

EVALUACION DE LA CALIDAD DE PLANTACIONES DE CIPRES (*Cupressus lusitanica*) EN EL VALLE DE EL GUARCO, CARTAGO, COSTA RICA¹

Luis Fernando Murillo *

Xinia Hernández *

Olman Murillo ^{2/}**

ABSTRACT

Cypress (*Cupressus lusitanica*) plantation quality evaluation in the Guarco Valley, Cartago, Costa Rica. Based on 5 plantations of Cypress, 8 to 20 year old, at El Guarco Valley, in Cartago, Costa Rica, a complete timber potential analysis was performed, and a timber quality index developed for this tree species in this region. Qualitative (stem straightness, branch angles, spiral grain presence, and forking) and quantitative variables (form factor for the first log, stem form, cork thickness and dbh variation coefficient) were used. The utility of each variable is extensively discussed and the respective recommendations are proposed. The variables stem straightness, forking and dbh coefficient of variation, proved very useful in these analyses. The methodology also allows to distinguish between genetic and management causes of the plantation quality observed. Finally, the timber quality values for this tree species in this region of Costa Rica, as well as their proper interpretation and usage, are presented.

INTRODUCCION

La evaluación de plantaciones forestales es un reto hoy en día en la actividad de reforestación de Costa Rica. La tasa anual de establecimiento de plantaciones ha alcanzado un ritmo y magnitud considerables. Sin embargo, es necesario iniciar la evaluación de los logros. En la actividad de evaluación, como parte final de un proceso de planificación y de desarrollo, es precisamente donde se pueden encontrar los errores cometidos. Uno de

los principios fundamentales del establecimiento y manejo de plantaciones industriales forestales es la producción de productos madereros de la mejor calidad. El control de calidad para plantaciones forestales con fines industriales contempla el proceso de valoración de la masa forestal que permita identificar si ésta logrará cumplir con los objetivos de producción para la que fue establecida (Murillo, 1991).

Los parámetros de evaluación de la calidad de plantaciones forestales permiten predecir a una edad temprana si una plantación logrará cumplir con los objetivos de producción y, de esta manera, tomar las decisiones de manejo correspondientes. También permite estimar los volúmenes de materia prima de una u otra calidad que se podrían obtener durante el desarrollo de la plantación, la cual está determinada por las condiciones ambientales, el manejo que haya tenido, y la calidad genética del material plántula utilizado para la plantación (Murillo y Camacho, 1992).

1/ Recibido para publicación el 22 de marzo de 1994.

2/ Autor para correspondencia.

* Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales. Universidad de Costa Rica.

** Departamento de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. San José, Costa Rica. Dirección actual: Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Universität Göttingen, Büsgenweg 2, D-37077 Göttingen, Alemania.

El Ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) es la especie forestal de mayor utilización en la reforestación de zonas altas del país, esencialmente entre los 1000 y 2500 msnm. Su aceptación como madera ha ido creciendo en el mercado nacional, por lo que constituye una opción muy promisoriosa para el desarrollo de reforestación con fines industriales dentro y fuera del país. Actualmente en el país se cuenta con más de 2000 ha reforestadas con esta especie, y una tasa anual de siembra de aproximadamente 200 ha. En el Valle de El Guarco, Cartago, se cuenta ya con cerca de 350 ha establecidas (Sánchez, 1990), y una tasa anual de siembra de aproximadamente 50 ha.

El conocimiento científico sobre el cultivo y manejo de esta especie forestal ha crecido sustancialmente en los últimos años (Alfaro, 1983; Chaves y Fonseca, 1991; Obando, 1992), por lo que se considera que se tendrá pronto disponible un paquete tecnológico completo.

Con los datos presentados en este trabajo, se suministra información base, que permitirá contar con puntos de referencia para caracterizar la calidad de plantaciones de ciprés en la región de Cartago. Además, se espera reforzar el conocimiento sobre la especie en mención, y contribuir al desarrollo de métodos prácticos de campo para la evaluación y control de calidad de plantaciones forestales.

METODOLOGIA

En la región del Valle de El Guarco, localizada al sur de la ciudad de Cartago, se seleccionaron al azar 4 plantaciones de ciprés, cuyas edades fueran mayores a 8 años de establecidas, y entre 1 y 3 ha de tamaño (Cuadro 1). Se incluyó además en la muestra una quinta plantación, seleccionada previamente como Rodal Semillero y que presenta

el mayor número de árboles con buenas características fenotípicas de toda la región (Quirós, 1988).

En cada una de las plantaciones se establecieron al azar al menos 2 parcelas circulares de 10 m de radio (314 m² de área), utilizando un árbol como centro de parcela, con lo que se obtuvo una intensidad de muestreo que osciló entre 3% y 7% del área total de la plantación. Dentro de las parcelas, a cada uno de los árboles incluidos se les realizó la medición del diámetro basal (a 10 cm del suelo), el diámetro a la altura del pecho (dap=dbh, 1,3 m), diámetro a 3,5 m de altura, y la altura total en metros. Los diámetros fueron medidos con cinta en cm, el dap fue medido con forcípula en 2 caras perpendiculares del fuste, con el fin de determinar luego la achatadura del fuste o desviación de la figura de un círculo, y la altura total fue medida con ayuda de una Haga.

El grosor de la corteza (en mm) se determinó con el uso del cortímetro en al menos 4 caras del fuste, a la altura del dap y en forma aleatoria. La rectitud del fuste se calificó con base en la metodología propuesta por Merayo y Murillo (1990), basada en las 3 primeras trozas del árbol. También se evaluó la presencia o ausencia de grano en espiral en el fuste, bifurcaciones del eje principal, presencia de aletones o gambas, inclinación del fuste con respecto a un eje vertical, y el ángulo de inserción de las ramas en el fuste con base en el método utilizado por Quirós (1988) en ciprés.

Los datos de cada una de las variables evaluadas fueron extrapolados a 1 ha, y se determinó en cada plantación el número de individuos presentes para cada una de las clases de rectitud, clases de ángulo de ramas, presencia o ausencia de bifurcaciones y grano en espiral.

Con la información de cada una de las 5 plantaciones, se procedió a determinar el valor medio ponderado de cada variable o atributo, para

Cuadro 1. Plantaciones de ciprés (*Cupressus lusitanica*) del Valle de El Guarco utilizadas en el estudio.

Plantación	Ubicación	No. de árboles/ha	Tamaño (ha)
1. Rodal Semillero	Coris	643	1
2. Guayabal	La Pitahaya	844	1
3. Tejar	San Isidro, Tejar	607	3
4. Tablón	Tablón, Quebradilla	1118	3
5. Colpachí	Quebradilla	1082	2

la región de El Guarco, Cartago, para esta especie. Así también se determinó el coeficiente de variación observado en las variables continuas evaluadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para un mejor análisis de los resultados, se presenta a continuación la información en forma separada por variables cuantitativas y cualitativas.

Variables cualitativas

Rectitud de los árboles. Los datos del Cuadro 2 evidencian que las plantaciones El Rodal Semillero, Guayabal y Tablón, son las que presentaron el mayor número de árboles con 2 ó 3 trozas aprovechables para aserrío (R2 y R3). Debe tenerse presente que una plantación forestal promedio, al final del turno de crecimiento y después de una serie de intervenciones intermedias (raleos), se le deben cosechar no menos de 200 a 300 árboles/ha. Basándose en este comportamiento general, las plantaciones Tejar y Colpachí claramente no podrán cumplir con los objetivos con los que fueron establecidas, por encontrarse con niveles de producción de madera aserrable por debajo de los niveles mínimos requeridos. Estos resultados encontrados en las plantaciones de poca producción podrían haberse producido por el uso de semilla de mala calidad; y la alta presencia de árboles de las clases de rectitud 0 y 1 (R0 y R1) en plantaciones con más de 5 años de edad podría señalar problemas de mal manejo, ya que estos individuos debieron ser eliminados en el primer raleo.

Se tiene entonces que el criterio número de árboles/ha con 3 trozas aserrables (R3) puede ser utilizado como parámetro para determinar la calidad de una plantación existente en la región de El Guarco. Como era de esperar, la plantación Rodal Semillero presentó el mayor número de árboles por ha de la mejor calidad (R3), con más del doble del valor promedio para la región. Ello permite esperar que con su semilla se logre mejorar sustancialmente ese carácter en las plantaciones de ciprés de esta región del país.

La característica principal a considerar en la evaluación de la calidad de una plantación para aserrío es sin duda el número de árboles por hectárea de las clases de rectitud 2 y 3 (R2 y R3). Sin embargo, existen otros factores a tomar en cuenta como los mostrados en el Cuadro 3.

Grano en espiral. Uno de los más importantes es el grano, fibra o hilo en espiral. El árbol puede tener una excelente rectitud en su fuste, pero puede presentar su hilo o fibras en espiral. Es vital hacer hincapié en esa característica particular, ya que la mayoría de los técnicos forestales lo ignoran y no lo aprecian en los muestreos de campo. Una troza con grano en espiral implica muy serios problemas de aserrío, ya que los cortes longitudinales obtenidos (tablas) muy difícilmente podrán mantener su estabilidad dimensional y rápidamente tenderán a torcerse en forma severa, convirtiéndose por tanto en productos no aserrables.

Para el ejemplo del ciprés en esta región del país, se observa que se encuentran en promedio 262 individuos/ha con esta característica (Cuadro 3), lo que equivale a decir que este defecto está

Cuadro 2. Características de rectitud de los árboles de 5 plantaciones de ciprés (*Cupressus lusitanica*) del Valle de El Guarco, Cartago, Costa Rica, expresadas como número de árboles con diferentes número de trozas rectas de 2,5 m.

Plantación	N total	N R3	N R2	N R1	N R0
1. Rodal Semillero	643	188	188	151	116
2. Guayabal	844	48	289	289	95
3. Tejar	607	23	109	200	275
4. Tablón	1118	171	198	99	650
5. Colpachí	1082	40	10	153	939
Promedio Ponderado	—	86	176	172	482

R0= árboles con cero trozas rectas

R1= árboles con la primera troza recta

R2= árboles con las dos primeras trozas rectas

R3= árboles con las tres primeras trozas rectas (de un largo de 2,5 m)

Cuadro 3. Características cualitativas de 5 plantaciones de ciprés (*Cupressus lusitanica*) del Valle de El Guarco, Cartago, Costa Rica.

Plantación	N Total	N Grano	N Gambas	N Inclina- dos	N Bifurcados	N Ramas espiral	
						<45	>45
1. Rodal Semillero	643	287	287	285	10	167	476
2. Guayabal	844	700	843	77	32	524	320
3. Tejar	607	287	561	136	32	365	242
4. Tablón	1118	159	944	78	0	45	1073
5. Colpachí	1082	0	773	897	19	955	127
Promedio ponderado		262	690	328	15	432	479

presente con una frecuencia aproximada de 30% en la plantaciones de ciprés del Valle de El Guarco.

En trabajos con pinos se ha encontrado que este caracter es altamente heredable (h^2 superiores al 0,4, Zobel y van Buijtenen, 1989), lo cual significa que debe incluirse como uno de los criterios básicos en los programas semilleros. De lo contrario, debido a este carácter, 30% de la madera en pie continuará siendo no aserrable. El Rodal Semillero cuenta con 287 árboles/ha con este defecto, o sea 25 árboles más que el promedio regional, lo que significa que ese caracter no fue incluido como un criterio de selección o eliminación de los árboles para establecer el Rodal Semillero. Esta plantación, sin embargo, mantiene en pie más de 600 individuos/ha, por lo que fácilmente se puede aún ejercer una selección estricta en contra de ese carácter indeseable.

Por último, la plantación de Guayabal presenta más de 700 individuos de un total de 844 (83%) con esta característica, lo cual implica que la misma no podrá cumplir con los objetivos de producción de madera para aserrío. La plantación de Colpachí no presenta ni un solo árbol con estas características. La posible explicación de este hecho podría radicar en que tradicionalmente el uso de especies de semilla pequeña y de producción muy abundante por árbol, como es el caso del ciprés, ha permitido que muchos viveros realicen toda su producción anual con base en semilla obtenida de un solo árbol. Por lo tanto, muchas plantaciones pequeñas de ciprés en el país han proveniendo de un solo árbol madre, obteniéndose una muy alta reducción de la variabilidad genética. En este caso pudo ser posible que toda la semilla proviniera de un árbol madre dominante y de buenas características con respecto a este caracter, y que se transmitiera a toda su descendencia.

Gambas. Otro de los defectos importantes en ciprés es la presencia de gambas o aletones en la base del árbol. Este defecto reduce enormemente la aprovechabilidad de la primera troza, la cual es sin duda la más valiosa por sus dimensiones y densidad de la madera. La frecuencia de este carácter en la población es severamente alta y se aproxima a 80%, por lo tanto urge incluir este carácter en los programas semilleros locales. El Rodal Semillero presenta 44,5% de sus árboles con este problema, sin embargo es la plantación con la menor incidencia de ese defecto importante. La plantación de Tablón presenta 85% de sus árboles con este defecto. Si se considera que esta variable reduce en aproximadamente 10-15% el potencial aserrable de un árbol, rápidamente se puede estimar el impacto económico de la misma.

Inclinación. La inclinación del árbol con respecto a un eje invisible vertical y perpendicular al terreno es una variable que se considera importante de incluir en la evaluación de plantaciones. Un árbol inclinado, proporcionalmente, producirá más volumen de madera de tensiones o fuerzas opuestas muy intensas, que se han producido por dentro del árbol para poder mantenerse en esa posición. Esta madera, al igual que el grano en espiral, no es aserrable fácilmente. En especial, durante o después del proceso de secado, las piezas se tuercen severamente, se rajan o pierden su estabilidad dimensional.

Aparentemente, este defecto se presenta principalmente debido a una mala siembra de los arbolitos al establecer la plantación, o a que estuvieron demasiado tiempo en la bolsa en el vivero y su raíz principal se enrolló. También se presenta en plantaciones severamente expuestas al viento y en terrenos con fuertes pendientes. Este defecto es

de muy fácil medición y se presenta en promedio en 38% en la población, lo cual refleja el impacto económico de incluirlo en la evaluación temprana de plantaciones con ciprés. Plantaciones como la de Colpachí son severamente azotadas por el viento y quizá nunca se tomaron las precauciones del caso, ya que 82% de sus árboles presentan este defecto y por tanto no podrán cumplir con objetivos de producción de madera para aserrío.

Bifurcación. La presencia de árboles bifurcados representa un problema cuya severidad depende de donde ocurra este defecto a lo largo del fuste. No será de igual importancia un árbol bifurcado en su primera troza, que después de sus 5 primeras trozas rectas y sanas. Sin embargo es importante notar que prácticamente su presencia es nula en la población (2%), por lo que su impacto no es de importancia económica para el ciprés en esta región del país.

La madera que produce un árbol bifurcado en esas secciones es de muy difícil o nula posibilidad de aserrío, por lo que en algunas especies es vital su inclusión en programas semilleros. El Rodal Semillero ya ha eliminado totalmente la presencia de estos individuos de la plantación, por lo que es de esperarse una eliminación casi total de este carácter en las futuras plantaciones de ciprés en la zona, siempre y cuando se utilice esta semilla como fuente de germoplasma.

Angulo de inserción de las ramas. La característica ángulo de inserción de las ramas en el fuste se ha considerado importante de incluir en programas de evaluación. La rama ocasiona un nudo, cuyo tamaño depende del ángulo y grosor de la rama que se inserta. Esta es una variable de

fácil medición y comúnmente con una alta heredabilidad en especies forestales. Las plantaciones Tablón y Rodal Semillero presentaron la mayor proporción de árboles con ramas en ángulo de más de 45 grados o deseables (96 y 74%, respectivamente). Esto se puede explicar por el probable origen de la semilla utilizada, proveniente de un solo árbol madre con buenas características, en cuanto al ángulo de inserción de las ramas se refiere. Por el contrario, la plantación de Colpachí mostró los valores más altos de número de árboles con ángulos de ramas indeseables (88% de árboles con ramas en ángulo de 45 grados. Los árboles que producen madera de primera calidad son aquellos que no presentan nudos o muy pequeños y poco frecuentes. Por lo tanto, una pronta reducción de estos individuos indeseables del Rodal Semillero, tendrá su efecto inmediato en la calidad de las futuras plantaciones al utilizarse esta semilla.

Variables cuantitativas

El Cuadro 4 muestra la información de las variables cuantitativas y sus respectivas estimaciones dasométricas (volumen, área basal y otros). Los valores de volumen y área basal aparecen con la única finalidad de mostrar las condiciones y características de las plantaciones, en las cuales se realizaron las demás observaciones de campo, como la achatadura, conicidad y dap.

Conicidad. La conicidad de la primera troza no muestra diferencias importantes entre las distintas plantaciones evaluadas. Plantaciones como Tejar, con una densidad de 607 árboles/ha y un dap medio de 29 cm, presenta menor o igual

Cuadro 4. Características de conicidad, achatadura y diámetro (dhp) de plantaciones de ciprés (*Cupressus lusitanica*), en el Valle de El Guarco, Cartago.

Plantación	N Total	Conicidad	CV (%)	Achatadura	CV (%)	DBH	CV
1. Rodal Semillero	643	0,74	6,14	0,92	6,5	18,19	9,23
2. Guayabal	844	0,72	5,86	0,93	5,44	21,24	15,15
3. Tejar	607	0,75	9,73	0,94	5,02	29,59	28,84
4. Tablón	1118	0,75	6,33	0,93	5,65	17,41	24,38
5. Colpachí	1082	0,71	7,21	0,93	7,35	16,68	19,95
Promedio ponderado		0,73	6,89	0,93	6,11	19,55	19,35

conicidad en su primer troza (0,75) que la plantación de Colpachí (0,71) y 16,7 cm respectivamente. Obviamente, el espaciamiento inicial efectivo, durante los primeros 5-10 años de la plantación, es quizás el factor de mayor incidencia en la conicidad final del árbol. El coeficiente de variación para esta variable se muestra por debajo del 10% y con diferencias muy pequeñas entre plantaciones, por lo que es evidente que esta variable no contribuye a discernir sobre la calidad de las plantaciones estudiadas.

Achatadura. En forma similar, la variable achatadura del fuste a la altura del dap, no muestra diferencias entre las plantaciones, y presenta un coeficiente de variación menor al 8%. Por esta razón, no se puede asociar con diferencias en manejo del rodal, origen de la semilla, edad, densidad de la plantación y otros. Y por lo tanto, no contribuye como variable en un posible índice de calidad de plantaciones de esta especie, en esta región del país.

Diámetro a la altura del pecho (dap o dbh). La variable dap sí muestra información de interés, ya que no sólo es la más importante en la determinación de aclareos, sino que presenta un posible indicador de calidad, cual es su coeficiente de variación (CV). El Rodal Semillero es una plantación bajo un buen programa de manejo forestal y presenta un coeficiente de variación del dap menor al 10%. Como contraste, una plantación con una muy baja asistencia técnica (Tablón) presenta un CV del dap de más del 24%. Por su parte, la plantación de Tejar obtuvo el CV del dap más alto (mayor al 28%), debido a que se utilizó espaciamientos muy amplios al inicio (5 m X 5 m en sistemas de franjas de luz) por lo que el árbol fue estimulado a crecer en forma acelerada y poco uniforme.

En una plantación con un CV del dap mayor al 10%, será más difícil tomar decisiones de manejo, pues tanto la aplicación de las técnicas de muestreo (se requerirán mayor número de parcelas para lograr estimaciones e inferencias confiables), como la aplicación de cualquiera de los índices de aclareos utilizados serán menos confiables. Así también se afectará la planificación y ejecución del aprovechamiento de los productos de aclareos y cosecha final. Una plantación con un CV del dap muy alto implica que, en un mismo sitio, a una misma edad, se podrían encontrar individuos

con dap de 15 cm y otros con dap de 30 y 40 cm. Este tipo de situaciones refleja una plantación donde no se han realizado intervenciones o aclareos oportunos. Conforme crecen los árboles se incrementa el nivel de competencia por nutrientes, luz y agua dentro de la plantación. Poco a poco van quedando árboles suprimidos por los mas fuertes (dominantes y codominantes), quienes van a experimentar una tasa de crecimiento en diámetro mucho menor. Por tanto, esta variable refleja claramente el estado de manejo o abandono de una plantación forestal. Inclusive se podría tener una idea del período de abandono en que ha estado, pues existirá una relación directamente proporcional entre el aumento de la competencia al no disminuir el número de individuos por ha y el incremento de la heterogeneidad en diámetros dentro de la plantación. Con base en estos criterios se proponen 3 categorías de calidad con base en el CV del dap, como sigue:

1. Plantación homogénea (CV menor al 10%)
2. Plantación semihomogénea (CV entre 10 y 20%)
3. Plantación heterogénea (CV mayor al 20%)

Es necesario continuar con el desarrollo de este tipo de estudios, los cuales permitirán afinar las metodologías de campo, para poder evaluar la calidad de las plantaciones forestales.

Es evidente que uno de los principales problemas de calidad en las actuales plantaciones está explicado por el uso no controlado de semillas y plántulas para la reforestación. Sin embargo, la forma adecuada para decidir el estado de calidad de las plantaciones es utilizando en forma integral todas las variables descritas. Los valores obtenidos en este trabajo (valores promedio por variable) servirán de punto de referencia para la comparación con otras plantaciones de ciprés en esta región del país. Así se podrá tener una buena idea de si una plantación de ciprés está por debajo del promedio de su región, variable por variable, y tomar las decisiones correspondientes.

Es importante recalcar que el Rodal Semillero es sin duda la plantación de ciprés de mayor calidad en la región de El Guarco de Cartago. Su elección como fuente semillera fue bien acertada y la semilla que produzca mejorará sustancialmente la calidad de la reforestación con esta especie en esta región.

La metodología se basa en variables cualitativas (discretas) y algunas pocas cuantitativas, lo cual permite realizar comparaciones objetivas entre diferentes plantaciones, y a su vez refleja indirectamente el valor de la madera en pie. Las metodologías basadas únicamente en variables cuantitativas de crecimiento, comúnmente afrontan el problema de la dificultad de poder comparar plantaciones de diferente edad, densidad y condiciones de sitio.

RESUMEN

Se realizó un análisis completo de la calidad para producción de madera para aserrío del Valle de El Guarco, Cartago a través del estudio de 5 plantaciones de Ciprés (*Cupressus lusitanica*) de 8 a 20 años de edad. Se midieron y analizaron variables cualitativas (rectitud de fuste, ángulo de ramas, presencia de grano en espiral, presencia de gambas y bifurcaciones) y variables cuantitativas (factor de forma de la primera troza, factor de achatadura, grosor de corteza y coeficiente de variación del dap). Se discute extensivamente sobre la idoneidad de cada una de las variables utilizadas, y se formulan las recomendaciones pertinentes. Las variables, rectitud del fuste, presencia de bifurcaciones y coeficiente de variación del dap, mostraron ser de gran utilidad en el análisis de la calidad de una plantación. La metodología de evaluación permite también separar las causas de origen genético de las del manejo o asistencia técnica, en la calidad de una plantación. Finalmente, se presentan los criterios generales de calidad para plantaciones de ciprés en el Valle de El Guarco, así como las recomendaciones para su correcta interpretación y uso.

LITERATURA CITADA

- ALFARO, M. 1983. Relación entre factores edáficos e índice de sitio para *Cupressus lusitanica* Mill en El Valle Central, Costa Rica. Tesis Lic. en Ciencias Forestales. Universidad Nacional. Escuela de Ciencias Ambientales. p. 111.
- CHAVES, E.; FONSECA, W. 1991. Ciprés. Serie Técnica Informe No. 168. CATIE. Turrialba, Costa Rica. p. 70.
- MERAYO, O.; MURILLO, O. 1990. Establecimiento de rodales semilleros de *Tectona grandis* y *Pochota quinatum* en la Península de Nicoya, Guanacaste. Informe Técnico. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Ing. Forestal. Cartago, Costa Rica. sp.
- MURILLO, O. 1991. Metodología para el control de calidad de plantaciones forestales. Tecnología en Marcha 11(1):19-30.
- MURILLO, O.; CAMACHO, P. 1992. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales. En Resúmenes. II Congreso Forestal Nacional. Noviembre 1992. San José, Costa Rica. 40-42 p.
- OBANDO, G. 1992. Modelos matemáticos para estimar el volumen aserrable en pie de raleos de plantaciones jóvenes de Ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.). En Resúmenes. II Congreso Forestal Nacional. Noviembre 1992, San José, Costa Rica. 202-204 p.
- QUIROS, R. 1988. Selección de rodales semilleros de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.). Tesis Lic. en Ciencias Forestales. Heredia, Costa Rica. Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Ambientales. p. 76.
- SANCHEZ, M. 1990. Evaluación cuantitativa y cualitativa de plantaciones de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) para el manejo en el Valle del Guarco, Cartago. Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Depto. de Ing. Forestal. p. 73.
- ZOBEL, B.; VAN BUIJTENEN, J.P. 1989. Wood Variation. Its Causes and Control. Springer-Verlag. Berlin, RFA. 363 p.