata no dura más que 1-3 meses, pero puede ser mantenida por un año en latas herméticamente cerradas y a una temperatura de 4-5°C (5).

Letourneux (19) indica que la germinación de las semillas frescas de Toona ciliata es buena, obteniéndose un 90% después de 8-12 días. Magini y Tulstrup (20) mencionan que la germinación comienza 9 días después de la siembra y que se puede obtener de 60-80 por ciento. Grijpma y Ramalho (12) señalan un 84 por ciento de germinación de la variedad australis en investigaciones llevadas a cabo en Turrialba, Costa Rica.

La plantación se puede efectuar por medio de tocones o plantas.

Letourneux (19) observa que en Asia Tropical las plantaciones se hacen con tocones. Krishnaswamy y Dabral (17) indican que en India se probó que tocones plantados inmediatamente dan mejores resultados pero que los mismos pueden ser almacenados hasta por seis semanas si son mantenidos húmedos; en estado seco permanecen bien sólo de 3-4 días. En Rhodesia del Sur se usan plantas de 8-15 cm como observa Streets (29). En Turrialba, Costa Rica, las plántulas generalmente miden como mínimo 30 cm cuando son transplantadas en el campo, de acuerdo a los experimentos efectuados por Grijpma y Ramalho (12).

Para las distancias de espaciamento inicial deben tenerse en cuenta las especies a implantar y otras consideraciones generales sobre cuidados silvícolas, reposiciones, etc. El enraizamiento superficial y las grandes necesidades de la especie Toona ciliata en cuanto a agua y elementos nutritivos exigen que el espaciamento sea amplio. En Africa Tropical se sugiere un distanciamento de 4 x 4 m como mínimo y 6 x 6 m como un buen promedio (5). Letourneux (19) indica un espaciamento de 2 x 2 m, mientras que Grijpma y Ramalho (12) comprueban con experimentos llevados a cabo con Toona ciliata var. australis en Turrialba, Costa Rica, que las plantaciones con espaciamento de 2 x 2 m cierran sus copas uno al otro en un año, y recomiendan un espaciamento de 2,5 x 2,5 m.

En cuanto a tolerancia a malezas de las plantaciones jóvenes de esta especie, se observa que son sensibles a las competencias a esas plantas, por lo cual se deben mantener limpias durante los primeros años (5, 29). La poda de Toona por lo general no es necesaria (5). Sin embargo, en Hawaii, hasta 21 por ciento de los árboles plantados de

3 x 3 m en las parcelas experimentales presentaban necesidad de podas, probablemente debido a la mala calidad de los sitios.

Sobre el crecimiento de la especie es poca la información que existe. En Africa Tropical se calcula que en plantaciones en buenos suelos puede obtenerse un diámetro de 50 cm y una altura de 25 m a los 20 años (5). Letourneux (19) indica que en Asia Tropical, la Toona ciliata presenta un crecimiento inicial lento de 30 cm en el primer año, pero observa que el desarrollo subsiguiente es rápido y que el árbol a los 22 años tiene una altura de 19 m y una circunferencia de 55 cm. Geary* da la siguiente información sobre dos parcelas de Toona ciliata en el Arboreto de Ciénaga Alta, en Puerto Rico (elevación de 650 metros - precipitación anual 2500 mm).

Parcela A: Edad 5,5 años; 9 árboles; altura promedio 3,3 metros (rango de 1,70 a 6,70 metros); diámetro promedio al pecho 5,3 cm (rango de 2,5 a 9,5 cm); resistente al ataque del barrenador Hypsipyla grandella; buena forma; mejor que las especies Cedrela.

Parcela B: Edad: 5,5 años; 6 árboles; altura promedio 3,6 metros (rango de 1,70 a 6,70 metros); diámetro promedio al pecho 4,0 cm (rango de 2,5 a 11,0 cm); resistente al ataque del barrenador Hypsipyla grandella; buena forma y vigoroso.

En las parcelas experimentales del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del IICA, se ha encontrado que las especies Toona

* Información personal a P. Grijpma en 1969.

ciliata var. australis (Cedro australiano) y Khaya ivorensis (Caoba de Nigeria) son resistentes al barrenador de las Meliaceae, mientras que las Meliaceae nativas como Cedrela spp. (Cedro) y Swietenia spp. (Caoba) son fuertemente atacadas. En muchos países tropicales de otros continentes estas Meliaceae latinoamericanas han presentado resistencia total o relativa al ataque de Hupsipylas nativas, según información de Grijpma (11).

2.4. Características de las especies forestales para la reforestación

Es deseable que las especies que se utilicen en programas de reforestación sean colonizadoras valiosas, tolerantes a malezas, de rápido crecimiento, de fácil adaptación a diferentes condiciones silviculturales y a variaciones climáticas y edáficas. Estas especies deben mostrar resistencia a la sequía, a plagas y enfermedades. Igualmente requieren competir con cierto éxito con la vegetación, como lo observan Aubreville (1) y Metro (22).

Dyson (8) y Budowski (3) opinan que la reforestación en el trópico tiende a convertir la destructiva agricultura migratoria en bosques artificiales, con especies de maderas valiosas y económicamente explotables. Estos bosques artificiales presentan varias ventajas: entre ellas, ofrecen materia prima uniforme, maderas de alto valor con rendimientos elevados, y están ubicados en lugares accesibles que sin duda minimizan los costos de su utilización. Dyson (8) señala además que en Africa Oriental, mediante plantaciones forestales, se logró producir un volumen de madera utilizable once veces mayor que la producción obtenida de los bosques naturales. Así puede producirse mayor

volumen en áreas pequeñas y dedicarse los bosques naturales a otros fines más productivos, para la sociedad, como lo hacen en Chile, Brasil y Argentina.

2.5. Métodos de reforestación

En el proceso de establecimiento de plantaciones o reforestación, existen diferentes métodos de plantar. Ross (26), y Toumey y Korstian (30) ofrecen una clasificación en cuatro grupos de las variaciones que se encuentran en la práctica de reforestación:

- 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 (denominadas a raíz desnuda o en escoba);
- c. Plantas con raíces y tallo recortado en forma de toconcitos y pseudoestacas;
- d. Siembra directa de semillas en el sitio.

En cuanto a las técnicas del sistema de plantación, Pimentel (23) ofrece un resumen de los cuidados importantes con algunas recomendaciones que deben tenerse en cuenta: el tipo de preparación de terreno debe ser apropiado de acuerdo a las condiciones climáticas reinantes en el lugar de la plantación; el sistema de plantación debe ser correctamente efectuado; el tamaño de las plántulas debe ser apropiado para cada especie; y la hora de retirar las plantitas del vivero asimismo el sistema de transporte deben corresponder al período nublado para evitar la exposición de las plántulas al sol.

2.6. Costos de establecimiento de plantaciones

Existen numerosos trabajos sobre la incidencia de costos de establecimiento para diversas especies forestales, pero no se encuentra literatura que trate de ese aspecto específico de la especie Toona ci-liata. A continuación se presentan los resultados encontrados con relación a otras especies que enfoquen el lector a la magnitud económica del trabajo de reforestación.

Lamb (18) trata sobre las técnicas de reforestación en bosque tropical de tierras bajas húmedas, resultando los costos de establecimiento con preparación de terreno por quema, con un marco de plantación de 2,5 x 2,5 m equivalente a 247 hombres/días por hectárea. El mismo autor señala que en plantaciones con Khaya ivorensis en Nigeria, con un marco de plantación de 3,65 x 3,65 m, con preparación de sitio a corta y rasa y quemada, el número de hombres/días por hectárea varía de 81-98.

Elorza (9) observa que el éxito económico de la reforestación depende en gran parte del modo de ejecutar la preparación del terreno. Hace notar que en un terreno bien preparado, la planta crece con un vigor extraordinario y puede librarse rápidamente de la competencia con la vegetación natural. El experimento fue llevado a cabo con Eucalyptus globulus y el método de preparación del terreno fue por quema total después del roce. La mano de obra necesaria en el establecimiento fue de:

Desmante y quema de residuos	20 jornales/hectárea
Marcación de hoyos	6 "
Apertura de hoyos	36 "
Plantación (sin costo de las plantas)	10 "
Reposición de plantas muertas	5 "
Total	<u>77</u> jornales/hectárea

Este costo corresponde al establecimiento completo de la plantación: en el cual la operación de preparación de sitio representa el 26 por ciento del costo total.

Camarero (4) presenta un resumen de los costos de establecimiento de una plantación en España, con Pinus insignis con distanciamiento de 2,5 x 2,0 m, en términos de rendimientos medios en jornales por hectárea:

Corte del matorral (limpiado en fajas)	17 jornales/hectárea
Marcación de hoyos	2 "
Apertura de hoyos	19 "
Distribución de plantas	10 "
Plantación	15 "
Total	<u>64</u> jornales/hectárea

Se puede observar en estos trabajos iniciales que la fase de preparación de sitio representa el 27 por ciento del total, asimismo los dos autores citados no toman en cuenta el costo de las plantas.

Marrero (21) indica los resultados de costos obtenidos en la repoblación de los bosques públicos a escala comercial del gobierno de Puerto Rico, con un distanciamiento de 2,0 x 2,0 m:

Costo de la planta, equivalentes	7,5 jornales/hectarea	
Preparación del terreno (por quema)	13,0	"
Plantación	10,0	"
Replante	5,0	"
	<hr/>	
Total	35,5 jornales/hectárea	

Comenta el mismo autor que la fase de preparación de sitio fue el rubro más costoso en el establecimiento inicial de plantaciones representando el 37 por ciento del total. Luego en la operación de mantenimiento, el deshierbe y otros cuidados alcanzaron un costo de 48 jornales/hectárea, para los cinco primeros años que sumados al costo promedio representan 83,5 jornales/hectárea en total. Este experimento fue llevado a cabo con plantaciones de Swietenia macrophylla, Tectona grandis y otras especies en una extensión de 5.500 hectáreas. La naturaleza de la vegetación nativa afectó grandemente los costos de deshierbe por tener poco efecto en la preparación inicial del sitio. La guinea (Panicum maximum) fue la vegetación que se encontró con frecuencia y que ofreció fuerte competencia a las plantas jóvenes.

Letourneux (19) señala los resultados de experimentos de establecimiento con Acacia mollisima con tres años de mantenimiento:

Preparación del suelo a tala rasa	35 jornales/día/hectárea	
Hoyos	10	"
Valor de las plantas, equivalentes	30	"
Replante 30 por ciento	12	"
Limpias el primer año	45	"
Limpias el segundo año	30	"
Limpias el tercer año	15	"
	<hr/>	
Total	167 jornales/día/hectárea	

Se puede notar en estos datos que la etapa de preparación de sitio representa un 21 por ciento del total y el mantenimiento en los tres primeros años corresponde a un 54 por ciento del total.

Flinta (10) presenta un cuadro de costos de plantación con plantas de vivero, típico en América Latina, expresados en jornales/hectárea:

Preparación de sitio por volteo del suelo	5	jornales/hectarea
Marcación de hoyos	9	"
Apertura de hoyos (2.500/ha)	5	"
Costo de plantas y transporte, equivalentes	71	"
Plantación	9	"
Cuidado (tres años)	12	"
Protección y control	22	"
Replantación (105)	12	
Total	145	jornales/hectárea

Este caso típico está hecho basado en el supuesto de tener un terreno sin vegetación arbustiva con un marco de plantación a 2,5 x 2,5 m.

Se nota claramente un alto costo de los insumos, de plantas y de transporte, probablemente debido a un vivero central lejos del sitio de la plantación.

Se podría continuar citando resultados encontrados en muchos países, con condiciones de sitio, métodos de plantación, material utilizado para las diferentes especies, todas diferentes. Sin embargo se cree que la información que se obtuvo permite apreciar la gran diferencia de costos y la importancia que el método de preparación de sitio representa para cada especie plantada.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del estudio

Los trabajos experimentales se realizaron en la parte de la finca denominada "Florencia Sur", del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O.E.A., en Turrialba, Costa Rica. La zona se caracteriza como área apta para cultivo de caña de azúcar y café debido al clima tropical y suelos fértiles. Según la clasificación de Holdridge (15), esta zona se puede clasificar como "bosque muy húmedo premontano". (Figura 1).

De acuerdo a los registros de observaciones en la estación meteorológica del C.T.E.I. (16) localizada a 83º 38 minutos de longitud oeste y 9º 53 minutos de latitud norte, a una altitud de 602 m s.n.m., el clima reinante en la localidad presenta las siguientes características: temperatura media anual de 21°C y la precipitación para 1971 fue de 2.267,40 mm, siendo los meses más lluviosos el de julio 424,00 mm y octubre 327,00 mm; el mes más seco del año 1971 corresponde a febrero, con solo 46,8 mm. La humedad relativa promedio anual es de 87,8 por ciento. La distribución mensual de la temperatura y de la precipitación se indican en la Figura 2.

3.1.1. Suelos

Los suelos en el sitio de estudio pertenecen a la serie "Cervantes", con profundidad hasta de 6 metros y de estructura granular. Según Hardy (13) la permeabilidad es alta y de consistencia friable; cuando húmedo presenta un pH promedio de 4,9; la topografía es ondulada

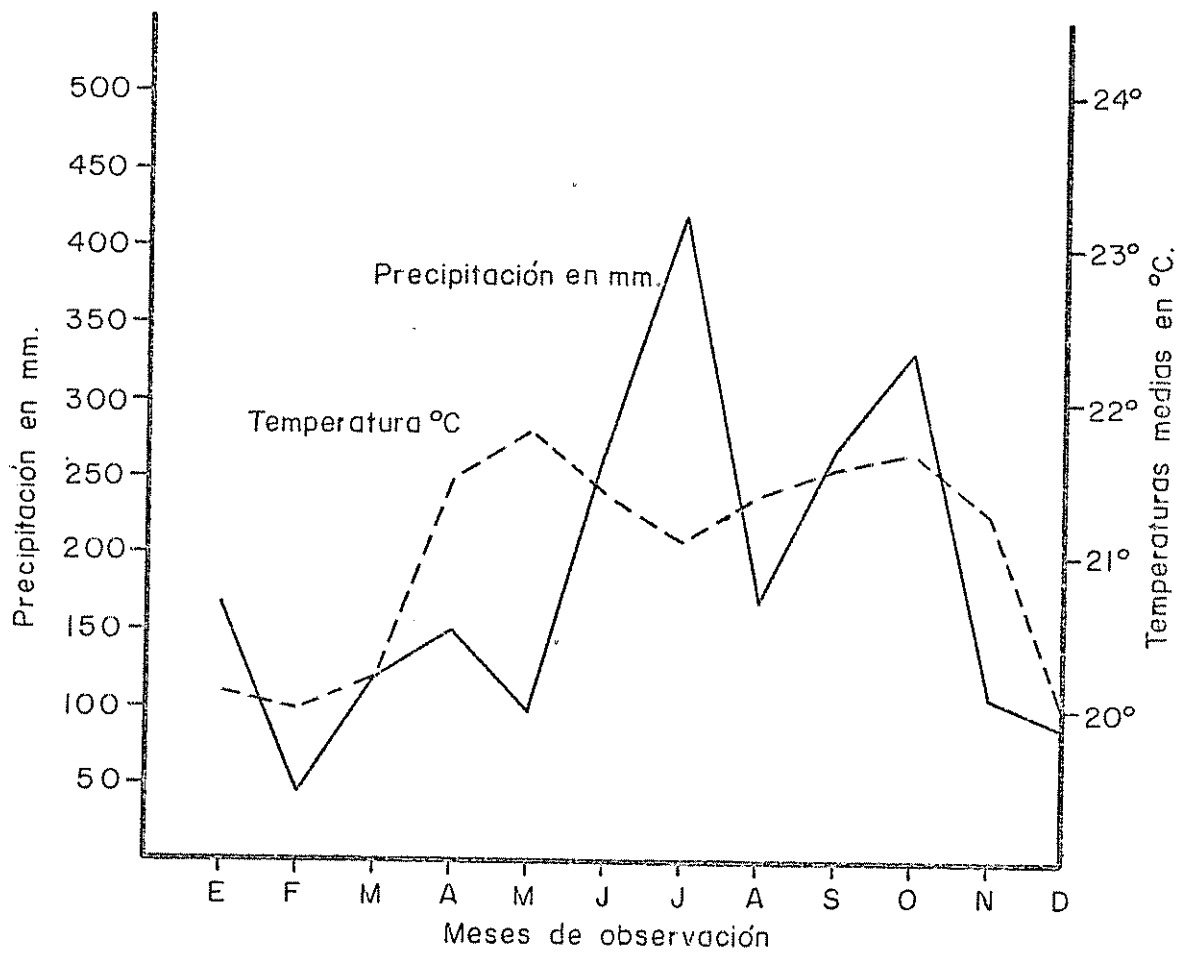


Fig. 2- Precipitación y temperaturas medias para Turrialba de 1971.

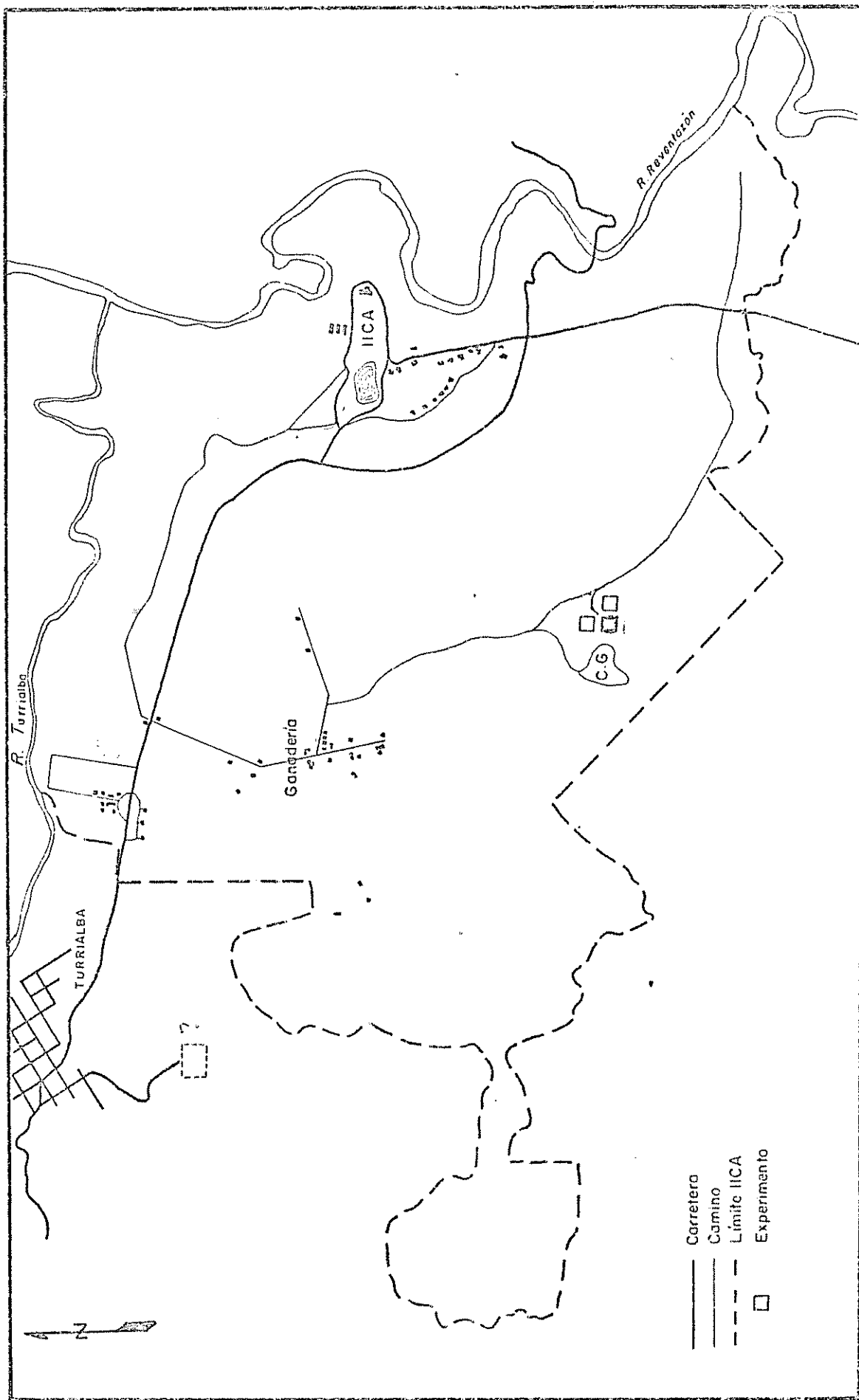


Fig. 1 Localización de las parcelas experimentales de *Toona ciliata* procedencia india

con pendientes suaves que varían entre 10 a 15 por ciento.

El análisis químico del suelo de esta serie, con características relevantes al área experimental, se presenta en el Cuadro 1.

Dóndoli y Torres (7) describen el perfil del suelo de la serie "Cervantes" de la siguiente manera:

0 - 20 cm = Suelo negro cuando húmedo y ceniza pardo cuando seco, franco arenoso, estructura granular, poroso y permeabilidad de media a rápida, posee alto contenido de humus y las raíces desarrollan profundamente en este horizonte.

20 - 30 cm = Pardo amarillo cuando húmedo y pardo amarillo claro cuando seco, un poco más arcilloso que el horizonte anterior, la permeabilidad es moderada, ligeramente plástico cuando húmedo y suave cuando seco.

Mayor de 30 cm = La andesítica poco meteorizada porosa, presentando material areno-granuloso en las intersecciones que forman las partículas.

Antes de la instalación del experimento, el suelo fue usado en el cultivo de café siendo abandonado hace aproximadamente 12 años, cuando la fertilidad era crítica. (Véase el mapa de localización).

3.1.2. Vegetación existente

La vegetación herbácea existente en la época de establecimiento era formada de: Axonopus compressus, Homolepsis aturensis, Melinis spp., Panicum maximum (Gramineae); Commelina spp., Tripogandra cumanaensis (Commelinaceae); Acnistus spp., Solanum spp. (Solanaceae);

Cuadro 1. Composición química de los suelos de la serie "Cerventes".

Perfil	Profundidad cm	pH 1:1 H ₂ O	N %	CIC* me/100 g	Bases cambiabiles me/100 g			Saturación de bases (%)	Ca/Mg	Ca+Mg
					Ca	Mg	K			
Suelo	0-30	5,6	0,81	55	12,2	1,7	0,56	26	7,1	24,8
Sub- suelo	30-60	5,7	0,69	50	10,7	1,2	0,41	25	8,1	29,0

* Capacidad de intercambio de cationes.

FUENTE: HARDY (13).

muchas especies del género Cucurbita (Cucurbitaceae); Lantana spp. (Verbenaceae) y algunas especies de las familias Compositae y Rubiaceae. La vegetación arborea era compuesta de: Erythrina spp. (Leguminosae); Brosimum spp., Castilla spp., Cecropia spp., Ficus spp. (Moraceae); Genipa spp. (Rubiaceae); Virola spp. (Myristicaceae) y Croton spp. (Euphorbiaceae).

3.2. Materiales para preparación del sitio

En la preparación del campo experimental por corta a tala rasa, se utilizaron hachas y machetes, herramientas normalmente usadas en estas faenas, donde la única forma de trabajar es a mano. La delimitación de las parcelas se efectuó con una brújula y para la medición y estacado de las parcelas se utilizó una cinta métrica de tela y estacas.

En la preparación específica del sitio de cada una de las parcelas experimentales se utilizaron quemador a petróleo, machetes, rastillos y pala cuchara. Para la apertura de hoyos en las parcelas para la plantación se usó pala cuchara.

3.3. Etapas del establecimiento de la plantación

3.3.1. Preparación del terreno

En las dos primeras semanas del mes de diciembre de 1970, se efectuó a mano un desmonte a tala rasa de toda la vegetación arbustiva y herbacea existente. Algunos de los árboles producto de este desmonte fueron aprovechados para leña por los obreros pero la gran mayoría

del desmante se dejó tumbada en el área experimental. Estos trabajos y productos fueron comunes para cada parcela experimental, pero solamente el costo de los trabajos se consideró significativo en este estudio comparativo.

Las parcelas delimitadas presentaban las mismas características de superficie y a las que se elegieron al azar para la aplicación del tratamiento específico. La extensión total del campo experimental fue de 18.580 m² incluyendo los 3 m de separación entre las parcelas; cada parcela media 5.625 m² siendo 62,5 m de ancho por 90,0 m de largo y estaban ubicadas en forma paralela a la pendiente. En el apéndice se puede ver el mapa del sitio y los detalles de cada sitio.

3.3.2. Obtención de las plantas

En la plantación se utilizaron plantas replantadas en envases metálicos fabricados con láminas de hierro galvanizado, de 0,2 mm de grosor y cubiertos con pintura anticorrosiva, de forma rectangular de 6,5 cm por cada lado y 13 cm de altura, sin fondo y abierta a lo alto. Estos envases se utilizaban en el vivero del Departamento de Ciencias Forestales Tropicales sobre una mesa de barras de hierro con malla metálica. La estructura metálica, ó marco, contenía exactamente 84 plantas y servía también para transportar las plantas en la camioneta. Una descripción detallada de las ventajas del uso de plantas trasplantadas en este tipo de envases se encuentra en un estudio realizado por Ponce y Grijpma (24).

El tipo de transplante utilizado, permitió que las plantas presentasen buena formación de raíces y con abundante formación de

raicillas en forma compacta. Estas plantas fueron almacenadas entre el 16 y 29 de setiembre de 1970. Por lo tanto, contaban con plantas con uniformidad en su apariencia física y con la seguridad de que su semilla procedía de una sola fuente, localidad Newforest.

3.3.3. Plantación

La plantación se efectuó entre el 11-13 de febrero de 1971 con plantas de 0,60 y 0,35 m de altura, en hoyos previamente confeccionados con una pala cuchara, en las áreas marcadas con estacas con un espaciamiento de 2,5 x 2,5 m. El tamaño de los hoyos fue de 0,30 m de diámetro por 0,20 m de profundidad; en la apertura de los hoyos se tuvo cuidado en depositar el suelo húmedo en la base para que al ser colocada la planta esta enraizara con facilidad. El resto de la tierra se depositó en el borde de los hoyos para ser utilizado en el momento de la plantación. El número de hoyos abiertos en cada parcela fue de 900 que sumados para las tres parcelas representa un total de 2.700 hoyos.

En el área experimental, antes de iniciar la plantación se seleccionaron cuidadosamente los arbolitos tomando en cuenta su buena forma, homogeneidad en altura, apariencia del follaje y ausencia de daños causados por insectos u otros agentes perjudiciales. Realizada esta selección, se procedió a distribuir las plantas en cajas a los hoyos, quitando el envase en el acto de plantación. Se cuidó que cada arbolito estuviera en posición correcta, con el fin de que los brinzales quedasen bien plantados. Finalmente se presionó la tierra cuidadosamente alrededor de cada plantita. Las parcelas fueron estableci-

das en esta forma durante los días 11, 12 y 13 de febrero de 1971.

3.3.4. Mantenimiento de la plantación y supervivencia

Fue necesario realizar limpieza o deshierbe periódicamente debido al rápido crecimiento de la vegetación herbacea. El deshierbe de la plantación consistió en cortar a mano periódicamente las malezas a ras del suelo en cada una de las parcelas y mantener a las plantas libre de la competencia. El criterio para determinar el deshierbe se basó en observaciones periódicas de las plantaciones y se optó por realizar las limpiezas cuando las plantas y la vegetación dominante se encontraban a la misma altura como se puede ver en el Apéndice 2.

La reposición de las plantas muertas fue necesaria para garantizar un nivel de supervivencia que se considere comercial. Esta fue efectuada a los 60 días de terminada la plantación en las tres parcelas objeto de estudio. Para determinar el número de plantas muertas, se contaron hilera por hilera colocando estacas amarradas con cinta amarilla a los 30 días y estacas con cinta verde a los 60 días efectuada la plantación. Para el replante se utilizaron plántulas de la misma procedencia y edad, plantadas bajo los mismos métodos que la plantación original.

3.4. Registro de datos

3.4.1. Mediciones de las plantas

La medición del crecimiento de los árboles fue tomada de la base hasta la yema terminal de la planta. Esta se efectuó cada dos meses y por un período de diez meses de observaciones utilizando una regla

graduada en centímetros. La selección de las plantas para las mediciones se hizo por muestreo al azar, siendo la intensidad de muestreo el 10 por ciento que representa 90 plantas por parcela para las cuatro primeras mediciones; la última medición se realizó a los diez meses al cien por ciento de las plantas vivas.

Las mediciones en altura de la vegetación se efectuaron a los ocho meses de establecida la plantación, tomando un metro cuadrado a partir del lado menor de la parcela cada 20 metros en un total de 10 subparcelas, donde se realizaron mediciones para conocer la altura promedio en cada subparcela.

3.4.2. Registro de insumos en cada etapa de la plantación

El registro de insumos utilizado en cada etapa de la plantación fue realizado cada vez que los trabajadores hicieron algo en la parcela. Se anotaron con detalle, los jornales empleados en cada fase del proceso del establecimiento de la plantación en formularios diseñados especialmente para este fin (Apéndice 3), y los cuales se presentan resumidos en el esquema del Cuadro 2.

Cuadro 2. Esquema de resumen de los trabajos para el establecimiento de plantaciones forestales.

Actividad	Parcelas del Estudio		
	Quemada	Fajas	Rodeo
A. <u>Preparación de sitio</u>			
1. Roce de la cobertura
2. Preparación específica del sitio
3. Marcación de hoyos
4. Apertura de hoyos
B. <u>Plantación</u>			
1. Distribución de las plantas a los hoyos
2. Plantación, fecha
3. Recolección de ptes
C. <u>Mantenimiento</u>			
1. Replante			
a. Contada de la mortalidad			
- 30 días
- 60 días
b. Reposición de las fallas

Cent. Cuadro 2.

Actividad	Parcelas del Estudio		
	Quemada	Fajas	Redec
2. Deshierbe en periodo:			
1º fecha
2º "
3º "
4º "
5º "
6º "
D. <u>Otros gastos</u>			
1. Costo de la planta en el vivero
2. Costo de transporte
3. Otros
E. <u>Costo total</u>

4. RESULTADOS

4.1. Costos operacionales del establecimiento de la plantación

Para analizar con mayor detalle las incidencias de los costos de operación en el establecimiento de una plantación a nivel comercial, se subdividieron las actividades de este proceso en sus principales etapas. Eso nos permite visualizar con claridad el número de jornales empleados en cada fase y hace evidente la importancia de la mano de obra en el establecimiento económico de la plantación.

Para expresar el costo de producción de las plantas en jornales, se tomaron los resultados obtenidos por el Departamento de Ciencias Forestales Tropicales basados en el costo de producción de 1.000 plantas de Toona ciliata de aproximadamente cuatro meses de edad, obtenidas en el vivero del Programa de Diversificación Agrícola y bajo el método de transplante en potes de hierro galvanizado descrito. El costo obtenido fluctuó entre 16 y 20 jornales. Para los fines de este estudio se consideró como costo constante de producción por 1.000 plantas el equivalente de 20 jornales, o sea que el valor por planta fue de 0,25 colones costarricenses*.

En el Cuadro 3 se resumen los insumos y la mano de obra empleada en condiciones normales en el experimento bajo los tres métodos de preparación de sitio. Todo detalle se convirtió a jornales para permitir la comparación directa entre actividades, métodos de preparación de sitio estudiado, y su subsiguiente referencia a otras localidades.

* Colón costarricense: US\$0,12.

Cuadro 3. Costos operacionales de plantación y mantenimiento de Toona ciliata expresadas en jornales/hectárea.

Etapas	Parcelas		
	Rodeo	Fajas	Quemada
A. <u>Preparación de sitio</u>			
1. Tala rasa de la cobertura original	23,8	23,8	32,4
2. Preparación específica de cada sitio	0,0	28,1	5,8
3. Marcación de hoyos	1,5	1,5	1,5
4. Apertura de hoyos	22,0	18,4	8,0
Total parcial	47,3	71,8	47,7
B. <u>Plantación</u>			
1. Distribución de las plantas a los hoyos	3,0	2,0	2,0
2. Plantación	12,4	9,2	6,7
3. Recolección de potes	2,9	1,9	1,9
Total parcial	18,3	13,1	10,6
C. <u>Mantenimiento</u>			
1. Replante			
a. Plantas (\$0,25/planta)	2,1	1,4	0,6
b. Mano de obra en reposición	2,0	1,0	0,5
Total parcial	4,1	2,4	1,1

Cont. Cuadro 3.

Etapas	Parcelas		
	Rodeo	Fajas	Quemada
2. Deshierbe por períodos: 1º	11,5	7,6	1,5
2º	16,0	11,5	7,6
3º	15,2	12,9	2,2
4º	12,5	10,3	9,5
5º	13,3	11,4	15,3
6º	11,5	--	--
Total parcial	80,0	53,7	36,1
D. <u>Otros gastos</u>			
1. Costo de plantas (¢0,25/planta)	32,0	32,0	32,0
2. Transporte vivero-plantación (¢0,50/Km)	4,8	4,8	4,8
Total parcial	36,8	36,8	36,8
Costo Total en jornales por hectárea	186,5	177,7	132,3

4.1.1. Análisis por métodos

4.1.1.1. Preparación de sitio por quemada total

En este método de preparación de sitio, la mano de obra empleada en el proceso de establecimiento de la plantación y su posterior mantenimiento sumó 132,3 jornales por hectárea. El resultado de este método en sus distintas operaciones del proceso fue de gran importancia

en el estudio y representan los niveles reales de trabajo en la zona de Turrialba, Costa Rica. Tales condiciones merecen atención para su correcto entendimiento.

Si comparamos los costos operacionales totales de los tres métodos empleados en el establecimiento y mantenimiento de la plantación, verificamos directamente que el método por quema total resulta el más económico. El ahorro que ha significado ésta, comparado con el método de preparación de sitio de limpieza en fajas, representa 45,4 jornales por hectárea, o sea 25,6 por ciento más barato en mano de obra empleada. A razón de ₡12,50 por jornal la aplicación del método de quema del sitio resultaría un total de ₡567,50 de ahorro por hectárea.

Por otra parte, si comparamos los costos obtenidos en el empleo del método por quema con el método por rodeo en la preparación del sitio observamos que en el primero se obtuvo una economía de 54,2 jornales por hectárea o sea 29,1 por ciento del total de ahorro en mano de obra empleada lo que representa una economía de ₡677,50. Debe recordarse que el método en rodeo es el normal, o tradicional para preparación de sitio en la localidad de Turrialba, Costa Rica. Sin embargo, al planear un programa de reforestación a escala masiva con la aplicación exclusiva del método por quema se debe tener especial cuidado en estimar el ahorro actual debido a que las condiciones en varias partes de una área grande no serán tratadas en un solo método. Por lo anterior es probable que el ahorro actual será menor que los resultados de este estudio.

4.1.1.2. Preparación de sitio en fajas

Del análisis del Cuadro 3 se observa que los costos que demanda este método para el establecimiento de la plantación resultaron ser 177,7 jornales por hectárea. La actividad de preparación de sitio en este método resultó ser la más costosa entre los tres, ya que supera en más de 24 jornales al de rodeo y al de quema.

De esta manera se infiere que, desde el punto de vista económico, el método de preparación de sitio en fajas no es el más recomendable para establecer plantaciones con Toona ciliata. Sin embargo, sería el método indicado si las condiciones climáticas y edafológicas no permiten el pleno empleo de la quema en la preparación del terreno. Otra ventaja a favor de los métodos de quema y de fajas es que los dos requieren mucho menos trabajo en cuanto a la limpieza de maleza en fase de mantenimiento.

4.1.1.3. Preparación de sitio en rodeo

Una de las claras desventajas que representa este método tradicional es el mayor costo total que representa el establecimiento de las plantaciones: y de los 186,5 jornales por hectárea en total, 47,3 jornales correspondieron a la operación de preparación de sitio. De este total, 23,8 jornales fueron utilizados en la tala rasa del campo experimental, que fue común para las tres parcelas de ensayo, y los otros 23,5 jornales corresponden a la etapa de marcación y apertura de hoyos. Es decir, lo que ahorró en preparaciones específicas del sitio (0,00 jornales) en rodeo, se gastó en apertura de hoyos para la subsiguiente actividad de plantación.

Además de la infectividad del ahorro aparente en preparación del sitio por rodeo, se observa que este método requiere mucho más en limpiezas durante el mantenimiento. Es claro que la desventaja del método de rodeo radica básicamente en la alta proporción de trabajo dedicado a mantenimiento; 210 por ciento más de trabajo para su limpieza que el método más barato ensayado. En conclusión del análisis del Cuadro 3, queda claramente establecido que el método de preparación de sitio por rodeo es el más costoso, seguido por la parcela con preparación de sitio en fajas y el método de preparación de sitio por quema es el más económico.

4.1.2. Análisis por actividades individuales

En la operación de plantación que incluye la distribución y la fijación de las plantas al suelo, se empleó 10,6 jornales en la parcela quemada; 13,1 jornales en la parcela en fajas y 18,3 jornales por hectárea en la parcela en rodeo. Se observa que el costo de plantación fue más alto en el método de preparación de sitio en rodeo, lo que evidencía la deficiente preparación de sitio con este método para establecer plantaciones anteriormente mencionado. Sin embargo, la actividad de la plantación en si, no es tan importante en cuanto a los costos totales en el establecimiento de una plantación en base a mano de obra.

Mantenimiento. Se considera bajo esta etapa las fases de deshije y reposición de las plantas muertas en las plantaciones, siendo esta fase sumamente importante en el establecimiento de una plantación en el trópico. Se esperaba que durante el período del estudio, por

lo menos algunas parcelas quedaran libres del mantenimiento, lo que indicaría el final de esta fase en el establecimiento de la plantación a nivel comercial.

4.1.2.1. Deshierbe

Esta operación básica del establecimiento de la plantación en zona tropical húmeda se presenta detallada en sí por los períodos de deshierbe los cuales se indican anteriormente en el Cuadro 3, literal C, numeral 2. Queda claro que la importancia económica de esta operación representa desde 22 hasta 42 por ciento del costo total del establecimiento. El criterio empleado para llevar a cabo el deshierbe consistió en intervenir solamente cuando la vegetación dominante se encontraba a la misma altura de las plantas de una parcela.

En el método de preparación de sitio por quema total, la cobertura de la vegetación natural no se presentó uniformemente en toda la superficie de la parcela. A los cuarenta días de establecida la plantación hubo necesidad de realizar el primer deshierbe que se limitó a las partes donde la plantación se encontraba en competencia con la vegetación dominante compuesta de: Panicum maximum, Homolepxis aturensis (Gramineae); Cucurbita spp. (Cucurbitaceae) y Lantana (Verbenaceae). La competencia se presentó precisamente en las zonas en donde no se pudo quemar completamente los residuos del desmonte en la preparación del sitio. En esta fase del deshierbe se emplearon un total de 36,1 jornales/hectárea.

De los resultados obtenidos se puede observar que los períodos entre deshierbes iban prolongándose a medida que la planta incrementaba

su crecimiento en altura. El Cuadro 4 y Figura 3 presentan los datos relativos a los intervalos de días de los deshierbes.

Cuadro 4. Períodos de deshierbe en cada parcela de la plantación con Toona ciliata (plantadas del 10 al 13 de febrero de 1971).

Parcelas	Intervalos de días entre deshierbes						
Quemada	40	50	60	72	78		
Fajas	42	50	62	72	76		
Rodeo	34	38	43	58	60	60	76

En las curvas de crecimiento de la vegetación, Figura 3, se nota la diferencia en altura de la vegetación y la altura del límite inferior* de las plantas medida hasta los diez meses de edad. Se observó que ya no era necesario efectuar deshierbes para liberarse los árboles de la vegetación. La fase de deshierbe en el método de quema representó el 27,3 por ciento del costo total.

En la parcela con preparación de sitio en fajas los intervalos de deshierbes siguieron casi la misma tendencia que en la parcela quemada, aunque esta parcela exigió el empleo de más mano de obra, o sea de 53,7 jornales por hectárea, hasta quedar la plantación libre de competencia con la vegetación predominante; o es decir, representa el

* Las alturas de los límites superiores e inferiores son los promedios de las plantas que se encontraban sobre y bajo el promedio general en cada medición.

PARCELA QUEMADA

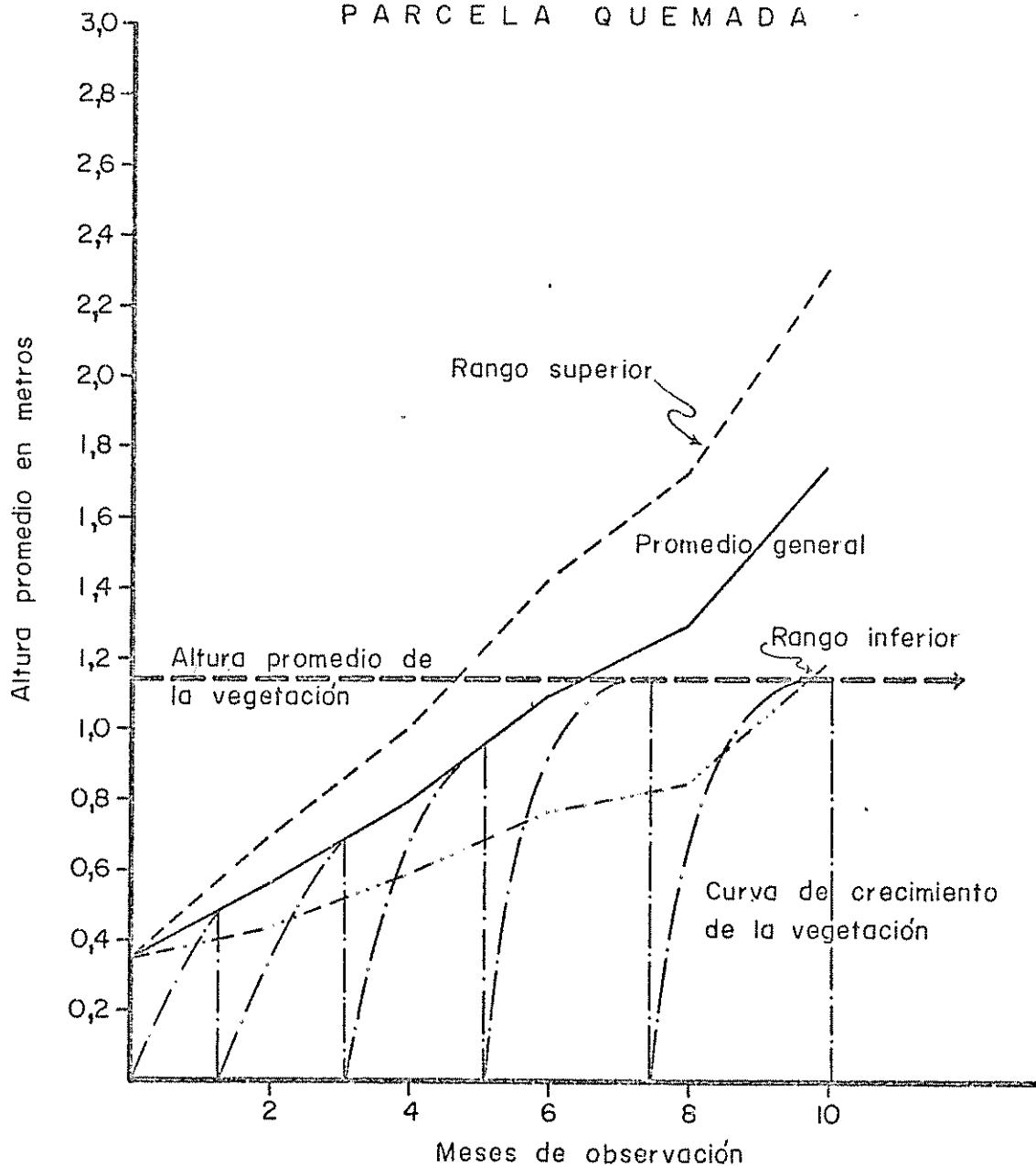


Fig 3- Curvas de crecimiento promedio de las plantas, vegetación y su grado de competencia (plantas-vegetación)

30.2 por ciento del costo total. De esa manera se observa que la operación de deshierbe en el método por fajas resulta más cara que la establecida en la parcela quemada en un 17,6 jornales y más barata que el método de preparación de sitio en rodeo en 26,3 jornales. Si se observa la Figura 4, al final del estudio la plantación establecida en la parcela en fajas se encuentra sobre la altura de la vegetación y puede mantenerse perfectamente sin mayores intervenciones de deshierbe.

La parcela con preparación de sitio en rodeo resultó ser, ampliamente, la más cara. La mano de obra empleada en esta fase de mantenimiento sumó a un total de 80,0 jornales por hectárea que representan un 42,9 por ciento del costo total de la plantación en este sitio.

Hubo necesidad de realizar deshierbes con mayor intensidad en la parcela de rodeo debido a la deficiente preparación del terreno que permitió el crecimiento rápido de la vegetación; a treinta y cuatro días de establecida la plantación fue necesario efectuar el primer deshierbe. En el Cuadro 4 se notan los períodos de deshierbes frecuentes en las parcelas.

Este método de establecer plantaciones resultó bastante costoso porque, además de haber exigido la alta inversión de 186,5 jornales, la plantación a diciembre de 1971 se encontraba en plena competencia todavía con la vegetación existente. Por lo tanto, para garantizar el establecimiento de la plantación se recomienda seguir realizando esta labor hasta que las plantas sobrepasen la altura de la vegetación. Este grado de competencia queda claramente indicado en la Figura 5 en la cual se puede observar que la altura de la vegetación se

PARCELA EN FAJAS

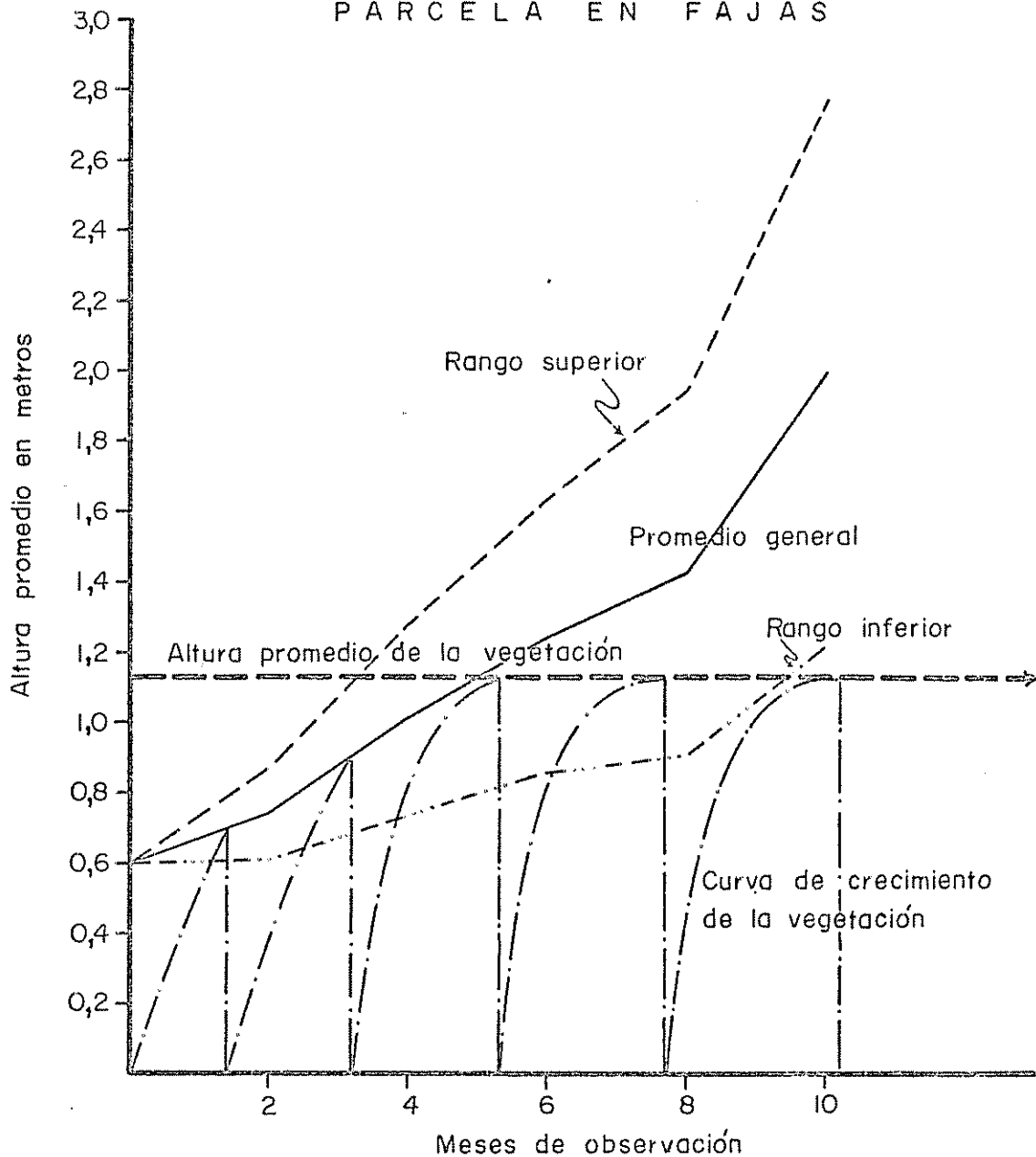


Fig 4- Curvas de crecimiento promedio de las plantas, vegetación y su grado de competencia (plantas-vegetación)

PARCELA EN RODEO

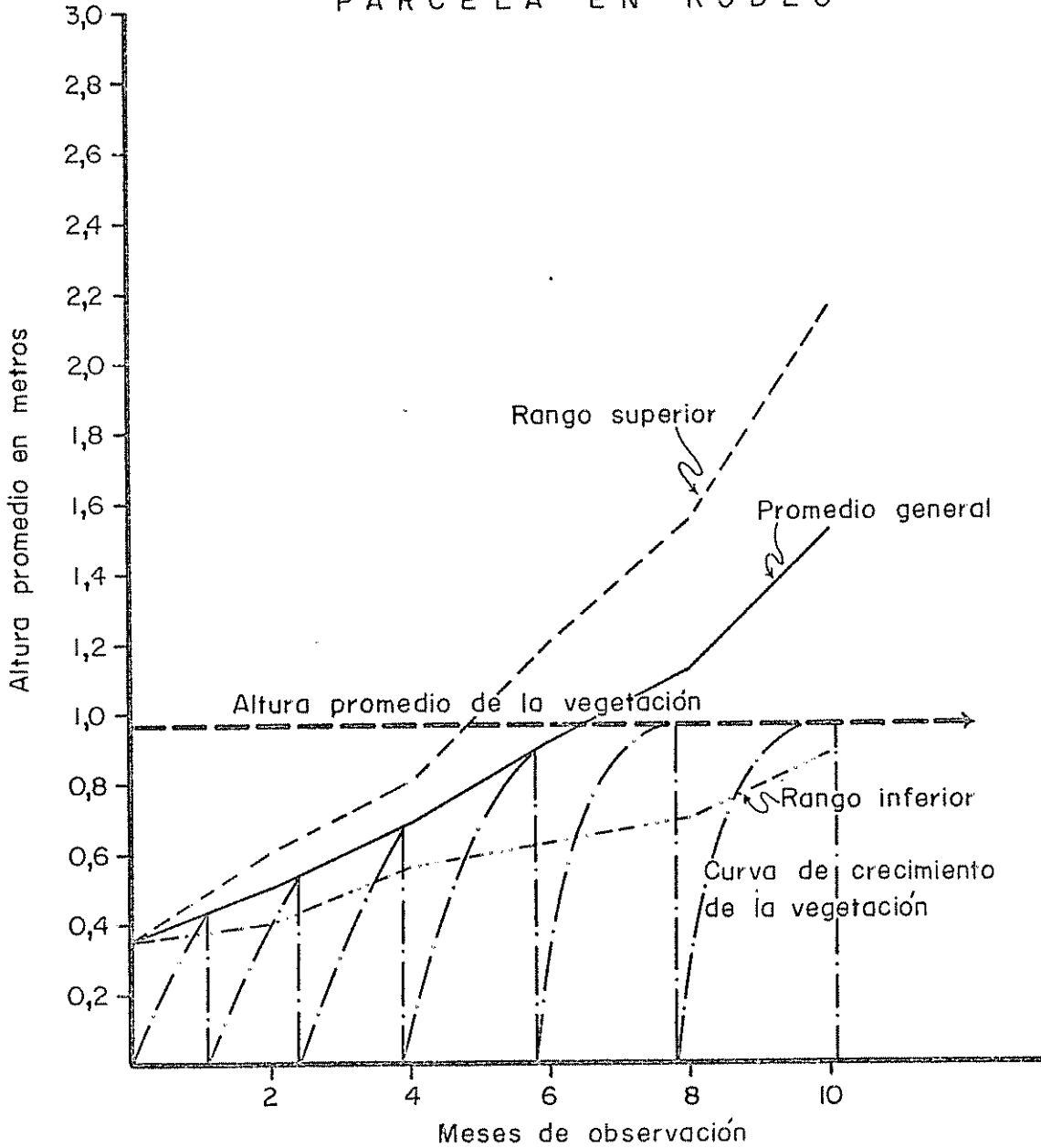


Fig. 5- Curvas de crecimiento promedio de las plantas, vegetación y su grado de competencia (plantas-vegetación)

encuentra sobre la altura del rango inferior de las plantas. En consecuencia, podemos concluir que el método de rodec de preparación de sitio no es recomendable desde el punto de vista económico para las prácticas de reforestación, por el alto costo que representa la fase de mantenimiento de la plantación.

4.1.2.2. Replante y supervivencia

La información sobre el número de plantas muertas se observa en el Cuadro 5, donde se presentan los resultados obtenidos a los 30 días, 60 días y 10 meses en las plantaciones establecidas bajo tres métodos de preparación de sitio.

Cuadro 5. Fallas en prendimiento de la plantación de Tecna ciliata (número y porcentaje).

Parcelas	Número de plantas muertas a:		Total replantado a:		Plantas muertas a:	
	30 días	60 días	60 días		10 meses	
			Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Quemada	22	9	31	3,4	88	9,7
Fajas	54	16	70	7,7	157	17,4
Rodec	42	64	106	11,8	185	20,5

Se puede observar que a los dos meses de establecidas las plantaciones, se obtuvieron fallas que representaban el grado de supervivencia que se va a encontrar al final del período de establecimiento definido. Con el criterio de replantar para mantener un nivel aceptable

uniforme entre parcelas: todas las fallas fueron replantadas a los dos meses de establecidas las plantaciones. Las plantas que fueron utilizadas para el replante tenían la misma edad que las empleadas en la plantación original.

Al inspeccionar la plantación a los diez meses se encontraron los siguientes resultados en cuanto a supervivencia: parcela quemada (99,3 por ciento supervivencia); en la parcela en fajas (82,6 por ciento) y en la parcela en rodeo (179,5 por ciento). Se observa que en la parcela con preparación de sitio por quema se obtuvo mayor supervivencia. Sin embargo, el ensayo alcanzó el nivel de supervivencia esperado de 80 por ciento, lo que se considera aceptable a escala. Esto implica que los costos directos (Cuadro 3) justamente representan las diferencias entre los tres métodos de preparación del sitio, si no encuentra grandes diferencias en el crecimiento de los árboles.

4.3. Crecimiento en altura de las plantas

El crecimiento en altura de las plantas se registró cada dos meses y la información procedente de estas mediciones se resume en el Cuadro 6. Se nota que el crecimiento en altura de la plantación varió considerablemente en los tres sitios, cuyos promedios fueron para la parcela quemada de 1,75 metros, para la parcela en faja de 2,00 metros y en rodeo de 1,52 metros. Estos promedios corresponden a los diez meses de establecida la plantación, y para graficar los datos se tomaron las alturas del promedio general en cada medición y cuyas tendencias se presentan en la Figura 6.

Cuadro 6. Crecimiento promedio en altura de Tcona ciliata por tratamiento en sitios y límites de los rangos superiores e inferiores de la plantación en metros tomados cada dos meses.

Parcelas	Altura inicial en cm	E d a d e n m e s e s				
		2	4	6	8	10
Rango superior		0,69	1,00	1,43	1,73	2,31
Quemada: Promedio general	0,35	<u>0,56</u>	<u>0,79</u>	<u>1,10</u>	<u>1,29</u>	<u>1,75</u>
Rango inferior		0,44	0,59	0,77	0,85	1,19
Rango superior		0,87	1,28	1,64	1,95	2,78
Fajas: Promedio general	0,60	<u>0,74</u>	<u>1,01</u>	<u>1,25</u>	<u>1,43</u>	<u>2,00</u>
Rango inferior		0,61	0,74	0,86	0,91	1,22
Rango superior		0,60	0,80	1,20	1,55	2,16
Rodec: Promedio general	0,35	<u>0,50</u>	<u>0,68</u>	<u>0,87</u>	<u>1,25</u>	<u>1,52</u>
Rango inferior		0,40	0,56	0,63	0,70	0,88

Las mediciones en altura de las plantas sirvieron también como punto de referencia para comparar el crecimiento de la vegetación y poder distinguir el grado de competencia en que se encontraba la plantación a determinada edad. Con este criterio, se puede cuantificar en cierto modo la situación actual de la competencia, indicándonos la necesidad de intervenir con deshierbe.

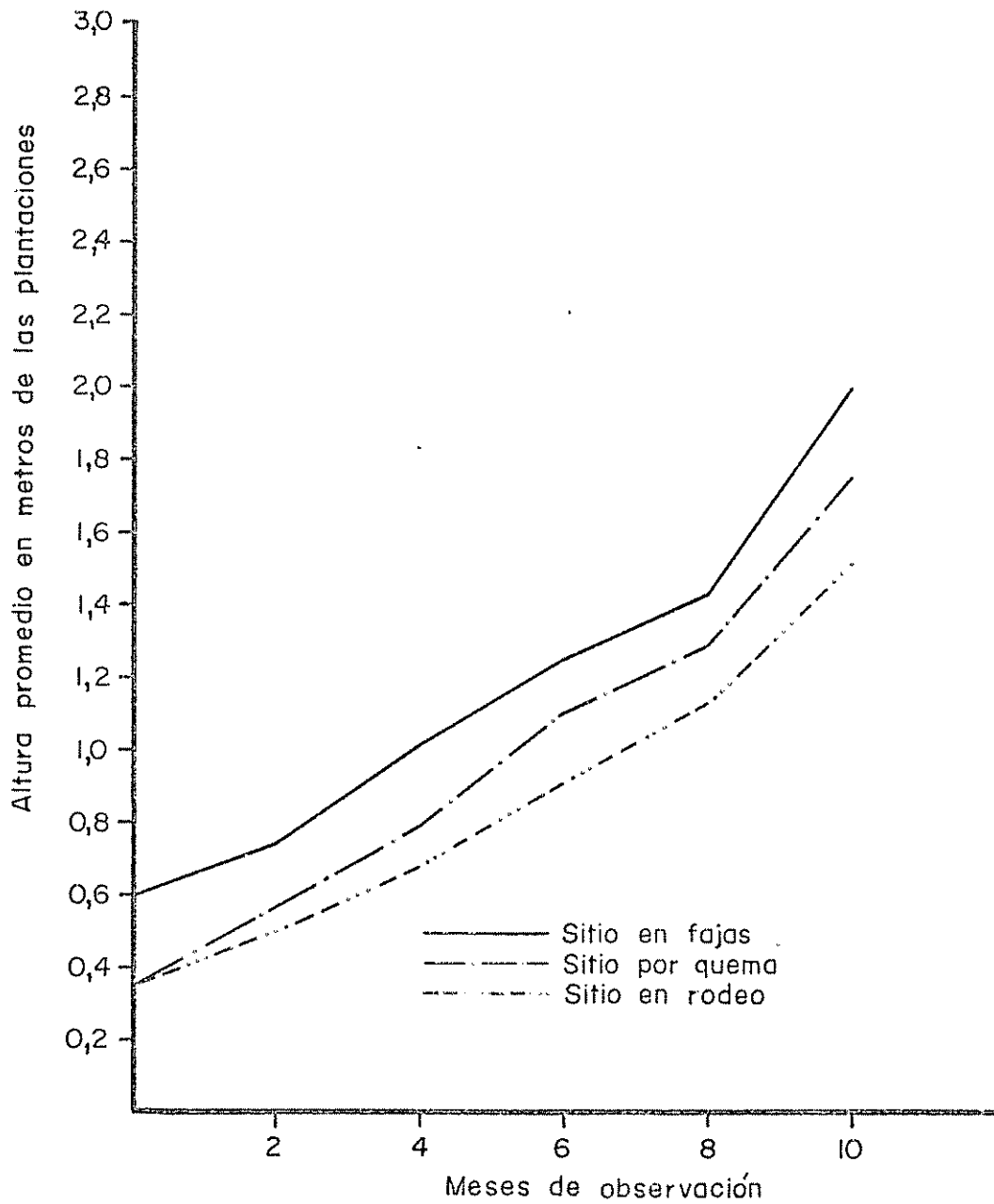


Fig. 6— Curvas de crecimiento promedio de los tres sitios.

La variación de crecimiento en altura observado se debe tal vez en forma indirecta a los efectos de preparación de sitio; sin embargo, dentro de una misma parcela se notó variación de crecimiento de las plantas. Esto es evidente en los rangos de crecimiento en altura de cada período de medición (Cuadro 6). Dentro del mismo método de preparación de sitio se encontró variaciones de 64 por ciento hasta 84 por ciento con respecto a los promedios al final de 10 meses; sin embargo, entre los métodos fue solamente de 11 por ciento.

Por otro lado, esta variación de crecimiento por sitio pudo haberse debido también a los efectos de la calidad de sitio en las mismas parcelas que tenían colinas que variaban entre diez y quince metros de altura. Estas partes altas representaban en la parcela quemada $437,5 \text{ m}^2$ (7,8 por ciento) de la superficie total con 70 plantas, altura promedio de 1,12 metros; para el sitio en fajas 1.231 m^2 (22 por ciento) de la superficie total con 197 plantas, altura promedio de 0,76 m, y en la parcela con preparación de sitio en rodeo 525 m^2 (9,3 por ciento) de la superficie total, con 84 plantas, altura promedio de 0,98 metros descritos en el Apéndice 1.

De estos resultados se observa, que los árboles sobre la colina presentaban un promedio en altura inferior a la altura promedio de los rangos inferiores en las parcelas en fajas y quemada; mientras tanto, en la parcela en rodeo la altura de las plantas en las colinas se encontraban sobre este límite. Si se excluyesen las plantas que se encontraban en las colinas, esto favorecería a las parcelas en fajas y quema con alturas promedio en los rangos inferiores, superior a las que se encuentran en las colinas. Entonces como la extensión

de las colinas alcanzaba solamente el 22 por ciento en el de mayor extensión, el significado de los resultados de crecimiento por parcela no sufrirían mayores variaciones una a la otra. No se tomó en cuenta la diferencia de altura inicial de las plantas ya que a los 10 meses mantuvo esta ventaja.

La Toona ciliata de acuerdo a la revisión de literatura es una especie que se desarrolla preferentemente en la parte inferior de las pendientes en suelos ricos y bien drenados; no soporta suelos compactos arcillosos y tiene preferencia por suelos calcáreos (5). En el campo experimental en las colinas parece haber deficiencia que afectaría a la especie. Por esto las observaciones del follaje de algunos árboles presentaron un color amarillento quemado que puede deberse a las características de calidad del sitio de las colinas.

En las mediciones realizadas de la vegetación herbácea se obtuvieron los siguientes resultados al final de 10 meses:

Altura de la vegetación promedio en la parcela quemada: 1,15 m

Altura de la vegetación promedio en la parcela en fajas: 1,13 m

Altura de la vegetación promedio en la parcela en rodeo: 0,97 m

Utilizando la altura de la vegetación como indicador del sitio, se encuentran efectos parecidos a los que se observaron en los árboles mismos; es decir, el sitio de rodeo es el menos productivo, y los mejores son el de quema y faja, respectivamente.

5. DISCUSION

En este trabajo se han expuesto tres métodos de preparación de sitio para establecer plantaciones a nivel comercial. También se han medido la supervivencia y el crecimiento de las plantaciones durante el período experimental con la finalidad de diferenciar la significancia de los tratamientos.

Los resultados obtenidos permiten hacer algunos comentarios acerca de las ventajas económicas de cada uno de los métodos y sobre el comportamiento de las plantaciones con el fin de intentar su aplicación en el planeamiento de programas de reforestación, en condiciones similares a las de Turrialba, Costa Rica.

Los resultados económicos, en términos de mano de obra empleada en la plantación en cada uno de los sitios constituyen indicativos generales de la situación actual y deben tomarse como una tendencia más que como datos exactos. Una razón para tomar con cautela los datos se debe a que los obreros que participaron en esas actividades fueron designados por el Departamento de Ciencias Forestales, quienes con mucha frecuencia eran interrumpidos en su jornada de trabajo de ocho horas para ejecutar trabajos diferentes al experimento: a la vez, se presentaban casos de ingreso de obreros a los trabajos de ensayo después de 3 ó 4 horas de iniciada la jornada. En todo caso la efectividad de jornal no se estima a nivel de 100 por ciento efectivo o representativa a una situación comercial de plantación. De esta práctica se deduce que al hacer las estimaciones de jornales empleados (ocho horas de trabajo), pudo haberse incurrido en la mayor ó menor

ponderación de las horas efectivas de los trabajos en cada uno de los ensayos.

Establecida esta modalidad de trabajo que resulta de las observaciones hechas en el estudio, se concluye que los totales de mano de obra empleada en cada operación del establecimiento de las plantaciones incluyendo las variaciones en efectividad de mano de obra y se considera igualmente distribuidos en los tres tratamientos. De esto podemos concluir que la plantación establecida en la parcela con preparación de sitio por quema, realmente, ha requerido, relativamente en vez de absolutamente, el empleo de menor cantidad de mano de obra.

Estas diferencias encontradas (Cuadro 3) demuestran que la preparación de sitio por quema es la más recomendable para futuros establecimientos de plantaciones en condiciones similares a las de Turrialba. Sin embargo es conveniente advertir sobre las dificultades encontradas en este estudio en la aplicación del tratamiento por quema por ser la zona lluviosa y sin estación seca prolongada. En las condiciones actuales del estudio por ejemplo, resultó marginal en cuanto a la duración de la sequía. Por lo tanto, hubo necesidad de efectuar la quema dos veces en algunas zonas de la parcela debido a la interrupción en la primera quema por la lluvia.

En cuanto al efecto posible en otras condiciones de una estación de sequía prolongada, esto indudablemente ayuda a la aplicación del tratamiento por quema dado a que los residuos del desmonte se secan con más facilidad y permiten la aplicación definitiva y eficaz del tratamiento por este método con un costo mínimo, menor que el que se encuentra en Turrialba.

5.1. Preparación de sitios

La preparación de sitios puede decirse que tiene dos objetivos principales: eliminar la vegetación competitiva, y proporcionar las condiciones para que los elementos nutritivos sean aprovechados al máximo por las plantas. En la práctica, es difícil lograr un término medio entre la eliminación completa de las malezas y el mantenimiento de la fertilidad del suelo. Lo más probable que podría alcanzarse sería suprimir estas malezas en las plantaciones y tal vez mejorar el crecimiento de las plantaciones jóvenes. Sin duda, la eliminación en mayor ó menor grado de la maleza es fundamental para el éxito de las plantaciones establecidas.

El método de preparación de sitio por uema nos ha permitido en cierta forma alcanzar estos objetivos, aun ue en términos relativos, indicándonos que es realmente la mejor práctica de preparación de sitio para establecer plantaciones. Habiéndose empleado 47,7 jornales en preparación de sitio, no obstante esto no es muy diferente a los resultados obtenidos en los otros métodos.

Del análisis del Cuadro 3, se puede observar ue en la fase de preparación del sitio, el método más costoso y que ocasionó el mayor empleo de mano de obra fue el de limpia en fajas (71,8 jornales por hectárea). En este método la operación específica del tratamiento de amontonar el producto del desmonte en las entrefajas, dejando 1,5 m completamente limpio, ccupó 28,1 jornales en total. Luego, este método no recuperó esta desventaja inicial en ahorros posibles en las subsiguientes actividades.

No obstante la similitud de costos entre los métodos en preparación de sitio en rodeo y por uema, salta a la vista que la parcela con preparación de sitio en rodeo resultó muy costoso. En la fase de apertura de hoyos por rodeo tuvo mucho trabajo (emplearon 22,0 jornales) y al final la limpieza resultó la más costosa entre todos los métodos.

En conclusión, la fase de preparación de sitio puede ser la parte más crítica en el establecimiento económico de una plantación, pues depende de las alternativas físicamente factibles en una situación dada. Es decir, si las condiciones locales permiten quemar o preparar el sitio con limpieza en fajas, esta actividad de preparar el sitio será relativamente costosa. Solamente cuando se utiliza el método en rodeo decrecen la importancia relativa de preparación del sitio, pero, lo importante es que rodeo ocasiona un costo total mucho más alto al final.

5.2. Plantación

Una adecuada preparación de sitio es obviamente indispensable para el éxito de las plantaciones. Se observó en este ensayo con mano de obra que la fase de plantación es relativamente la actividad más barata comparada con las otras operaciones del proceso de establecimiento de plantaciones. Sin embargo, existe una interacción entre preparación de sitio y los costos de las plantaciones; de esto se puede inferir que la plantación efectuada en la parcela quemada necesitó sólo 10,6 jornales por hectárea (de 24 a 12 por ciento más barato) debido a la mejor accesibilidad que se encontró dentro de la parcela y

que permitió la facilidad de los trabajos de distribución y fijación de las plantas a los hoyos, y la recolección de los envases.

Mientras tanto, en la parcela con preparación de sitio en rodeo se empleó el mayor número de jornales, que sumó un total de 18,3. Este alto costo comparado con los otros dos puede deberse a la dificultad que tuvo el obrero para movilizarse de un hoyo a otro por la presencia de los residuos de la corta rasa del área. La plantación efectuada en la parcela con preparación de sitio en fajas resultó similar a los costos de la plantación efectuada en la parcela por quema por las consideraciones discutidas.

5.3. Supervivencia

Se considera una plantación exitosa cuando en la etapa inicial se haya alcanzado un porcentaje aceptable de prendimiento de las plantas dentro de los límites previstos para la especie y el método de preparación de sitio empleado. Estos indudablemente estarán influidos por la calidad de sitio y las circunstancias en las cuales se efectúan las plantaciones. En cuanto a la supervivencia de las plantaciones de este estudio, en general, podemos afirmar que se tuvo un alto prendimiento en los tres sitios ensayados con la especie Toona ciliata que se considera adecuado para que una plantación esté establecida exitosamente.

Por otra parte, debe hacerse notar que a los dos meses de establecidas las plantaciones se observaron fallas en el prendimiento y fue necesario replantar en su totalidad cada una de las parcelas para mantener las plantaciones a ciento por ciento de supervivencia en el

momento. Estas operaciones no tuvieron mucha incidencia en los costos generales; sin embargo, la más costosa resultó ser la parcela en rodeo que demandó dos por ciento de la inversión total, o sea 4,1 jornales para reponer el total de las plantas muertas.

Del ensayo podemos deducir de acuerdo a la información presentada en la Figura 1 que la especie Toona ciliata es de adecuada adaptación y muestra también ser resistente a la sequía. Se puede observar que en el mes de febrero se registró la precipitación más baja del año con solo 46 mm, por lo que se considera el mes más seco. Febrero fue el mes en el cual se efectuaron las plantaciones, pero la mortalidad en los primeros meses no fue diferente al que se observó en los meses posteriores cuando había más lluvia.

5.4. Deshierbe

O Se han señalado sobre las ventajas de un adecuado deshierbe, sobre todo en las plantaciones jóvenes, ya que en las primeras edades no toleran la competencia de malezas cualquiera que sean las especies y se hace necesario un buen mantenimiento. Se eligió el criterio mencionado para efectuar el deshierbe pensando que pudiera ofrecer las mejores condiciones de crecimiento a las plantas y liberarlas rápidamente de la vegetación competitiva a base del criterio.

La cantidad de mano de obra empleada en la fase de deshierbe tiene casi la misma importancia económica a la de la plantación. Podemos observar que los costos totales en esta operación guardan alguna proporción al número de deshierbes efectuados en cada uno de los métodos; pero también podemos indicar que el método de preparación de

sitio por quema fue el que ocasionó el menor gasto de mano de obra, siendo obviamente el más económico.

Se reconoce plenamente que en el período inicial del establecimiento de plantaciones se encuentran los factores más críticos y decisivos para el buen desarrollo de las plantas, entonces es el deshierbe el determinante para el éxito de las plantaciones establecidas. Las plantaciones forestales son esencialmente actividades de empresas económicas, y a fin de tener buenos resultados en las plantaciones es necesario brindarles atenciones y cuidados especiales durante el inicio del período de desarrollo, principalmente con respecto al grado de tolerancia de la especie a la vegetación competitiva. Los métodos de establecimiento que reduzcan la agudez de atención en el inicio deben recibir más atención por su impacto que se puede llevar al establecimiento, como se demostró en este ensayo con la quema del sitio.

5.5. Crecimiento de las plantaciones

En este estudio no se trató de estudiar en detalle los factores que pudieran haber intervenido en las diferencias de crecimiento de los árboles o de la vegetación en el campo experimental. Sin embargo, se creyó necesario observar la posibilidad de encontrar diferencias de crecimiento de acuerdo a la metodología empleada en la preparación del sitio en caso que hubiera efectos desfavorables uno al otro. En base a los resultados obtenidos en este trabajo, se nota claramente que el crecimiento de las plantaciones en las tres parcelas varió considerablemente, con un promedio general de altura de 1,76 m a los diez meses de establecidas las plantaciones.

Da la impresión que los suelos con características de colinas dentro de las parcelas son muy pobres por el deficiente crecimiento de las plantas, y por lo tanto se puede inferir que las plantaciones de Toona ciliata son sensibles a las características del sitio. Este mismo comportamiento se nota en otras plantaciones que ocupan sitios de colinas en el local de Turrialba. De esto, surge la necesidad de adelantar investigaciones sobre factores de sitios que favorecen o afectan el crecimiento de esta especie, especialmente cuando su efecto es tan obvio entre colinas y bajuras.

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones principales de este estudio sobre establecimiento de plantaciones comerciales se presentan como indicadores, siendo las siguientes:

1. El método de preparación de sitio más económico para el establecimiento de plantaciones con la especie Toona ciliata resultó ser la parcela quemada, en el cual se empleó un total de 132,3 jornales por hectárea.
2. La fase que demandó el empleo de mayor número de jornales fue la de preparación de sitio en los métodos en fajas y quemada, que representan 36,1 y 40,4 por ciento del costo total respectivamente constituyendo así la actividad de mayor impacto económico en el establecimiento de plantaciones en estos dos métodos relativamente económicos.
3. En el método en rcdco, no obstante de haber empleado solo el 25,4 por ciento del costo total en la operación de preparación de sitio, resultó el más caro con un total de 186,5 jornales por hectárea. El mayor costo parcial en este método correspondió a la fase de deshierbe, que representa un 42,9 por ciento del total. Se justifica su elección solo cuando las condiciones climáticas y topográficas hacen difícil la aplicación de los otros dos métodos.
4. Las plantaciones establecidas con preparación de sitios en fajas y por quema se encontraban relativamente libres de la vegetación

competitiva a los diez meses de plantadas. Entre tanto, la plantación hecha con preparación de sitio en rodeo se encontraba todavía en competencia a la misma fecha. En consecuencia, se concluye que la preparación de sitio y el deshierbe constituyen la fase decisiva para el éxito de las plantaciones a nivel comercial.

5. La mayor supervivencia de las plantaciones se observó en la parcela con preparación de sitio por quema, con 90,3 por ciento, seguida por la parcela con preparación de sitio en fajas con 82,3 por ciento y, en último lugar, la plantación establecimiento en la parcela en rodeo con 79,5 por ciento. Los tres métodos estudiados mostraron un nivel de supervivencia aceptable de acuerdo al planeamiento propuesto en cuanto al nivel de supervivencia esperado (80 por ciento).
6. Se puede concluir que el crecimiento en altura fue aceptable para todos los métodos ensayados. El mayor crecimiento en altura de las plantaciones se observó en la parcela con preparación de sitio en fajas, con una altura promedio de 2,00 m. Sin embargo, en cuanto a la homogeneidad y vigor de las plantas, se observó que la parcela correspondiente al método de preparación de sitio por quema fue la mejor.

7. RESUMEN

El presente trabajo, realizado en Turrialba, Costa Rica, estudia los aspectos de orden económico del establecimiento de plantaciones con la especie Toona ciliata M. Roem; se incluyen los costos de plantación, reposición, deshierbe y las observaciones de crecimiento en altura de las plantas.

Este estudio tuvo los siguientes objetivos:

1. Buscar un método económico en la preparación de sitio para establecer plantaciones, mediante la comparación de tres métodos: limpia en fajas, por quema y en rodeo.
2. Garantizar la supervivencia de las plantas bajo un mínimo de prendimiento de 80 por ciento.

El ensayo se inició en febrero de 1971 con plantas de 4 y 4,5 meses de edad, replantadas en potes de hierro galvanizado, procedentes del vivero del Departamento de Ciencias Forestales Tropicales del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Estas plantas fueron realizadas bajo tres métodos de preparación de sitio: a) por quema total; b) por limpia total en fajas; c) preparación de sitio en rodeo que es el método tradicional en esta región. El ensayo fue establecido con espaciamiento de 2,5 x 2,5 metros en un solo bloque de reforestación.

Las observaciones y mediciones fueron tomadas entre febrero y diciembre de 1971 en relación con las siguientes características: a) costos directos de mano de obra empleada en cada fase del proceso de establecimiento, en deshierbes y en la reposición de las plantas

muerzas; b) mediciones en altura de las plantas con intervalos de dos meses y supervivencia hasta los diez meses de establecida la plantación y crecimiento de la vegetación competitiva a los ocho meses. Se convirtió la incidencia de los costos directos de la plantación en términos de jornales utilizados en cada fase del proceso y se obtuvieron los totales para cada sitio. Esto nos permitió comparar directamente entre sí los métodos de preparación de sitio, para obtener resultados que determinasen el método más económico de establecimiento de plantaciones forestales por unidad de superficie (la hectárea).

En este ensayo se emplearon los siguientes jornales por hectárea: parcela quemada 132,3 jornales; parcela en fajas 177,7 jornales; y parcela en rodeo 186,5 jornales. Analizando independientemente los resultados de cada sitio se demuestran los aspectos sobresalientes:

La preparación del sitio por quema resultó el más económico de los tres métodos. En la parcela quemada se emplearon en las etapas principales del proceso un 36 por ciento para la operación de preparación de sitio; 27 por ciento para la fase de deshierbe; y 28 por ciento para otros gastos tales como compra de plantas y transporte. La operación que participó con mayor número de jornales en este método fue la fase de preparación de sitio, aunque esta fase constituyó la base para la economía global del método.

En la parcela en fajas, las distintas operaciones del proceso de establecimiento de las plantaciones participaron del total de jornales con 40 por ciento para la preparación de sitio; 30 por ciento para la fase de deshierbe y 20 por ciento para los gastos generales tales como compra de plantas y transporte.

En la parcela en rodeo, el requerimiento total de mano de obra en las distintas operaciones del proceso se distribuyó en las siguientes proporciones: 25 por ciento para la preparación de sitio; 10 por ciento para la fase de plantación; 43 por ciento para deshierbe; y 20 por ciento para compra de plantas y transporte. Puede observarse en este método que la operación más importantes y con fuerte incidencia en los costos totales fue la fase de deshierbe.

La supervivencia en los tres sitios fue aceptable, encontrándose sobre el 80 por ciento de prendimiento a los diez meses de establecidas las plantaciones, lo que fue el mínimo esperado. Se efectuaron replantes a los dos meses de establecidas las plantaciones; esta fase participó con no más de 2 por ciento en los tres casos. Se registra esta información en el resumen de los resultados.

El crecimiento en altura en las plantaciones de cada sitio presentó diferencias en altura en la etapa inicial de crecimiento de las plantas. La variabilidad encontrada en cada parcela no fue significativa, y fue debida tal vez a la preparación del terreno, o a las variaciones de calidad de sitio. Sin embargo, a los diez meses de establecidas las plantaciones, bajo los tres métodos ensayados con esta especie, el crecimiento de 1,76 metros resultó ser un buen y prometedor resultado.

De estos datos se infiere que entre los tres métodos probados, el establecimiento de plantaciones con preparación de sitio por quema es probablemente el más económico bajo las condiciones de Turrialba. Además en este sitio se observó la más alta supervivencia y el crecimiento de plantas más homogéneas en vigor del fuste y follaje y

con la posibilidad de mantener tales ventajas en el futuro de la plantación. Sin embargo, debe tenerse presente las limitaciones de la aplicación de este método para la preparación de sitio, sobre todo en algunas zonas tropicales, donde hay abundante lluvia y carece de un período de sequía prolongado.

7a. SUMMARY

This study was conducted in Turrialba, Costa Rica, and covers the economics of establishing plantation of Toona ciliata, M. Roem under three forms of site preparation. The considerations in establishing a plantation include planting, replanting and weed-control until the stand is free of competition; the objectives of this study, then, are the following:

- 1) Examine the economics of site preparation in plantation establishment by means of comparing the preparation by strip-cleaning, burning, and by small, circular clearings of and vegetation.
- 2) Guarantee the successful establishment of the plantation, with a survival level of at least 80 percent as adequate for a commercial plantation.

This field trial begun in February, 1971 with nursery stock four to four and half months old. This stock was used to establish the three plots at 2.5 x 2.5 meters spacing, in one contiguous block of 1,8 hectares.

Observations and field measurements were made from February to December, 1971; and this work covered: a) direct costs of labor in cleaning, planting and replanting; b) measurement of height growth and plant survival. All direct costs were converted to man-days equivalents for each step of the establishment process, which permits direct comparison between stages of a method, between methods, and the applicability of results to other locations with different labor costs.

This field trial resulted in the use of 132.3 man-days for establishing trees in the burned plot; 177.7 man-days for the plot prepared in cleared strips; and 186.5 man-days for the normal site preparation method of making small, circular clearings. An analysis of each method shows the important differences among them.

The plot prepared by burning required less man-days than any other method. A review of the main phases of the method show 36 per cent of the labor was used in site preparation, 27 per cent in weed-control and 28 per cent in general expenses, plants and their transportation. The predominance of site preparation costs in this method permitted the substantial savings in man-days during the remaining phases of establishment process.

The plot prepared by strip cleaning was almost as expensive as the normal plantation methods used in Turrialba. A review of the main phases of the method shows 40 per cent of the labor was used in site preparation, 30 per cent in weed control and 21 per cent in general expenses, plants and their transportation.

The plot prepared by the normal plantation method, that is, the hand cleaning of small circular area (05. meters diameter) of vegetation was the most expensive of the three methods tried. A review of this method shows 25 per cent of the labor was used in site preparation, 10 per cent in planting, 43 per cent for weed control, and 20 per cent for plants and their transportation. This method has the greatest cost element in the weed-control phase due to the ineffectiveness of the site preparation.

Survival on all three plots was acceptable after the ten months period, which means the 80 per cent survival level was maintained or surpassed in all cases. This result was obtained at an additional cost of no more than two per cent in any case.

Height growth showed variation within plots as well as between plots. Perhaps such variations were due to differences in initial height of plants, site preparation or to site quality differences. These variations were estimated to be 37 to 43 per cent within plots, but only 2 to 4 per cent among plots. After 10 months an initial height of 1.76 meters indicates promise for the species under the three methods tried.

These results indicate that among the methods tried, the burning of the site as preparation for planting is probably the most economic method for the area. Also observed was the fact that survival, and uniformity and vigor of growth was better under this method of site preparation. However, there exists some limitations in the application of this burning method in some tropical areas where there is abundant rainfall and an insufficient dry period.

8. LITERATURA CITADA

1. AUBREVILLE, A. Climates, forets et désertification d' Afrique
Tropicale. Paris, Geographiques et Coloniales, 1949. 250 p.
2. BENTHALL, A. P. The trees of Calcutta and its neighbourhood.
Calcutta, Thaker Spink, 1946. p. 110.
3. BUDOWSKI, G. Sistemas de regeneración de los bosques de bajura
en la América Tropical. Caribbean Forester 17(3-4):53-75.
1956.
4. CAMARERO CHERVO, G. La plantación de pinos en la provincia de
la Coruña. Montes 20(117):211-220. 1964.
5. CEDRELA ODORATA Linné et Toona ciliata M. Roem caracteres sylvi-
coles et méthodes de plantation. Bois et Forests des Tropi-
ques no. 8:29-34. 1962.
6. CHEVALIER, A. Les toon's ou cedres batards, arbres de reboise-
ment. Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropica-
le no. 272-274:152-165. 1949.
7. DONDOLI, B. C. y TORRES, J. J. A. Estudio geográfico de la re-
gión oriental de la Meseta Central. San José, Costa Rica,
Ministerio de Agricultura e Industria, 1954. 130 p.
8. DYSON, W. G. The justification of plantation forestry in the
tropics. Turrialba 15(2):135-139. 1965.
9. ELORZA ARISTORENA, E. El eucalipto en las repoblaciones de
Galicia. Montes 21(121):17-24. 1965.
10. FLINTA, C. M. Prácticas de plantación forestal en América Lati-
na. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura
y la Alimentación. Cuadernos de Fomento Forestal no. 15.
1960. 497 p.
11. GRIJPMAN, P. Immunity of Toona ciliata M. Roem. var. australis
(F. y M.) C.D.C. and Khaya ivorensis A. Chev. to attacks of
Hypsipyla grandella Zeller in Turrialba, Costa Rica.
Turrialba 20(1):85-93. 1970.
12. _____ y RAMALHO, R. Toona spp., posibles alternativas para
el problema del barrenador Hypsipyla grandella de los
Melinaceae en América Latina. Turrialba 19(4):531-547. 1969.
13. HARDY, F. The soils of the I.A.I.A.S. area. Turrialba, Costa
Rica, Inter-American Institute of Agricultural Sciences,
1961. 74 p. (mimeografiado).

14. HARMS, H. H. y MATTFELD, J. Meliaceae. In Die Natürlichen Pflanzenfamilien. Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1940. v. 1961. pp. 44-45.
15. HOLDRIDGE, L. R. Life zone ecology. Ed. rev. San José, Costa Rica, Tropical Science Center, 1967. 206 p.
16. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS. Resumen de datos meteorológicos desde la iniciación de observaciones, 1944 hasta diciembre 31, 1971. Turrialba, Costa Rica, 1970. 1 p.
17. KRISHNASWAMY, V. S. y DABRAL, S. N. The life of stumps of some forest species under moist and dry conditions. Indian Forester 81(7):408-410. 1955.
18. LAMB, A. F. A. Artificial regeneration within the humid lowland tropical forest. Commonwealth Forestry Review 48(1):49. 1969.
19. LETOURNEUX, C. Les méthodes de plantations forestieres en Asie Tropicale. Organisation de les Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation. Cahier no. 11. 1957. 178 p.
20. MAGINI, E. y TULSTRUP, N. P. Notas sobre semillas forestales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Cuadernos de fomento forestal no. 5. 1956. pp. 121-122.
21. MARRERO, J. Resultados de la repoblación forestal en los bosques insulares de Puerto Rico. Caribbean Forester 11(4): 151-195.
22. METRO, A. Silvicultura de los bosques artificiales. Montes 26(152):153-171. 1970.
23. PIMENTEL, L. Algunas causas de las faltas de las repoblaciones forestales. México y los Bosques 9(1):25-28. 1970.
24. PONCE, S. A. y GRIJPMA, P. Ensayo comparativo de cuatro tipos de recipientes para producción de plantas forestales. Turrialba 20(3):333-343. 1970.
25. ROEMER, M. J. Familiarum naturalium regni vegetabilis synopsis monographicae, 1. Wimariae, Hesper. 137, 1846. (Original no consultado, citado en Smith, Jr, C. E. A revision of Cedrela (Meliaceae). Fieldiana: Botany 29(5):298. 1960.
26. ROSS, P. Teak plantations in Trinidad. Ecology 42(2):387-398. 1961.

27. SMITH, Jr., C. E. A revision of *Cedrela* (Meliaceae). *Fieldiana Botany* 29(5):295-341. 1960.
28. SONI, R. C. The role and economics of eucalyptus hybrid (*Mysore zum Syn. E. tereticornis*) plantations in Uttar, Pradesh. *Indian Forester* 95(7):455-460. 1969.
29. STREETS, R. J. *Exotic trees in the British Commonwealth*. Oxford, Clarendon Press, 1962. pp. 223-224.
30. TOUMEY, J. W. y KORSTIAN, C. F. *Seeding and planting in the practices of forestry*. 3rd. ed. New York, Wiley, 1942. 520 p.
31. WORTHINGTON, T. B. *Ceylon trees*. Colombo, The Colombo Apothecaries, 1959. 429 p.

A P E N D I C E S

APENDICE 2.



Figura 6.

Plantas y maleza en competencia, deshier-
bandose y después del deshierbe.