

Análisis de 12 plantaciones de *Toona ciliata* en Turrialba, Costa Rica*

—AUGUSTO OTAROLA**, JACOB L. WHITMORE**, RODOLFO SALAZAR***

ABSTRACT

Twelve plantations of Toona ciliata, ranging from two to seven years of age, were studied in an effort to re-evaluate the potential of this species for industrial forest tree plantations in Turrialba, Costa Rica. Branching, wood quality, coppicing, site sensitivity and growth were the principal aspects studied.

The conclusions reached indicate that, with certain reservations, Toona ciliata var. australis could become an important exotic cabinet wood species for a plantation program in Turrialba and similar areas. The growth rate is excellent on optimum sites, at least through the fourth year. Toona is not too site specific, although site quality certainly affects growth. The occurrence and effect of branches can be controlled silviculturally. Phytosanitary problems are not yet an important factor in Turrialba. Thinning results in fast-growing well-formed coppice shoots. The wood of fast-grown stems seven years old or less is of very light density, but wood of older stems, it is speculated, would perhaps be of satisfactory quality. — The authors.

Introducción

DURANTE los últimos diez años se ha puesto mucho interés en *Toona ciliata* M. Roem, para plantaciones forestales en América Tropical y Subtropical y otros lugares donde esta especie no es nativa (1, 10). Esto se debe principalmente a:

1. Problemas silviculturales con la plantación de *Cedrela* spp.,
2. Problemas entomológicos causados por el barrenador *Hypsipyla grandella* Zeller, que afecta muchas especies americanas de la familia Meliaceae, incluyendo *Cedrela* spp.,

3. La supuesta semejanza entre *Toona* y *Cedrela* en calidad de madera, por ejemplo, debido a parentesco muy cercano (*Toona* antes fue clasificada taxonómicamente como parte del género *Cedrela*),
4. El éxito de *Toona ciliata* por su rápido crecimiento y resistencia al barrenador.

Se sabe que *Toona ciliata* tiene varias ventajas. Crece muy rápidamente bajo condiciones óptimas. No es tan exigente en cuanto a sitio como *Cedrela odorata* L. Puede crecer con mucha rapidez aún bajo fuerte sombra, aunque el tallo se tuerce buscando la luz que deja pasar la copa de los árboles. Entonces serviría muy bien para plantaciones de enriquecimiento en bosques donde la copa de los árboles deja pasar los rayos solares (3, 15).

Se sabe que *T. ciliata* tiene muy pocos problemas fitosanitarios en Turrialba hasta ahora, y que es tóxico al barrenador *Hypsipyla grandella* (6, 7). Sin embargo, aunque no sufre una de las consecuencias del ataque, que es la ramificación en la copa en árboles jóvenes, adolece de la presencia de muchas ramas. Plantaciones de 2-7 años de edad en Turrialba, y de 5-8 en Hawaii

* Recibido para la publicación el 6 de octubre de 1975

** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Dirección actual del Ing. Otárola; Jefe Programa Forestal de Cajamarca. Dirección General Forestal y de Fauna Lima, Perú.

*** Co-Director, Proyecto de FAO Diversificación Agrícola Turrialba, Costa Rica

presentan ramas a lo largo de los tallos aún sin ser atacadas, lo que no ocurre con *Cedrela* sin ataque. Hay conflictos de opinión sobre la necesidad de poda (3, 11, 14)

Otros problemas con insectos y enfermedades se han encontrado (4, 13, 15), pero son aparentemente de poca importancia en Turrialba hasta ahora.

También hay conflictos de opinión sobre la adaptabilidad, o plasticidad de la especie. Un informe (8) indicó que *T. ciliata* crece bien sobre "una gran variedad de sitios". Pero, Párraga (11) encontró un crecimiento pobre en las colinas y mejor en las partes planas. La especie aparentemente requiere suelos fértiles y bien drenados, de preferencia en las bajuras. Se adapta bien a suelos calcáreos y no tolera la presencia de arcilla compactada o arena de poca fertilidad (3).

Walters y Wick (14) informaron sobre un aspecto muy positivo de *Toona* y es su tendencia a rebrotar al ser cortada. Estos rebrotes son vigorosos y rectos en plantaciones hawaianas.

En cuanto a calidad de madera, hay poca información, especialmente sobre árboles que han crecido muy rápidamente. Record y Hess (12) consideraban las maderas de *Cedrela* y *Toona* sin diferencias importantes, o sea iguales en color, olor, resistencia a insectos y hongos, anatomía y utilidad. Quiere decir que *T. ciliata* tiene una calidad de madera muy alta. Pero se supone que esta conclusión estuvo basada en muestras de maderas de bosque natural. Hace falta demostrar que las plantaciones de muy rápido crecimiento arrojen también madera de calidad deseada.

Además, las conclusiones de los cuatro informes principales sobre *T. ciliata* en la región de Turrialba (4, 5, 8, 11) fueron basados en el análisis de plantaciones muy jóvenes (menos de 2 años). Es necesario pues, examinar nuevamente el comportamiento de *T. ciliata* en Turrialba, usando árboles de más edad.

El propósito de este estudio es re-evaluar la importancia de *Toona ciliata* como especie forestal para plantación en zonas húmedas bajas tropicales como Turrialba, y resolver en lo posible algunas dudas o preguntas que existen. Específicamente:

1. ¿Qué importancia tiene la ramificación en *Toona ciliata*?
2. ¿Qué peso específico tiene la madera en árboles de esta especie de crecimiento muy rápido?
3. ¿Sobre cuáles sitios puede crecer *T. ciliata* con buen comportamiento?
4. ¿Con qué rapidez crecen los rebrotes de *T. ciliata*?
5. Dadas las ventajas y desventajas, ¿qué futuro tiene esta especie para plantaciones en zonas semejantes a la región de Turrialba?

Métodos

Durante los últimos 8 años, *Toona ciliata* ha sido sembrada en varios lotes experimentales a escala piloto,

en el Cantón de Turrialba*. Antes de 1967 esta especie no fue sembrada en la región de estudio (7). Para evaluar la potencialidad de esta especie se analizaron, en enero y febrero de 1975, doce plantaciones que representan una variedad de sitios. Las mejores plantaciones de esta especie en Turrialba están incluidas en estas doce, pero también por lo menos cuatro de las doce son de crecimiento pobre. Las doce incluyen 1 de dos años, 7 de cuatro años, y 4 de siete años de edad, haciendo un total de 540 árboles. La razón principal de escoger estas 12 plantaciones fue la de disponibilidad de datos: cada una tiene un registro completo de fecha de siembra, variedad y tratamientos.

Las tres plantaciones de Florencia Sur de 4 años de edad son las únicas de *T. ciliata* var. *ciliata*. Representan tres maneras distintas de preparar el sitio anterior a la siembra: quemada (quemar la vegetación), franjas (rozar líneas para sembrar dentro de ellas) y ruedas (rozar solo un pequeño círculo para sembrar un árbol dentro del círculo). Las demás plantaciones estudiadas representan *T. ciliata* var. *australis* (F v M) CDC, sembradas en forma convencional.

Algunas de las plantaciones han sido raleadas. Se sabe que los árboles jóvenes de *T. ciliata* rebrotan muy rápidamente después de ser cortados; el presente informe incluye también datos acerca de rebrotes.

El trabajo de campo ha consistido en mediciones de altura, DAP, número y grosor de ramas y supervivencia. También se trató de evaluar calidad de sitio a través de caracteres físicos del suelo. La calidad de sitio se determinó empleando el penetrómetro, el cual da un estimado cuantitativo de la condición física del suelo.

La calidad de madera de *T. ciliata* var. *australis* se determinó a través del peso específico de seis de los árboles más grandes (3 de cuatro años, 3 de siete años de edad, 3 muestras de cada árbol). La calidad de madera está muy relacionada con el peso específico, el cual se determinó con un barrenó y el peso seco/volumen verde. La comparación se hizo con el peso específico de *Cedrela odorata* y con resultados del Laboratorio de Maderas.

La medida del número de ramas se estratificó entre los primeros tres metros a partir del nivel del suelo y los siguientes tres metros del tallo. Los datos sobre DAP y ramas no fueron medidos en la plantación de San Juan Sur, pues su corta edad (2 años) imposibilita cuantificarla. Es de anotar que en la plantación de San Juan Sur existe una gran diferencia entre los árboles sembrados en la colina, y aquéllos que fueron sembrados en la parte baja. Para nuestro estudio sólo se midieron los árboles de la parte baja: los de la colina crecieron muy poco, razón por la cual no se hicieron mediciones.

Resultados y discusión

En plantaciones de 7 años de edad, el promedio más bajo de altura fue de 9,65 m (Puente Cajón). El crecimiento medio anual de altura se estima como 1,39 m/

* Aproximadamente 600 m de altitud, 2600 mm de lluvia anual y 22°C de temperatura: bosque muy húmedo premontano según Holdridge.

año Puente Cajón tiene condiciones de drenaje imperfecto que pueden ser la causa de este crecimiento lento. El promedio más alto fue de 14,24 m (Florencia Sur), un incremento medio anual de 2,03 m/año, valor que como se aprecia es considerablemente superior al anterior sitio (Cuadro 1).

En cuanto a DAP, el estimado más bajo fue de 12,45 cm que representa un crecimiento medio anual de 1,78 cm/año y pertenece al rodal de la localidad de Atirro. El promedio más alto se ha conseguido en la parcela de Florencia Sur con un valor de 15,34 cm. Esto representa un incremento medio anual de 2,19 cm/año, valor que definitivamente es mejor que la plantación de Atirro, demostrando con ello un buen desarrollo inicial de su diámetro (Cuadro 1).

En general la evolución de las parcelas estudiadas en cuanto a diámetro y altura es muy variable, encontrándose desde lotes con desarrollo poco deseable hasta lotes con desarrollo satisfactorio para los 7 años de edad.

Las plantaciones de 4 años de edad también muestran gran variabilidad en altura y DAP, incluyendo las mejores plantaciones según el análisis. El valor promedio de altura más bajo ha correspondido a la localidad de Florencia Sur, en donde la parcela fue establecida bajo el sistema de preparación del terreno con "quemada"

y es de 6,72 m de altura para los 4 años de edad, que representa una tasa de crecimiento de 1,68 m/año. En cambio el promedio más elevado se ha conseguido en el lote de la localidad de Oriente con 15,14 m que representa un incremento medio anual de 3,29 m/año, como se aprecia, es vigoroso y superior a las demás parcelas estudiadas (Cuadro 1).

El diámetro promedio más bajo fue de 7,41 cm (1,86 cm/año) y corresponde a la parcela de Florencia Sur, sembrada bajo el sistema de "ruedas". El promedio diamétrico más elevado se ha juzgado la del vivero de Diversificación Agrícola con 26,5 cm, que representa un crecimiento medio anual de 5,86 a 7,41 cm/año, valor que está significativamente por encima de lo que se esperaba. Parece ser que este desarrollo vigoroso ha tenido relación con el raleo intensivo y con el excelente suelo del rodal (Cuadro 1).

Estratificando por edad y variedad (Cuadro 2), estos datos se ven más claramente. Entre las plantaciones de 4 años de edad, las de *Toona ciliata* var. *ciliata* son las peores. Esto indica una posible mala adaptabilidad de esta variedad, aunque no es justa la comparación por la variación del factor sitio, y por la falta de una prueba replicada con las dos variedades como tratamientos.

Cuadro 1.—Características del crecimiento de *Toona ciliata* en parcelas de ensayo en la región de Turrialba, Costa Rica. Promedio y error estándar de la media de algunos estimados de la población entera. Medidos en enero y febrero de 1975.

Sitio	Variedad	Edad (años)	Altura (m)	DAP (cm)	Nº Ramas* (0-3 m)	Nº Ramas** (3-6 m)	Grosor ramas (cm)	Nº árboles
Atirro	<i>australis</i>	7	11,02 ± 0,38	12,45 ± 0,56	4,20 ± 0,86	4,35 ± 0,33	2,14 ± 0,09	68
Atirro (1)	<i>australis</i>	4	10,89 ± 0,22	13,30 ± 0,35	2,00 ± 1,00	5,86 ± 0,58	2,17 ± 0,10	50
Atirro (3)	<i>australis</i>	4	9,29 ± 0,32	9,34 ± 0,32	2,94 ± 0,50	5,61 ± 0,43	2,22 ± 0,09	50
Bajo Reventazón	<i>australis</i>	7	12,91 ± 1,26	12,50 ± 1,33	5,66 ± 2,90	8,50 ± 1,45	2,16 ± 0,30	6
Florencia Sur (Franjas)	<i>ciliata</i>	4	7,86 ± 0,46	7,69 ± 0,54	9,72 ± 0,88	9,33 ± 0,74	1,86 ± 0,09	36
Florencia Sur (Quemada)	<i>ciliata</i>	4	6,72 ± 0,29	9,66 ± 0,44	7,67 ± 0,72	10,43 ± 0,64	2,71 ± 0,10	58
Florencia Sur (Ruedas)	<i>ciliata</i>	4	6,98 ± 0,41	7,41 ± 0,49	8,54 ± 0,98	6,42 ± 0,11	2,24 ± 0,13	39
Florencia Sur	<i>australis</i>	7	14,24 ± 0,49	15,34 ± 0,85	5,00 ± 0,55	3,76 ± 0,35	3,25 ± 0,26	43
Oriente	<i>australis</i>	4*	15,14 ± 0,47	19,83 ± 0,69	6,73 ± 0,71	6,95 ± 0,56	3,66 ± 0,14	48
Puente Cajón	<i>australis</i>	7	9,65 ± 0,25	13,49 ± 0,46	2,11 ± 0,38	6,34 ± 0,66	2,64 ± 0,14	60
San Juan Sur	<i>australis</i>	2	2,76 ± 0,49	—	—	—	—	72
Vivero Diversificación	<i>australis</i>	4	11,85 ± 0,53	26,55 ± 1,37	2,42 ± 0,68	10,80 ± 0,85	3,25 ± 0,30	10

* 4,6 años

** Promedio de árboles con ramas: en los once sitios con ramas medidas, sólo 5 por ciento no tenían ramas en los primeros seis metros del tallo.

Cuadro 2—Resumen de los doce sitios por variedad y edad de *Toona ciliata*.

Variedad	Edad (años)	Promedio altura (m)	Promedio DAP (cm)	Nº de árboles
<i>australis</i> (1 sitio)	2	2,76	—	72
<i>australis</i> (4 sitios)	4	11,74	14,87	158
<i>ciliata</i> (3 sitios)	4	7,10	8,17	133
<i>australis</i> (4 sitios)	7	11,40	13,51	177

Es de gran interés notar que algunas de las plantaciones de 4 años de edad son mayores en altura y DAP que las de 7 años. Se encontró que los árboles más altos corresponden al rodal de Oriente, y los de mayor DAP son los del vivero de Diversificación Agrícola, dos de las plantaciones de 4 años. ¿Podría esto indicar que después de 4 ó 5 años *Toona ciliata* var. *australis* crece más lentamente? Es probable que el sitio sea el factor principal. La falta de datos de mediciones anuales y la variación del factor sitio, no nos permite un conocimiento cabal de nuestras apreciaciones. Es importante continuar con la observación de estas doce plantaciones con mediciones anuales durante los próximos 3 años para poder contestar mejor esta pregunta. Por el momento, se puede concluir que el crecimiento sobre buenos sitios es satisfactorio por lo menos hasta los 4 primeros años.

El número, grosor y persistencia de ramas parece ser un factor importante que afectaría la calidad de los productos. La presencia de ramas en los primeros 3 m del tallo (Cuadro 1) en árboles hasta 20 m ó más de altura, indica una falta de poda natural y la necesidad de poda artificial temprana (Fig 1). Generalmente, el tallo principal se mantiene recto a pesar de esta ramificación.

No se observó ningún ataque por insectos u hongos de importancia, con la excepción de un tipo de muerte regresiva ("dieback") en los peores sitios (Fig 2).

Las plantaciones que fueron raleadas mostraron una tendencia vigorosa a rebrotar. La edad promedio de altura y DAP de los rebrotes de tres de estas 12 plantaciones se presentan en el Cuadro 3. Diversificación Agrícola de Turrialba ha cosechado rebrotes de 18 meses de edad con la finalidad de usar como puntales para el cultivo de banano, aunque la madera sea muy débil para este uso. También se encontró que al cortar los rebrotes, segundos rebrotes crecen vigorosamente (Fig 3), aunque muchos de ellos no rebrotan por segunda vez (Cuadro 3).

El peso específico de algunos de los mejores (más grandes) árboles de estas 12 plantaciones resultó ser entre 0,24 - 0,34 (4 años) y 0,32 - 0,37 (7 años). Un análisis más detallado en el Laboratorio de Maderas del

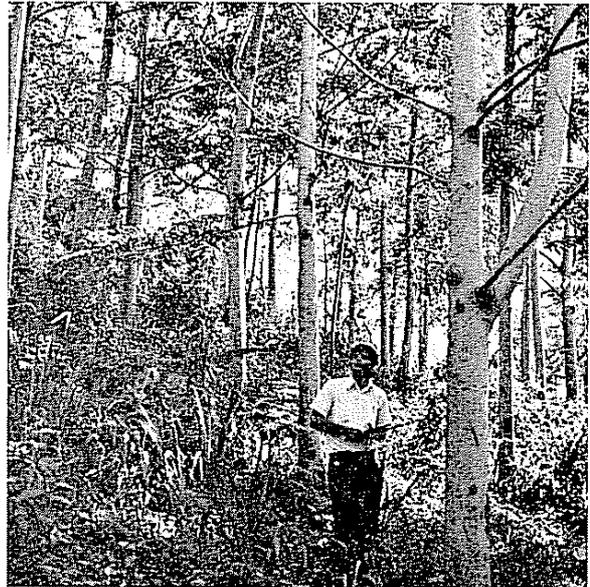


Fig 1—Rodal de *T. ciliata* var. *australis* de 4 años de edad, en la localidad de Oriente. Estos árboles, muy bien establecidos sobre un sitio óptimo, debieron haber sido podados durante el segundo año.

CATIE dio 0,261 como el peso específico de árboles de 4 años del vivero de Diversificación Agrícola. *Cedrela odorata* de bosque nativo tiene un peso específico de más o menos 0,45 (9). El cambio entre 4 y 7 años es prometedor: es probable que una rotación de 15 - 20

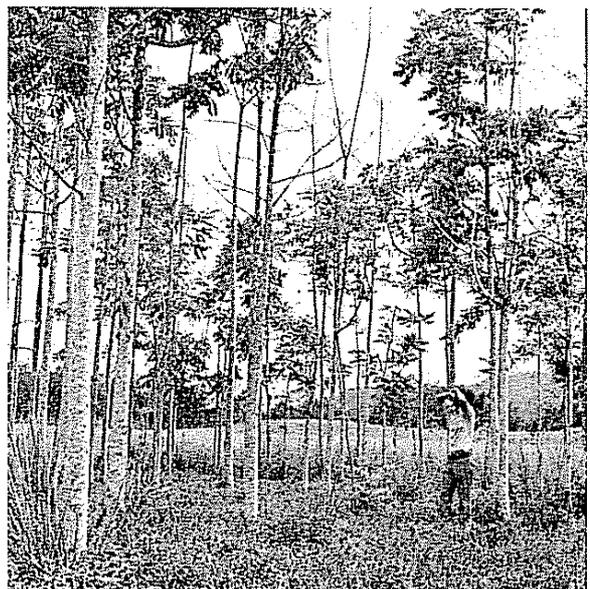


Fig 2—Rodal de *T. ciliata* var. *australis* de 7 años de edad en la localidad de Puente Cajón, en suelo con drenaje imperfecto. Los árboles crecieron bien en los 3 a 4 primeros años, pero actualmente sufren por la muerte regresiva.

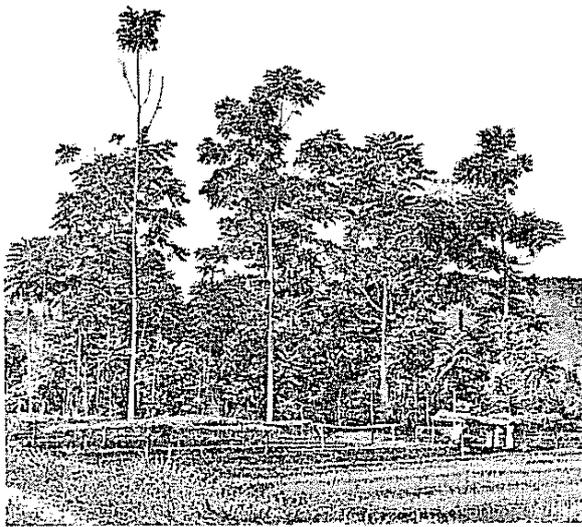


Fig 3.—Rodal de *T. ciliata* var. *australis* de 4 años de edad en el vivero de Diversificación Agrícola. El suelo es de excelente calidad. El rodal ha sido raleado dos veces, con rebrotes vigorosos como resultado.

años daría madera más cerca al 0,15 lo cual sería muy satisfactorio. *Toona* de 22 años de edad en Hawaii tuvo un peso específico de 0,35 - 0,40 (16).

De los datos se ve que *T. ciliata* varía mucho de un sitio a otro, pero por lo general la comparación es favorable frente a datos de Hawaii y de Africa (Cuadro 4). Esta variación podría ser debida al factor suelo. Pero el análisis de factores físicos de los suelos en cada sitio con el penetrómetro dio resultados inconclusos en cuanto a variaciones entre sitios en Turrialba.

Cuadro 3.—Edad y promedio de altura de rebrotes de *Toona ciliata* var. *australis* en Puente Cajón (suelo pobre) y en el vivero de Diversificación Agrícola (suelo óptimo)

Sitio	Edad*	Promedio altura (m)	% Árboles cortados que no rebrotaron
Puente Cajón	57	1,34	0,0
Vivero de Diversificación Agrícola			
(Primeros rebrotes)	18	6,09	1,13
(Segundos rebrotes)	9	3,24	15,71
Atirro	17	6,66	0,0

* Desde el raleo: en meses.

Cuadro 4.—Crecimiento en altura (m) y diámetro (cm) en Turrialba comparado con Hawaii y Africa (2, 3).

Sitio	Años de edad	Altura	DAP	Nº de árboles	
Africa*	2	3	4	—	
	3	5	7	—	
	6	10	17	—	
	9	14	25	—	
	15	22	40	—	
Hawaii**	1	1	—	411	
	3	4	—	302	
	4	5	—	307	
Turrialba**					
	San Juan Sur	2	3	—	72
	Oriente	4	15	20	18
	Atirro	4	11	13	50
	Florencia Sur	7	14	15	13
	Bajo Reventazón	7	13	12	6

* *Toona ciliata*, edad desde la germinación, comportamiento esperado bajo condiciones óptimas

** *Toona ciliata* var. *australis*, edad desde la plantación en el campo, comportamiento actual

Conclusiones

Sobre sitios óptimos, *T. ciliata* var. *australis* crece con excelente rapidez y forma; su desventaja parece ser la tendencia de ramificación. Las ramas no afectan la rectitud del tallo principal, y pueden ser eliminadas con poda artificial. Esta variedad tiene una plasticidad amplia, aparentemente más que *T. ciliata* var. *ciliata* y mucho más que *Cedrela odorata*, en cuanto a sensibilidad al factor sitio. Sobre sitios medianos, el crecimiento de la variedad *australis* es aceptable. En sitios pobres de nutrimentos o drenaje, el árbol no crece, o tiene problemas de muerte regresiva después de un buen crecimiento inicial.

Se determinó que las plantaciones de 7 años no superan en tamaño a las de 4; en consecuencia es preciso examinar la causa. No se sabe con seguridad si fue debido al factor sitio (el más probable) o a una baja tasa de crecimiento después del cuarto año causado por factores también desconocidos.

Hasta ahora no se han detectado problemas fitosanitarios con *Toona* en la región de Turrialba, excepto la muerte regresiva para los peores sitios.

Al ser raleado un rodal, los árboles restantes crecen con más vigor y los cortados rebrotan fuertemente. Los rebrotes crecen muy bien, aún en la sombra de árboles más grandes mientras haya luz vertical.

La madera de árboles de 4 y 7 años, bajo condiciones óptimas de rápido crecimiento, es muy liviana. Para la mayoría de usos, *Toona* no debe ser cosechada antes de los 15 o quizás 20 años.

El factor sitio merece más estudio. Por ahora nos limitamos a concluir que un suelo rico y bien drenado puede ser el sitio óptimo para *Toona ciliata* var. *australis* aunque se trata de una especie plástica, no muy exigente.

Con estos resultados, la variedad *australis* debe continuar en la lista de especies prometedoras para la región de Turrialba y áreas de condiciones semejantes. Sin embargo, no se puede recomendar plantación en gran escala sin más investigaciones.

Literatura citada

- 1 CARLSON, N. K. Honaunau forest. *American Forests* 66(4):16-19, 53, 55, 58. 1960.
- 2 ———, y BRYAN, L. W. The Honaunau forest: an appraisal after seven years of planting. *Journal of Forestry* 61(9):543-647. 1963.
- 3 *Cedrela odorata* Linné et *Toona ciliata* M. Roem. Caractères sylvicoles et méthodes de plantation. *Bois et Forêts des Tropiques*. N° 81:29-34. 1962.
- 4 GRIJPMAN, P. y RAMALHO, R. *Toona* spp., posibles alternativas para el problema del barrenador *Hypsipyla grandella* de las Meliaceas en América Latina. *Turrialba* 19(4):531-547. 1969.
- 5 ———. Immunity of *Toona ciliata* M. Roem. var. *australis* (F. v. M.) CDC and *Khaya ivorensis* A. Chev. to attacks of *Hypsipyla grandella* (Zeller) in Turrialba, Costa Rica. *Turrialba* 20(1):85-93. 1970.
- 6 GRIJPMAN, P. y GARA, R. I. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller). II. Host preference of the larva. *Turrialba* 20(2):241-247. 1970.
- 7 ———, y ROBERTS, S. C. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lep. Pyralidae). XXVII. Biological and chemical screening for the basis of resistance of *Toona ciliata* M. J. Roem. var. *australis*. *Turrialba* 25(2):152-159. 1975.
- 8 INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS. Un proyecto de plantaciones industriales para Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, IICA. 1970. 24 p. (Mimeografiado).
- 9 LONGWOOD, F. R. Puerto Rico woods: their machining, seasoning and related characteristics. USDA-Forest Service. *Agricultural Handbook* N° 205. 1961. 98 p.
- 10 MANGIERI, H. R. Una nueva especie forestal de gran valor maderero para Argentina: *Toona ciliata* var. *australis*. *Revista Forestal Argentina* 16(3-4):130-132. 1972.
- 11 PARRAGA ALIAGA, R. Costo de establecimiento de plantaciones con *Toona ciliata* M. Roem. en Turrialba, bajo tres métodos de preparación de sitio. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1972. 65 p.
- 12 RECORD, S. J. and HESS, R. W. *Timbers of the new world*. Yale University Press, 1947. p. 640.
- 13 SEGURA, C. BAZAN DE. Diseases of forest nurseries and plantations of Turrialba. Report to the Food and Agricultural Organization, Rome. 11 p. + appendices. s.d.
- 14 WALTERS, G. A. y WICK, H. L. Coppicing to convert cull Australian toon, tropical ash, to acceptable trees. USDA-Forest Service Research Note PSW-278. 1973.
- 15 WHITMORE, J. I. y MEDINA GAUD, S. White peach scale attack on toon in Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 58(2):276-278. 1974.
- 16 YOUNGS, R. L. Physical, mechanical and other properties of five Hawaiian woods. USDA-Forest Service FPL Report N° 2191, 1960. 19 p. + 6 tables.