



Adaptabilidad de diferentes especies forestales en pastizales degradados en las tierras bajas del Atlántico de Costa Rica

Rebecca Butterfield

Eugenio González

RESUMEN

Entre 1987 y 1990 se estableció un ensayo de adaptabilidad con 84 especies forestales en cuatro sitios de pastos abandonados en la Estación Biológica La Selva, en Sarapiquí, Costa Rica. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con un árbol por parcela replicado 24 veces por sitio. A los tres años, se analizó sobrevivencia, forma y el crecimiento. Las especies más promisorias para futuras investigaciones a esta edad en orden descendente y de acuerdo con el volumen medio (dm³) por árbol fueron: balsa (*Ochroma pyramidale*) (285), melina (*Gmelina arborea*) (251), terminalia (*Terminalia ivorensis*) (251), acacia (*Acacia mangium*) (211) y chancho (*Vochysia guatemalensis*) (142).

SUMMARY

Adaptability of different species for reforestation in degraded pastures in lower lands of the Atlantic Zone of Costa Rica.

In 1987 in the La Selva Biological Station, in Sarapiquí, Costa Rica, a screening trial was established for 84 forest species to test promising species for reforestation of abandoned pasture land. Through a complete randomized block design with single tree plots, replicated 24 times/site, tree species were tested for survival, growth, and form during three years. At this time, the most promising species for future experimentation by descending order of mean tree volume (dm³) were: balsa (*Ochroma pyramidale*) (285), melina (*Gmelina arborea*) (251), terminalia (*Terminalia ivorensis*) (251), acacia (*Acacia mangium*) (211), chancho (*Vochysia guatemalensis*) (142).

Palabras clave: árboles forestales; especies nativas; pastizales; sistemas silvopastoriles; adaptación; Zona Atlántica; Costa Rica.

La creciente demanda por productos forestales, tanto en los mercados internacionales como nacionales, así como la necesidad de reforestar sitios degradados, han impulsado el establecimiento de plantaciones forestales.

*Más de la mitad de la reforestación para la producción de madera en los trópicos, incluyendo producción de pulpa para papel, madera para aserrío, postes y carbón, está basada en el uso de especies exóticas. Con el apoyo de incentivos fiscales, en la región atlántica norte de Costa Rica se han establecido varias plantaciones desde 1979 utilizando principalmente especies exóticas que han crecido bien en otras regiones del país, como melina (*Gmelina arborea*), deglupta (*Eucalyptus deglupta*) y pino (*Pinus caribaea*); sólo algunas veces se han incluido especies nativas de valor comercial, como pochote (*Bombacopsis quinata*) y laurel (*Cordia alliodora*).*

La Organización para Estudios Tropicales (OET) en colaboración con la Dirección General Forestal (DGF), inició en 1987 el Proyecto de Ensayos Forestales para estudiar la adaptabilidad de diferentes especies forestales en las tierras bajas del Atlántico de Costa Rica. En los ensayos se incluyeron especies exóticas comúnmente plantadas en los trópicos, especies de valor comercial de las tierras húmedas de Costa Rica, y especies nativas poco conocidas que crecen suficientemente rápido para ser potencialmente explotadas para madera. En total, 84 especies fueron evaluadas durante tres años en cuatro sitios diferentes de acuerdo con su sobrevivencia, crecimiento y forma del árbol.

En este artículo se presentan algunos de los resultados de estos ensayos pioneros, con el propósito de mostrar el rango de especies con potencial para reforestación de pastos degradados. Debido a que las especies nativas son frecuentemente descartadas de las plantaciones forestales por los escasos conocimientos sobre el manejo y los requerimientos silviculturales, la meta es seguir estudiando estos aspectos en las especies que mejores resultados mostraron.



Antecedentes

Sitios del estudio

El ensayo se realizó entre 1987 y 1990 en la Estación Biológica La Selva, en Sarapiquí, Costa Rica, localizada en la zona de vida bosque muy húmedo tropical. La Temperatura media anual es de 25°C y la precipitación media anual de 3 991 mm (Hartshorn, 1993).

Se seleccionaron cuatro sitios que presentan diferentes características edafológicas, topográficas y de uso anterior en áreas marginales o degradadas no aptas para usos agrícolas intensivos, pero con potencial para reforestación (Cuadro 1).

Los suelos se caracterizan por tener un pH de 4,8 a 5,0, con una saturación de aluminio entre 47 y 66% y baja capacidad de intercambio catiónico, lo cual refleja su bajo nivel de fertilidad (Butterfield, 1993a). Los ensayos establecidos en los sitios I, II y III fueron plantados a campo abierto, mientras en el sitio IV se mantuvo una parte de la vegetación original (principalmente arbustos) para manejar los ensayos como plantación bajo cubierta. De esta forma, los niveles de luz fueron distintos dentro y entre sitios.

Fuentes semilleras

El personal del Proyecto recolectó semillas de las especies locales y compró semillas o plántulas de las otras especies. La semilla se adquirió en los respectivos bancos de semillas de la DGF, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), y de la ANAI (cuyo germoplasma

proviene de árboles seleccionados por sus técnicos con el fin de proveerlo a reforestadores). Aunque el objetivo fue coleccionar semillas de un mínimo de tres árboles para las especies locales, fue imposible mantener este patrón para todas las especies. Con algunas excepciones, sólo se estudió una procedencia por especie. En vivero, todas las plantas fueron producidas en bolsas plásticas sin que se presentaran mayores problemas.

Métodos

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 24 bloques por sitio y un árbol de cada especie por bloque. El distanciamiento inicial fue de 3 x 3 metros.

Cuadro 1. Características de los sitios seleccionados para el ensayo de adaptabilidad en la Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Costa Rica.

Sitio	Geomorfología	Vegetación	Suelos Orden	Clasificación	Tiempo desde el abandono(años)
I	Aluvial	Pasto	Inceptisol	Fluventic Dystropep	9
II	Pendiente	Arbustos-bosque	Ultisol Typic	Tropohumult	9
III	Pendiente	Pasto	Ultisol Typic	Tropohumult	1
IV	Pendiente	Arbusto-bosque	Ultisol Typic	Tropohumult	9



Los escasos conocimientos sobre manejo y requerimientos silviculturales de las especies nativas ha sido un factor que ha limitado su uso en proyectos de reforestación. En la fotografía plantación a campo abierto, de 18 meses de edad, de *Dypterix panamensis*, *Virola koschnyi* y *Albizia guachepele*. (Foto: E. González).

Las especies plantaron en grupos dependiendo de la disponibilidad de las plántulas en el vivero. De 8 a 12 especies por grupo fueron plantadas a la vez en cuatro sitios. Las plantaciones fueron establecidas al inicio de la época lluviosa de cada año.

La limpieza inicial del sitio se hizo con machete. Pocas semanas antes de iniciar los ensayos, se aplicó herbicida en el área de plantación en un área circular de 1 m de diámetro. Cuando fue necesario, se realizaron chapias manuales en las plantaciones. Posteriormente no se aplicaron fertilizantes o pesticidas,

excepto en el sitio IV donde se eliminó un hormiguero. Solamente se replantaron los árboles muertos en el primer mes de plantación.

Durante los tres años, los árboles fueron medidos cada seis meses. La altura total y el diámetro a la altura del pecho (dap) se midió una vez que la

altura de los árboles fue de 1,30 m o más. Se registró, además, el tipo de los daños presentados y el agente causante. Al finalizar la primera fase, se realizó una estimación de la altura de la troza comercial potencial de los árboles.

Las plantaciones no fueron sometidas a tratamientos silviculturales, debido a que el objetivo de esta investigación fue analizar un gran número de especies, para poder seleccionar algunas para ensayos más específicos. Por otra parte, hubiera sido casi imposible evaluar el efecto de tratamientos silviculturales tomando en cuenta que todas las especies fueron representadas por árboles individuales en cada bloque, repetidos por sitio.

Análisis

Para obtener una idea general del comportamiento de las especies plantadas a campo abierto, se calculó el promedio del dap, altura y volumen por árbol a la edad de tres años agrupando los resultados de los sitios I, II y III, mientras el sitio IV, plantado bajo sombra, se analizó por separado.

El volumen promedio por árbol que refleja la altura comercial, se calculó con base en la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen} = 1,047 (\text{dap})^2 \times \text{altura comercial}$$

Este cálculo no incluye el factor de forma, dado que éste no se ha definido para las especies ensayadas.

El volumen calculado es sólo para efectos de comparación y representa un volumen bruto por árbol para cada especie a dicha edad.

Una explicación detallada de los análisis realizados se encuentra en Butterfield (1995).

Resultados y discusión

En general, la sobrevivencia en el sitio IV fue significativamente menor a la de los otros tres sitios (Cuadro 2). Esto puede ser explicado parcialmente por la mayor frecuencia del daño causado por el ataque de hormigas cortadoras (*Atta* spp) en el sitio donde se plantó bajo sombra. Este daño apareció especialmente en acacia (*Acacia mangium*), deglupta (*Eucalyptus deglupta*), saligna (*Eucalyptus saligna*), balsa (*Ochoroma pyramidale*) y diferentes especies del género *Terminalia*. No obstante, a pesar de este problema en la mayoría de los casos mayor la sobrevivencia fue mayor a 85 por ciento.

Balsa, una especie de copa ancha (de 7 a 8 m), creció excepcionalmente bien en el sitio IV, alcanzando el volumen medio más alto por árbol a los tres años (417 dm³).



Como parte de la investigación se establecieron viveros con las plantas a estudiar. En la fotografía *Vochysia guatemalensis* (chancho), una de las especies que presentó mayor sobrevivencia. (Foto: E. González).

Terminalia (*Terminalia ivorensis*) presentó asimismo un crecimiento sobresaliente y además una forma excepcional. Los árboles que sobrevivieron al ataque de las hormigas crecieron satisfactoriamente, lo que indica la adaptabilidad de la especie a las condiciones de plantación estudiadas. Dada la copa ancha y densa que la caracteriza (de 7 a 9 m de ancho y 7 m de altura) se ha sugerido la necesidad de plantar esta especie a amplios espaciamientos (10 x 5 m, ó 10 x 10 m) (Lamb y Ntima, 1971). En Costa Rica, *terminalia* no ha sido recomendada para la reforestación comercial dado que algunas plantaciones pequeñas han tenido alta



mortalidad debido al ataque del barrenador del tronco (*Cossula* spp.), el cual causa la muerte regresiva (Butterfield y Espinoza, 1995).

Entre las especies con el mayor promedio de volumen por árbol en los sitios plantados a campo abierto, se encuentran melina y deglupta. Melina presentó también el mayor dap medio entre todas las especies ensayadas (22,3 cm), pero el volumen potencial promedio fue drásticamente reducido por la forma sinuosa del tronco. Esta especie también presentó una copa amplia (de 8 a 9 m de ancho), que en condiciones de campo abierto puede conducir a la formación de ramas grandes y gruesas. Eucalipto, por el contrario, mostró muy buena forma y copa pequeña (de 4 a 5 m de ancho); no obstante, tuvo una baja sobrevivencia (63%) com-

parada con melina (80%). Similares tasas de crecimiento han sido observadas en otros sitios de la región para estas especies (Camacho, 1981).

La sobrevivencia de las dos procedencias de acacia fueron afectadas por las hormigas cortadoras. Las procedencias de Malasia y Papúa Nueva Guinea en los sitios expuestos a la luz solar, presentaron un 77 y 83% de sobrevivencia, respectivamente, mientras en el sitio bajo sombra un 62 y 45 por ciento (Cuadro 2). Esta especie ha sido plantada en varios ensayos en Costa Rica, con resultados contradictorios en algunos casos (Mesén, 1990). Por ejemplo, en ensayos anteriores en la Estación Biológica La Selva, acacia presentó rápido crecimiento, pero los árboles fueron prácticamente destruidos por el ataque de las termitas durante los

Cuadro 2. Fuente y sobrevivencia por sitio de 30 especies mejor adaptadas en el ensayo, según sobrevivencia media en la plantación a campo abierto. Estación Biológica a Selva, Sarapiquí, Costa Rica.

Especie	Nombre común	Plantación a campo a campo abierto según sitio				Bajo sombra parcial IV (%)	Procedencia de la semilla
		I (%)	II (%)	III (%)	Media ¹ (%)		
<i>Albizia guachepele</i>	Guayaquil	100	95	100	98(3)	100	Osa, CR
<i>Cordia bicolor</i>	Muñeco	100	91	95	95(9)	91	La Selva, CR
<i>Cordia megalantha</i>	Laurel mastate	87	91	87	88(26)	91	Sarapiquí, CR
<i>Dalbergia retusa</i>	Cocobolo	95	91	95	94(4)	87	Puriscal, CR
<i>Dalbergia tucurensis</i>	Granadillo	833	100	100	94(3)	95	La Selva, CR
<i>Goethalsia meiantha</i>	Guácimo blanco	91	100	87	93(16)	95	Sarapiquí, CR
<i>Ilex skutchii</i>	Siete cueros	87	83	95	88(25)	83	La Selva, CR
<i>Inga coruscans</i>	Guaba colorado	79	100	100	93(19)	91	La Selva, CR
<i>Inga edulis</i>	Guaba chillillo	91	100	100	97(7)	100	Talamanca, CR
<i>Inga longispica</i>	Guaba ron-ron	95	70	100	88(24)	91	La Selva, CR
<i>Inga thibaudiana</i>	Guaba	95	79	100	91(20)	83	La Selva, CR
<i>Jacaranda copaia</i>	Gallinazo	91	75	91	86(30)	87	Sarapiquí, CR
<i>Laetia procera</i>	Manga Larga	100	100	95	98(6)	95	La Selva, CR
<i>Miconia multispicata</i>	Lengua vaca	100	58	100	86(29)	87	La Selva, CR
<i>Nectandra membranacea</i>	Aguacatillo	100	75	95	90(22)	95	La Selva, CR
<i>Pentaclethra macroloba</i>	Gavilán	95	95	91	94(12)	95	La Selva, CR ²
<i>Pinus caribaea</i> var <i>hondurensis</i>	Pino	100	87	100	95(10)	70	Olancho, HO
<i>Pinus tecunumanii</i>	Pino	95	79	100	91(21)	91	Matagalpa, Nic
<i>Pithecellobium elegans</i>	Ajillo	100	91	100	97(8)	95	La Selva, CR
<i>Pithecellobium idiopodum</i>	Cashá	100	100	100	100(1)	95	Talamanca, CR
<i>Pithecellobium macradenium</i>	Arenillo	100	100	100	100(2)	87	Sarapiquí, CR
<i>Pseudobombax septenatum</i>	Ceibo	100	95	91	95(11)	100	Pérez Zeledón, CR
<i>Rollinia microsepala</i>	Anonillo	91	75	100	88(23)	82	La Selva, CR
<i>Sclerolobium guianensis</i>	Tostado	91	91	95	93(18)	83	Sarapiquí, CR
<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	Vainillo	83	95	100	93(17)	87	Sarapiquí, CR
<i>Tabebuia guayacan</i>	Corteza amarilla	100	70	91	87(27)	50	Sarapiquí, CR
<i>Tabebuia rosea</i>	Roble sabana	100	62	100	87(28)	37	Guanacaste, CR
<i>Vochysia ferruginea</i>	Botarrama	100	95	100	98(5)	87	Sarapiquí, CR
<i>Vochysia guatemalensis</i>	Chancho	95	100	100	98(4)	100	Sarapiquí, CR
<i>Zanthoxylum mayanum</i>	Lagarto	100	91	91	94(15)	87	Pérez Zeledón, CR
Media por sitio (para las 84 especies estudiadas)		70	66	79	72	72	
Diferencia mínima significativa		17,8	18,9	17,0	11,4	19	

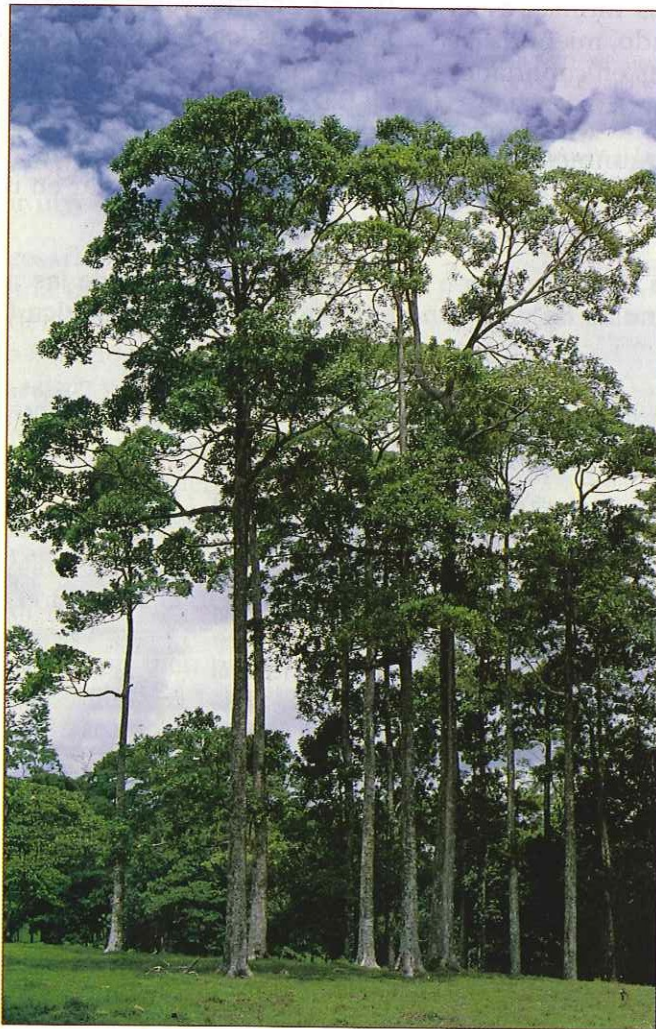
¹ El número en paréntesis después de la sobrevivencia media es la categoría ocupada por la especie cuando se comparó con las 84 especies estudiadas.

² El sitio II es estadísticamente diferente (P < 0,05) de los otros sitios.

primeros cuatro años. En el presente estudio algunos árboles tenían el tallo quebrado, pero el daño por termitas aún no era evidente.

Chanco (*Vochysia guatemalensis*) mostró una excelente sobrevivencia: 98% en los sitios a campo abierto y 100% bajo sombra. Además, tuvo un rápido crecimiento y buena forma, lo que confirma lo reportado anteriormente (Espinoza y Butterfield, 1990; Butterfield y Espinoza, 1995). El alto potencial de crecimiento de esta especie en condiciones de plantación ha estimulado ensayos de procedencias, los cuales en un futuro cercano proporcionarán las bases para el establecimiento de plantaciones forestales extensivas.

En los sitios en campo abierto, Gallinazo (*Jacaranda copaia*) tuvo una sobrevivencia media de 86%, pero una sobrevivencia menor (75%) en el sitio II por causas desconocidas. No obstante, esta especie, mostró rápido crecimiento. Resultados similares han sido reportados en otros ensayos en Costa Rica (Camacho, 1981), así como en otros países (Palmer, 1980), lo que confirma que la adaptabilidad de la especie depende de las condiciones de sitio. Sin embargo, como desventaja se observó que los árboles tienden a bifurcarse después de alcanzar de 6 a 8 m de altura, aunque siempre mantienen una copa pequeña y estrecha.



Vochysia guatemalensis es una especie de rápido crecimiento con un gran potencial para la reforestación. Su madera se usa en carpintería y construcción rural. (Foto: A. Vera).

Guácimo blanco (*Goethalsia meiantha*) presentó un diámetro medio cercano al de *Terminalia ivorensis*, aunque la altura fue muy inferior. De la misma forma el volumen comercial a esta edad se vio altamente reducido, dado el desarrollo de múltiples ejes de crecimiento por abajo del dap (Cuadro 3).

Otra especie que mostró buena adaptabilidad y crecimiento fue vainillo (*Stryphnodendron microstachyum*), lo cual ya había sido previamente observado en otros ensayos (Espinoza y Butterfield, 1990; Butterfield y Espinoza, 1995; Camacho, 1981). No obstante, aunque el

Los resultados de este ensayo deben motivar y estimular a los investigadores a probar el potencial de las especies nativas en otras regiones y bajo diferentes condiciones.

crecimiento diamétrico fue bueno (12,3 cm), el fuste presentó mala forma y una copa muy abierta, lo que redujo considerablemente el volumen estimado. Recientemente se reportó muerte total de esta especie en parcelas experimentales de menos de tres años de edad en la Estación Biológica la Selva. Este daño fue atribuido preliminarmente a una enfermedad fungosa. Dicho riesgo conduce a la necesidad de realizar otros estudios antes de emitir recomendaciones.

Otras especies que potencialmente pueden ser utilizadas en la reforestación y que presentaron un crecimiento aceptable y buena forma fueron: botarrama, roble coral, terminalia, pilón, manga larga (*Laetia procera*), anonillo (*Rollinia microsepala*), arenillo (*Pithecellobium macradenium*), ceibo (*Pseudobombax septenatum*), aguacatillo (*Nectandra membranacea*), saligna y pino (*Pinus caribaea* y *Pinus tecunumanii*).

De estas, botarrama, roble coral y pilón son explotadas comercialmente. Las dos últimas especies tienen buen precio en el mercado, mientras las otras no son actualmente utilizadas en cantidades apreciables por la industria maderera.

Dos especies recomendadas comunmente para la reforestación en Costa Rica que mostraron defi-

cientes resultados bajo condiciones del estudio fueron: teca (*Tectona grandis*) y laurel (*Cordia alliodora*), cuyo volumen promedio (dm³) fue 19 y 6, respectivamente

Conclusiones

Muchas de las especies estudiadas tuvieron buena sobrevivencia y el porcentaje pudo haber sido aún más alto si se hubiera eliminado el ataque de las hormigas cortadoras. Las especies exóticas sufrieron ataques severos por esta plaga, mientras en las nativas los daños fueron menores.

El crecimiento, en términos de dap, altura total y volumen varió mucho entre las especies y entre los sitios, lo cual sugiere una selección muy estricta de la especie a plantar en un determinado sitio,

Cuadro 3. Diámetro medio, altura total y volumen a los tres años de edad de las mejores 30 especies estudiadas, según el índice de volumen estimado. Estación Biológica La Selva, Sarapiquí, Costa Rica

Especie ¹	Nombre común	Plantación a campo abierto				Bajo sombra parcial			
		Sobrevivencia (%)	DAP (cm)	Altura (m)	Volumen (dm ³)	Sobrevivencia (%)	DAP (cm)	Altura (m)	Volumen (dm ³)
<i>Acacia mangium</i> (Malasia)	Acacia	77	16,8	10,3	170,0(5)	62	4,8	5,1	38,9
<i>Acacia mangium</i> (Nueva Guinea)	Acacia	83	18,7	11,2	11,7(4)	45	4,4	5,1	18,6
<i>Albizia guachepele</i>	Guayaquil	98	8,0	6,2	27,7(30)	100	2,2	2,3	2,0
<i>Cordia bicolor</i>	Muñeco	95	11,8	6,1	43,8 (18)	91	5,7	5,0	16,6
<i>Eucalyptus deglupta</i>	Eucalipto	63	9,0	9,6	124,6(7)	45	6,5	9,5	8,6
<i>Eucalyptus saligna</i>	Eucalipto	40	7,6	7,1	72,5(12)	12	1,7	2,2	0,9
<i>Gmelina arborea</i>	Melina	80	22,3	10,0	251,5(3)	62	12,1	7,5	81,5
<i>Goethalsia meiantha</i>	Guácimo blanco	93	12,0	7,6	102,0(10)	95	11,2	8,2	91,6
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Pilón	73	7,5	5,4	36,3(23)	95	7,3	6,6	35,2
<i>Jacaranda copaia</i>	Gallinazo	87	11,9	7,8	113,2(8)	87	12,2	9,7	156,3
<i>Laetia procera</i>	Manga larga	98	6,9	6,5	37,8(21)	95	6,6	7,3	38,9
<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa	55	16,4	11,6	285,0(1)	91	17,3	14,2	417,6
<i>Pinus caribaea</i> var hondurensis	Pino	95	8,6	6,1	48,1(16)	70	4,0	3,9	9,0
<i>Pinus tecunumanii</i>	Pino	91	7,8	6,7	44,0(17)	91	4,5	5,0	16,1
<i>Pithecellobium macradenium</i>	Arenillo	83	8,1	7,4	32,7(27)	87	6,3	6,5	28,2
<i>Pseudobombax septenatum</i>	Ceibo	95	6,3	4,7	63,1(13)	100	4,3	4,1	17,1
<i>Rollinia microsepala</i>	Anonillo	88	7,4	5,7	41,0(19)	82	7,7	6,9	42,1
<i>Sclerolobium guianensis</i>	Tostado	93	7,6	7,3	36,9(22)	83	2,8	3,0	4,0
<i>Simarouba amara</i>	Aceituno	72	6,4	5,8	31,0(29)	91	5,7	6,1	18,7
<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	Vainillo	93	12,3	7,7	92,3(11)	87	8,8	7,1	64,6
<i>Terminalia amazonia</i> (San Vito, CR)	Roble Coral	70	7,1	6,9	38,7(20)	37	1,6	2,2	0,6
<i>Terminalia amazonia</i> (Sarapiquí, CR)	Roble Coral	70	7,1	6,7	35,8(24)	83	1,8	1,8	3,2
<i>Terminalia ivorensis</i> (San Carlos, CR)	Terminalia	51	10,0	6,8	102,2(9)	20	3,2	2,1	4,2
<i>Terminalia ivorensis</i> (Turrialba, CR)	Terminalia	54	13,6	9,5	251,5(2)	12	1,1	1,7	0,2
<i>Terminalia superba</i> (Costa Marfil)	Terminalia	55	7,0	4,6	52,3(15)	12	2,2	3,3	2,4
<i>Terminalia superba</i> (Zaire)	Terminalia	45	5,6	3,5	32,6(28)	4	0,0	0,8	—
<i>Vochysia ferruginea</i>	Botarrama	98	9,4	5,6	55,0(14)	87	5,3	4,6	21,1
<i>Vochysia guatemalensis</i>	Chancho	98	13,5	7,5	142,6(6)	100	7,8	5,7	54,8
Media		70	6,9	5,1	41,3	72	4,8	4,0	27,2
Diferencia mínima significativa 2		17,8	1,5	0,8	32,5	19,4	2,3	1,2	57,1

¹ En paréntesis la procedencia de la semilla (Cuadro 2))

² Ignora el efecto de grupo (P 0,05)

debido a que las especies no responden igual a diferentes condiciones. No obstante, se logró demostrar que hay un gran número de especies con alto valor para el manejo de plantaciones.

Es importante tomar en cuenta, además, que no todas las especies que mejor sobrevivencia tuvieron son las que mejor crecen. Por ejemplo cocobolo (*Dalbergia retusa*), una especie nativa, tuvo buena sobrevivencia tanto bajo sombra como a campo abierto, pero mostró lento crecimiento (dap = 1,7 cm, altura = 1,7 m y volumen = 0,6 dm³). Por otro lado, vale destacar la adaptabilidad de chanco, dado que además de presentar buena sobrevivencia bajo diferentes condiciones estudiadas también mostró buen crecimiento y forma. Además se debería prestar especial atención a terminalia, pues los resultados prometedores exhibidos por esta especie ameritan mayor investigación.

Finalmente, es necesario destacar que los resultados presentados en la mayoría de los casos son sólo para una procedencia de semilla y éstos podrían variar para otras. Incluso, los resultados podrían variar en otros sitios y con otras fuentes semilleras. Para el establecimiento intensivo de plantaciones en la región, sería importante realizar una selección estricta de las fuentes semilleras y manejar más intensivamente las plantaciones.

En esta ocasión, solamente se estudiaron las especies por tres años, por lo que el desarrollo futuro de las mismas se desconoce. Por otra parte las especies que no se adaptaron bien bajo condiciones del presente estudio ameritan nuevas investigaciones, ya que su comportamiento podría resultar mejor en asociación con cultivos en sistemas agroforestales. Es recomendable, además, en una segunda etapa del estudio o de la plantación de la

especie, realizar investigaciones sobre tratamientos silviculturales de acuerdo con los objetivos que se establezcan

Rebecca Butterfield
Associates in Rural Development
110 Main Street, Fourth Floor
P.O. Box 1397
Burlington, VT 05402
E.U.A.
Tel: (802) 658 3890
Fax: (802) 658 4247

Eugenio González
Director Palo Verde
Organización para
Estudios Tropicales (OET)
Apdo. 676-2050, San Pedro
Costa Rica

Literatura citada

- BUTTERFIELD, R.P. 1993a. Tropical timber species in the Atlantic lowlands of Costa Rica and wood variation of two native species. Ph.D. Thesis. Raleigh, N.C., North Carolina State University. 76 p.
- BUTTERFIELD, R.P. 1993b. Forestry in Costa Rica: status, research priorities and the role of La Selva Biological Station. In Mcdade, L.A., Bawa, K.S.; Hespeneide, H.A.; Hartshorn, G.S. (Eds.) La Selva: Ecology and natural history of a neotropical rainforest. Chicago, Illinois, University of Chicago Press.
- BUTTERFIELD, R.P.; ESPINOZA, C.M. 1995. Screening trial of 14 tropical hardwoods with an emphasis on species native to the Atlantic lowlands of Costa Rica: fourth year results. New Forests (E.U.A) 9: 135-145.
- BUTTERFIELD, R. 1995. Desarrollo de especies forestales en tierras bajas húmedas de Costa Rica. CATIE (C.R.) Serie Técnica, Informe Técnico N° 260. 42 p.
- CAMACHO, P. 1981. Ensayos de adaptabilidad y rendimiento de especies forestales en Costa Rica. Cartago, Costa Rica, ITCR-DGF. 287 p.
- ESPINOZA C.M.; BUTTERFIELD, R. 1990. Adaptabilidad de 13 especies nativas maderables bajo condiciones de plantación en las tierras bajas húmedas del Atlántico, Costa Rica. In Salazar, R. (Ed.). Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple: Actas Reunión IUFRO, Guatemala, Abril 1989. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 159-172.
- HARTSHORN, G.S. 1983. Plants. In Janzen, D.H. (Ed) Costa Rican natural history. Chicago, Illinois, University of Chicago Press. p. 118-183
- LAMB, A.F.A.; NTIMA, O.O. 1971. *Terminalia ivorensis*. Commonwealth Forestry Institute Oxford, England. Fast growing timber trees of the lowland tropics n° 5. 71 p.
- MESEN, F. 1990. Resultados de ensayos de procedencias en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 42 p.
- PALMER, J.A. 1980. *Jacaranda copaia*, a fast growing narrow-crowned neotropical species for lowland pulpwood plantations. Presentado en: IUFRO Symposium and Workshop on Genetic Improvement and Productivity of Fast-Growing Tree Species. (1980, Aguas de Sao Pedro, Sao Paulo, Brasil). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 15 p.

Agradecimientos

El estudio fue financiado por la OET mediante la ayuda económica de la Fundación John D. y Catherine T. MacArthur, H. John Heinz III Charitable Trust, Fundación Andrew J. Mellon y la Fundación de la Compañía Weyerhaeuser. Los autores agradecen los comentarios realizados por C.B. Briscoe, R. Kellison, D. Richter y J.L. Whitmore, así como a los revisores técnicos de la RFCA por sus valiosos comentarios y sugerencias.

Nota de la Editora: Este artículo está basado en el material recolectado para la tesis doctoral de Rebecca Butterfield, presentada en la Universidad de Carolina del Norte, Estados Unidos. Existen otros trabajos relacionados con el tema presentado en este artículo.

Los interesados pueden solicitar más información de los autores o al Director del Proyecto de Ensayos Forestales de la OET, Apdo. 676-2050 San Pedro, San José, Costa Rica.

El ensayo sobre el cual está basado esta investigación tiene 8 años de edad y han habido cambios significativos que vale la pena mencionar.

En su mayoría las balsas murieron y fueron reemplazadas por *Terminalia ivorensis* como lo árboles de mayor tamaño del experimento. Sin embargo, algunos de los terminalia también han empezado a morir y en un rodal puro de esta especie plantado al lado de este experimento hace 11 años ya están muertas. Sin lugar a dudas la advertencia de plantar esta especie a un buen espaciamiento entre árboles (5 x 10 o 10 x 10 m) es apropiado.

Unas de las sorpresas del experimento fue el excelente desarrollo de las dos *Vochysia* (*V. ferruginea* y *V. guatemalensis*). La primera mostró poca capacidad para autopodar sus ramas inferiores a este amplio espaciamiento no obstante, la segunda fue sobresaliente en cuanto a esta capacidad. ¿Podrían ser estas especies una importante contribución para plantaciones comerciales en los trópicos húmedos bajos?

Otra sorpresa fue la gran recuperación de los *Araucaria hunstenii*. Esta especie fue fuertemente atacada por las hormigas (*Atta* spp.) en los primeros años del experimento, pero ser recuperaron y crecieron bien rápidamente. Actualmente, es una de las especies más prometedoras del experimento.