

Crecimiento inicial de una plantación mixta de *Quercus*, *Cornus*, *Alnus* y *Cupressus* en Costa Rica

Adelaida Chaverri, Edwin Zúñiga & Anael Fuentes
Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica

(Recibido 31-I-1996. Corregido 4-V-1996. Aceptado 2-X-1996)

Abstract: The growth of an eleven year old, mixed plantation of four native tree species (*Quercus seemannii*, *Q. pilarius*, *Cornus disciflora* and *Alnus acuminata*) and an exotic species (*Cupressus lusitanica*) was studied in San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica. *C. lusitanica* had the largest diameter (23.46 cm), and *A. acuminata*, the greatest height (22.08 m). *Q. pilarius* had the lowest diameter growth rate (0.52 cm/yr), *C. lusitanica* showed the highest diameter growth rate (2.13 cm/yr) while *C. disciflora* had a medium growth rate (1.28 cm/yr). The best architectural qualities were seen in *A. acuminata* and *C. lusitanica*, followed by *C. disciflora*. Growth and architectural data show that light intolerant species *A. acuminata* and *C. lusitanica* grow well in mixed plantations. Slower growing oaks, known as tolerant species, need more light. Thinning operations around or before age seven are recommended, especially to improve growth of *Quercus* species.

Key words: Tree growth, tropics, montane forest zone, mixed plantation, native forest species, *Quercus*, *Cornus*, *Alnus*, *Cupressus*, Costa Rica.

Debido a la acelerada deforestación que ha experimentado el país en los últimos veinte años, ha habido un interés en revertir parte de las tierras de pastos a bosques, por medio del establecimiento de plantaciones. Los incentivos forestales, establecidos por el gobierno central, y aplicados principalmente a especies exóticas (como melina, teca y eucalipto), han estimulado parcialmente la reforestación, especialmente en tierras de baja.

En tierras de altitud intermedia, solamente las especies de jaúl (*Alnus acuminata* HBK.) y ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.), son elegibles para los incentivos forestales. Sin embargo, algunos propietarios de fincas han establecido plantaciones con otras especies nativas de altura, con el fin de reforestar con ellas, eventualmente en forma comercial. En el presente documento se presentan los resultados del crecimiento inicial en diámetro y altura de

una plantación mixta, ubicada en San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica, compuesta por cuatro especies nativas: el encino (*Quercus seemannii* Liebmann), el roble (*Quercus pilarius* Trel.), el lloró (*Cornus disciflora* D. C.) y el jaúl, y una especie exótica, el ciprés.

Un mayor número de especies nativas podrían tener un potencial para la producción de madera (Chaverri *et al.* 1985). Entre las especies autóctonas de altura que han sobresalido por su uso maderable, se destacan el jaúl (Rojas *et al.* s.f.) y el lloró (Torres *et al.* 1992, Chaverri *et al.* 1995). Sin embargo, hace falta mayor conocimiento acerca del manejo en vivero y plantaciones de otras especies nativas.

Q. seemannii es común entre 1 400 y 2 400 m (Burger 1977) en las zonas de vida (Holdridge 1967) del bosque muy húmedo y pluvial del montano bajo y montano (Obs. autor principal). *Q. pilarius* se desarrolla entre

los 1 000 y 1 800 m de altitud (Burger 1977) en las zonas de vida de bosque muy húmedo y pluvial del premontano y montano bajo. *C. disciflora* se encuentra entre los 1 800 y los 2 500 m de altitud, sobre suelos de origen aluvial o volcánico (Torres *et al.* 1992). Es una especie con gran potencialidad económica, debido a la calidad de su madera (Torres *et al.* 1992), su crecimiento rápido y su buena regeneración natural (obs. pers. A. Chaverri). En condiciones de vivero, su semilla presenta latencia física debido a la dureza de su endocarpo (Torres *et al.* 1992, Chaverri *et al.* 1995). La distribución altitudinal óptima de *A. acuminata* se fija entre 1 400 y 2 500 m (Chavarría y Valerio 1993); crece en campo abierto y a orillas de quebradas. Los usos de su madera son muy variados (leña, cajonería, plataformas de zapatos, mangos de herramientas, ataúdes e instrumentos musicales, entre otros) (Rojas *et al.* s.f.). *C. lusitanica*, especie heliófita, tiene una distribución altitudinal natural entre los 2 200 y 3 300 m, en sitios con precipitación media anual entre 1 500 y 2 500 mm (Chaves y Fonseca 1991). Además de su madera, también se utiliza en cortinas rompevientos, y como árbol de Navidad y planta ornamental.

Las plantaciones mixtas son una alternativa importante, por la posibilidad de producir una mayor diversidad de bienes y servicios del bosque. Al crecer juntas varias especies es posible obtener un ecosistema forestal más equilibrado, tanto en cuanto al ambiente físico como al biótico (Fourmier 1994, Montagnini *et al.* 1995).

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio está ubicada en la finca La Esmeralda, en San José de la Montaña, provincia de Heredia, Costa Rica, a una altitud de 1 900 m. Presenta aproximadamente una precipitación media anual de 2 920 mm y una temperatura media anual de 15° C. Los suelos son de textura franco-arenosa, profundos, de buen drenaje, de pedregosidad nula y presentan un porcentaje de materia orgánica que varía entre 6 y 8% (Alfaro 1983). La pendiente se estima en 35%. La zona de vida corresponde al bosque muy húmedo montano bajo.

La plantación mixta fue establecida en

1984, con un distanciamiento de 2.5 m x 2.5 m. El estudio de crecimiento inicial se basó en las mediciones de diámetro y altura realizadas en los años 1991, 1993 y 1995. En el primer año de medición (7 años de edad), se estableció una parcela temporal de 800 m², con un total de 105 individuos (14 *Q. seemannii*, 18 *Q. pilarius*, 26 *C. disciflora*, 15 *A. acuminata*, 15 *C. lusitanica* y 15 *Fraxinus udehi*) (L. Zúñiga, com. pers. 1991). En 1993 (9 años de edad), se instaló una parcela permanente de muestreo (PPM), con un área de 500 m² (15 m x 33.3 m), y con 65 individuos. La parcela contenía 12 *Q. seemannii*, 14 *Q. pilarius*, 28 *C. disciflora*, 3 *A. acuminata* y 6 *C. lusitanica*. Esta misma parcela se midió de nuevo en 1995.

Se midió el diámetro a la altura de pecho (dap) de todos los árboles de la PPM, con cinta diamétrica. En los años 1995, se midió la altura total de todos los individuos; y en 1993, las alturas de los tres árboles con mayor diámetro por especie. Todas las mediciones de altura se realizaron utilizando el clinómetro Suunto.

Se calculó el promedio en diámetro y altura por especie, además del incremento corriente anual (ICA) y el incremento medio anual (IMA) para el promedio de tales variables. Estos dos incrementos fueron calculados por medio de las siguientes fórmulas:

$$ICA = (X_f - X_i)/n$$

donde: X_f = diámetro o altura promedio por especie del año final

X_i = diámetro o altura promedio por especie del año inicial

n = período en años entre el año inicial y el final

$$IMA = (X)/n$$

donde: X = diámetro o altura promedio por especie para cada año

n = edad de la plantación

En 1991 (H. Corrales, com. pers. 1991) y en 1995, se aplicó adicionalmente clasificaciones de los árboles mediante el índice "tendencia del árbol" (Blaser 1984), el cual pretende dar información sobre la vitalidad actual de los árboles, así como de su desarrollo futuro y el valor potencial de su madera (Blaser 1984). Las clasificaciones fueron propuestas originalmente por Dawkins (1958) y Synnott (1979) y considera los siguientes componentes:

1. *Posición de la copa*: Estima la cantidad

CUADRO 3

Índice tendencia del árbol para las cinco especies forestales de altura en una plantación mixta, San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica.

Años	<i>Q. seemannii</i>	<i>Q. pilarius</i>	<i>C. disciflora</i>	<i>A. acuminata</i>	<i>C. lusitanica</i>
1991	333	432	223	111	222
1995	443	534	334	113	232

El IMA en altura presenta la misma tendencia, con la diferencia de que *C. disciflora* también muestra un leve aumento a la edad de 11 años. Sin embargo, en los datos del ICA se puede observar que: a) para las edades de 9 y 11 años, *C. lusitanica* y *C. disciflora* presentan los dos incrementos más altos en diámetro, y b) las especies del género *Quercus* y *A. acuminata* muestran los menores incrementos. En relación con la altura, *C. lusitanica* presenta el mayor valor del ICA para la edad de 11 años de la plantación, con 2.0 m/año, seguido por *A. acuminata*, con 1.84 m/año y *C. disciflora*, con 1.33 m/año. Igualmente en este caso, se observan los incrementos más bajos en altura para las especies del género *Quercus*.

Con respecto a los componentes del índice tendencia del árbol (Fig. 1), *A. acuminata* presenta una mejor posición de captación de luz y una mejor arquitectura de los árboles. Le siguen *C. lusitanica* y *C. disciflora*, en ese orden. En relación con la posición de la copa, todos los individuos de *A. acuminata* muestran una copa completamente libre, mientras que en el caso de *C. lusitanica*, la mayor parte de los individuos reciben luz directa verticalmente, aunque se encontraron individuos con cada una de las diferentes categorías de posición de copa. Se observa para *C. disciflora* una distribución muy cercana a la normal en la posición de copa para ambos años de observación. Sin embargo,

la mayoría de los individuos de las dos especies del género *Quercus* presentan copas parcial o totalmente cubiertas por otras copas. La cantidad de individuos con copas cubiertas aumenta con el tiempo, de 1991 a 1995, en el caso de estas tres últimas especies.

En relación a la forma de la copa (Fig. 1), de nuevo, *A. acuminata* muestra la mejor arquitectura. El comportamiento de *C. lusitanica* y de *C. disciflora* es muy similar, en relación con las formas de copa, con una predominancia de copas de forma buena. *Q. pilarius* y *Q. seemannii* presentan predominantemente copas de forma tolerante.

En relación a la calidad del fuste (Fig. 1), durante el período 1991-1995 *C. lusitanica* mantiene los mejores fustes, rectos y cilíndricos, de todos los árboles. *A. acuminata* muestra relativamente buenos fustes, mientras que en ese mismo período se refleja una tendencia hacia fustes más irregulares y menos rectos en *C. disciflora* y *Q. pilarius*.

El Cuadro 3 muestra en resumen los índices tendencia del árbol, mostrados como vectores, de las cinco especies para los años 1991 y 1995. Se observa que la tendencia del árbol permaneció constante y de buena calidad para las especies *C. lusitanica* y *A. acuminata*, mientras que para las dos especies de *Quercus* y para *C. disciflora* desmejoró.

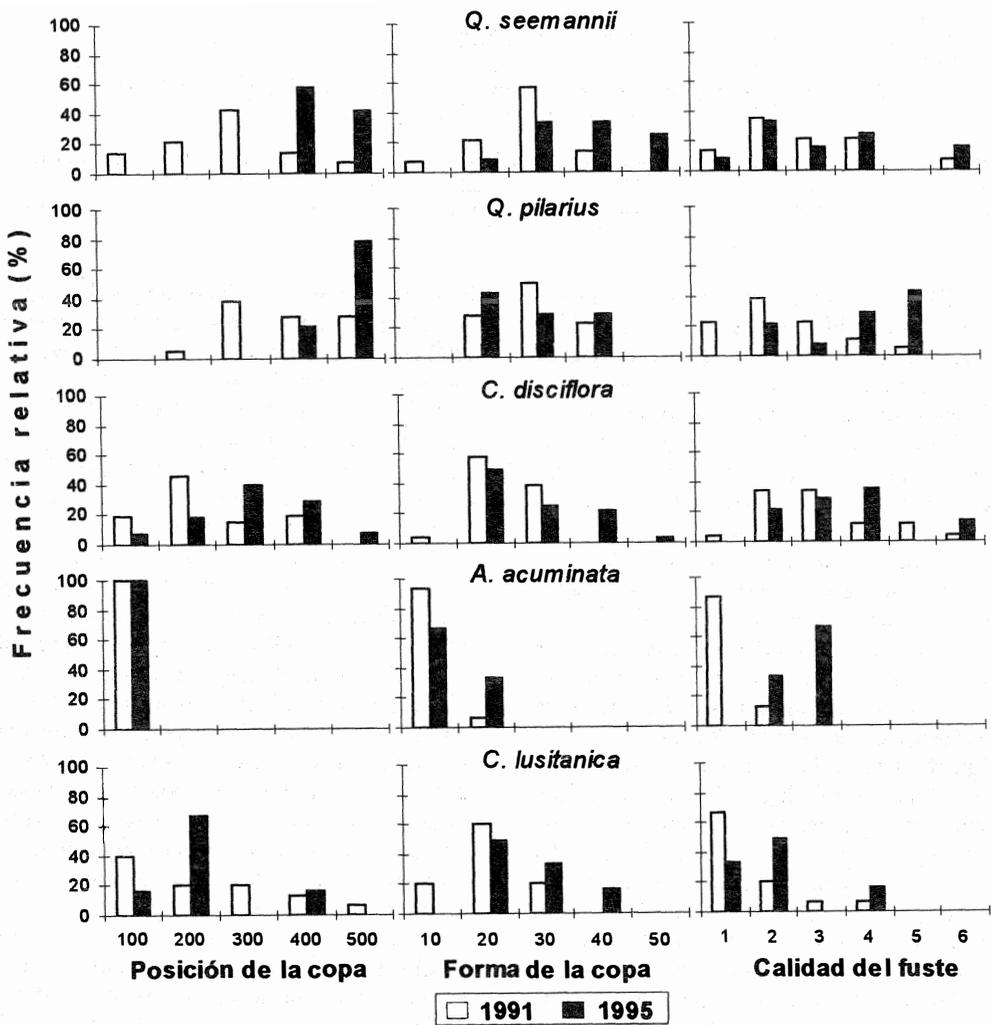


Fig. 1. Tendencia del árbol para cinco especies forestales de altura en una plantación mixta, San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica.

DISCUSIÓN

De los datos anteriores se puede observar que hay una desigualdad pronunciada en el crecimiento en diámetro y altura de las diferentes especies de la plantación. El ciprés y el jaúl presentaron los mejores crecimientos tanto en diámetro como en altura. Sin embargo, el lloró, especie nativa relativamente poco conocida, presentó buen crecimiento. El roble y el encino, por otra parte, mostraron un crecimiento muy bajo, comparado con las

demás especies. Este comportamiento era algo predecible, ya que las tres primeras especies se conocen como de rápido o mediano crecimiento, mientras que el encino y el roble son de crecimiento más lento. Esto da como resultado maderas de consistencia más dura en estas dos últimas especies.

Los datos de crecimiento para el ciprés en las plantaciones en Centroamérica muestran un promedio de 1 m por año en altura y entre 0.65 y 1.4 cm por año en dap (Chaves y Fonseca 1991). En lo que respecta al jaúl se han

obtenido incrementos medios anuales para Costa Rica de 1 a 2 m por año en altura y de 1.5 cm a 2.5 cm por año en diámetro en plantaciones mayores a diez años (Chavarría y Valerio 1993). Las dos especies presentaron en la plantación mixta un crecimiento igual o superior a lo informado por la literatura. El ciprés presentó un incremento medio anual de 1.6 m por año en altura y de 2.1 cm por año en diámetro en el último año de medición (1995). El incremento medio anual para el jaúl en este mismo año fue de 2.0 m por año en altura y 1.9 cm por año en diámetro. Por tanto, las condiciones del sitio son adecuadas para ambas especies, y el crecimiento no se vio afectado por la mezcla de especies. Se carece de datos para las otras tres especies.

El desarrollo de las cinco especies, en especial del encino y el roble se pudo haber mejorado, si el espaciamiento de siembra que se utilizó (2.5 m x 2.5 m) hubiese sido mayor, o si se hubiese aplicado un manejo adecuado de la masa forestal. Lo anterior está corroborado por el índice tendencia del árbol, que señala un desmejoramiento gradual de la copa y de la calidad del fuste del año 1991 al año 1995, posiblemente debido a la ausencia de suficiente luz para el adecuado desarrollo de los individuos. Si se desea mantener una mezcla regular de las diferentes especies, se debe considerar el número de individuos por especie. En 1995 *C. disciflora* representa el 43.1% de los individuos mientras que *C. lusitanica* y *A. acuminata* apenas el 8.1% y 4.6%, respectivamente, lo cual sugiere que la aplicación de un raleo en la PPM está en función de disminuir la densidad de individuos de *C. disciflora*.

El análisis del índice tendencia del árbol permite relacionar el crecimiento en diámetro y altura de un individuo con su captación de luz directa, estimada según la posición de su copa, y su desarrollo, considerado en la forma de la copa y la calidad de su fuste. Por tanto, permite investigar indirectamente acerca del temperamento de la especie. Así, *A. acuminata*, que presentó las copas más expuestas a la luz, mostró las mejores copas y fue una de las dos especies con mejores fustes. Se trata de una especie heliófita. *C. lusitanica*, también en condición de suficiente luz, mostró formas de copa y calidad de fuste relativamente buenos. La competencia entre especies tuvo como

resultado que murieran algunas ramas inferiores y medias de algunos árboles de ciprés, lo cual demuestra su temperamento heliófita.

En el otro extremo, la tendencia de *Q. seemannii* y en menor grado, en *Q. pilarius*, en mostrar copas de forma pobre a muy pobre con el paso del tiempo, significa que la cantidad de luz que reciben es insuficiente. En general, las especies del género *Quercus* en Costa Rica no son heliófitas, pero requieren de cierto grado de luz o de claros pequeños o medianos en el bosque para mantener un desarrollo adecuado. Los datos del presente estudio parecen corroborar esta tendencia en *Q. seemannii* y *Q. pilarius*. En general, los componentes del índice tendencia del árbol muestran que las dos especies de *Quercus* no crecen bien en esta mezcla de especies y bajo el casi inexistente manejo que se dio a la plantación. *C. disciflora* mostró un comportamiento intermedio entre los dos grupos anteriores de especies.

Lo anterior se resume en los índices tendencia del árbol, representados como promedios por especies y por año (Cuadro 3). Se observa el desmejoramiento en la copa y fuste, unido a una recepción de menor cantidad de luz, experimentado por *C. disciflora* y por las especies de *Quercus*, en especial por *Q. pilarius*. Por otro lado, *A. acuminata* y *C. lusitanica* básicamente mantienen la cantidad de luz recibida y la buena calidad de su copa y de su fuste a través de los años de medición.

Uniendo los diferentes índices obtenidos en este ensayo, tanto cuantitativos (diámetro y altura), como los cualitativos (tendencia del árbol), la especie que mostró mejor crecimiento y desarrollo es el jaúl. Esta especie puede crecer bien en compañía con otras especies como las anteriores. El ciprés, aunque mostró tener un crecimiento adecuado, incluyendo el mejor crecimiento en diámetro, se vio algo afectado por la competencia, lo cual se notó en la forma de la copa y la calidad del fuste de algunos árboles. El lloró presenta, en general, de buena a regular posición de sus copas con respecto a la captación de luz solar directa. Esto se traduce en que algunos de los individuos presentan pésimo fuste o copas muy irregulares y menos densas que lo acostumbrado. La competencia entre especies y la poca cantidad de luz recibida por el roble y el encino dan como resultado un crecimiento posiblemente menor de estas especies, clasificadas como de crecimiento

lento, al igual que una forma irregular de sus copas y fustes bastante deformes. Esto podría mejorarse con raleos tempranos de la plantación, alrededor de los siete años, según coincide con una disminución de las tasas de crecimiento de la mayoría de las especies, o unos años antes. De otra manera, no se recomienda esta mezcla de especies para el crecimiento del roble y del encino.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Hilda Corrales y Luis Zúñiga, quienes elaboraron en 1991 proyectos en el curso de ecología forestal, con datos del crecimiento y la ecología de la plantación mixta; a Jorge Steinvorth, propietario de la finca "La Esmeralda"; y a tres revisores anónimos, sus comentarios al manuscrito.

RESUMEN

Se estudió el crecimiento de una plantación mixta de cuatro especies nativas (*Quercus seemannii*, *Q. pilarius*, *Cornus disciflora* y *Alnus acuminata*) y una especie exótica (*Cupressus lusitanica*), en San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica. *C. lusitanica* mostró los valores más altos en diámetro (23.46 cm); y *A. acuminata*, los mayores valores en altura (22.08 m). *Q. pilarius* mostró la tasa de crecimiento más baja en diámetro (0.52 cm/año) y *C. lusitanica*, la tasa de crecimiento más alta en diámetro (2.13 cm/año), mientras que *C. disciflora* tuvo un crecimiento intermedio (1.28 cm/año). *A. acuminata* y *C. lusitanica* mostraron las mejores características arquitectónicas. Los datos de crecimiento y arquitectura muestran que las especies intolerantes a la sombra, *A. acuminata* y *C. lusitanica* crecen bien en plantaciones mixtas. Las especies de *Quercus*, de crecimiento más lento y conocidos como tolerantes, necesitan de mayor cantidad de luz que la recibida en esta plantación mixta. Se recomienda un raleo inicial alrededor del año siete de la plantación, o antes, especialmente para mejorar el crecimiento de las especies de *Quercus*.

REFERENCIAS

- Alfaro M. M. A. 1983. Relación entre factores edáficos e índice de sitio para *Cupressus lusitanica* (Mill.) en el Valle Central, Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Ciencias Forestales. Universidad Nacional, Heredia. 112 p.
- Blaser, J. 1984. El parámetro "tendencia del árbol", una proposición para clasificar árboles cualitativamente. Chasqui 5-6: 22-25.
- Burger, W. 1977. Fagaceae. In W. Burger (ed.). Flora costaricensis. Fieldiana Bot. 40: 59-82.
- Chavarría E. M. & R. Valerio. 1993. Guía preliminar de parámetros silviculturales para apoyar los proyectos de reforestación en Costa Rica. Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, Dirección General Forestal, San José, Costa Rica. 202 p.
- Chaverri, A. W. Jiménez, R. Miranda & I. Rojas. 1985. Importancia de la investigación forestal en las zonas boscosas de las tierras altas en Costa Rica. IX Congreso Forestal Mundial, México, D. F. 1-10 julio 1985. 16 p.
- Chaverri, A. N. Zamora & E. Zúñiga. 1995. Ensayo de germinación del lloró (*Cornus disciflora* D.C.) en San José de la Montaña, Costa Rica. Ponencia. Simposio internacional sobre Avances en la producción de semillas forestales en América Latina. 16-20 octubre 1995. Managua. 12 p.
- Chaves, E. & W. Fonseca. 1991. Ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.). Colección de Guías Silviculturales. No. 7. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 66 p.
- Dawkins, H. C. 1958. The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Institute Paper No. 34. Oxford, Imperial Forestry Institute, Oxford University, Oxford. 155 p.
- Fournier, L. A. 1994. La actividad forestal en Costa Rica y el desarrollo sostenible. p. 35-57. In J. Monge Nájera (ed.). Desarrollo sostenible. Memoria. EUNED, San José, Costa Rica.
- Holdridge, L.R. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center, San José, Costa Rica. 206 p.
- Montagnini, F. E. Gonzalez & C. Porras. 1995. Mixed and pure forest plantations in the humid neotropics: a comparison of early growth, pest damage and establishment costs. Commonw. For. Rev. 74: 306-314.
- Rojas, F. G. Torres, E. Arnáez & I. Moreira. s.f. Especies forestales tropicales. 1. Jaúl. Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 9 p.
- Torres, G. E. Arnáez, I. Moreira & F. Rojas. 1992. Especies forestales tropicales. 2. Lloró. Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 8 p.
- Synnott, T. J. 1979. A manual of permanent plot procedures for tropical rainforests. Tropical Forestry Papers No. 14. Oxford University, Oxford. 67 p.