

# Estudio de la dinámica y composición de cuatro bosques secundarios en la región Huetar Norte, Sarapiquí – Costa Rica

El aumento de áreas bajo cobertura de bosque natural secundario ha despertado el interés de la comunidad científica nacional e internacional por investigar el potencial productivo de ese recurso, así como su sostenibilidad ecológica y económica cuando se maneja y en Costa Rica este tipo de bosque es el recurso forestal más abundante del país.

Alvaro Redondo B.  
Braulio Vílchez A.  
Robin L. Chazdon

## RESUMEN

El trabajo se desarrolló en la región Huetar Norte en Sarapiquí, Costa Rica, dentro del Proyecto Bosques "Dinámica de la vegetación, composición de especies y los procesos de reciclaje de nutrimentos en el ecosistema bosque secundario tropical". Se trabajó en cuatro sitios: El Peje y Lindero Sur, en la Estación Biológica La Selva, y en la región de la Virgen de Sarapiquí en las fincas Cuatro Ríos y La Tirimbina.

El objetivo fue determinar la dinámica y composición del recurso forestal del bosque secundario. Para esto se cuantificaron diferentes variables para todos los individuos leñosos con diámetro  $\geq 5$  cm, en parcelas de una hectárea, establecidas desde 1997. Para comparación con datos de otros autores se utilizaron los valores de los individuos con diámetro  $\geq 10$  cm. Se encontró en los bosques secundarios evaluados un volumen y área basal similar o mayor a los indicados para otros bosques en la región (árboles  $\geq 10$  cm). Se identificó un total de 22 a 38 especies comerciales en los diferentes sitios, con una dominancia en área basal y volumen sobre las especies no comerciales. El incremento diamétrico para los sitios varió entre 2,4 y los 5,5 mm, para individuos con diámetro  $\geq 5$  cm y entre 3,1 y 9,2 mm, para individuos con diámetro  $\geq 10$  cm, que correspondió a los sitios de mayor y menor edad respectivamente. Este incremento se favoreció cuando los individuos presentaron fustes de buena forma, una copa frondosa o acceso a una mayor cantidad de luz.

Con base en las variables evaluadas: área basal, volumen, diversidad de especies e incremento diamétrico, se concluyó que los bosques secundarios en estudio tienen el potencial de ser un recurso forestal para esta zona.

**Palabras clave:** bosque secundario, bosque tropical, recursos forestales, sostenibilidad, Región Huetar Norte, Sarapiquí, Costa Rica.

## SUMMARY

### **Study of the dynamics and composition of 4 second growth forest in the Huetar Norte region of Costa Rica.**

The research was carried out in the Huetar Norte region, in Sarapiquí, Costa Rica, as part of the Bosques Project "Vegetation dynamics, species composition, and nutrient cycling in secondary forest ecosystems". We worked in 4 sites: El Peje and Lindero Sur in La Selva Biological Station and in the farms Cuatro Ríos and Tirimbina in La Virgen of Sarapiquí region.

Our objective was to determine the dynamics and composition of the forest resource in secondary forest. We measured different variables for every woody individual with dbh  $\geq 5$  cm, in four 1 ha plots, which had been established in 1997.

We found that in our secondary forest the volume and basal area were similar to or greater than in other forests in the region (trees with a dbh  $\geq 10$  cm). We identified a total of 22 to 38 commercial species per site, dominating over non commercial species in terms of basal area and volume. The diameter increment for the sites varied between 2,4 and 5,5 mm, for individuals with dbh  $\geq 5$  cm and between 3,1 and 9,2 mm, for individuals with dbh  $\geq 10$  cm, corresponding to the oldest and youngest sites, respectively. The increment was optimized when the individuals had smooth, even trunks, a big crown or more light.

In conclusion, based on the variables evaluated: basal area, volume, species diversity and diameter increment: the secondary forest that we studied has the potential to be a good forest resource in this region.

**Key words:** secondary forest, tropical forest, forest resources, sustainability, Región Huetar Norte, Sarapiquí, Costa Rica.

En la región Huetar Norte de Costa Rica, en Sarapiquí, Heredia, se desarrolla el Proyecto Bosques "Dinámica de la vegetación, composición de especies y procesos de reciclaje de nutrimentos en el ecosistema bosque secundario tropical"; con el financiamiento de Mellon Foundation y la colaboración de la Universidad de Connecticut, el Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Organización para Estudios Tropicales (OET).

En 1997 se ubicaron parcelas permanentes en cuatro bosques secundarios de diferente edad. Lindero Sur, ubicado en la Estación Biológica La Selva con 12 años de edad, La Tirimbina (15 años) localizado en el sitio de igual nombre en La Virgen de Sarapiquí, Lindero El Peje en La Selva con 20 años y por último Cuatro Ríos (25 años) en La Virgen de Sarapiquí. La edad de los sitios corresponde al año 1997.

Se buscaron cuatro parcelas de una hectárea con tipos de zonas de vida similares según Holdridge (1978). Los criterios de selección para la escogencia de los sitios fueron la distancia hacia la fuente de semilla y la edad de los bosques. Para estudiar el posible efecto de aislamiento en la regeneración y dinámica de vegetación secundaria se tomaron Lindero Sur y Lindero Peje porque tenían influencia directa de bosque primario. Por otra parte, Tirimbina y Cuatro Ríos porque eran áreas o fragmentos sin influencia alguna de bosque primario en sus alrededores. En todos los lugares, el uso anterior del suelo fue de pastos para ganadería.

Con base en las mediciones iniciales de 1997 y las obtenidas en 1998 y 1999, en este estudio se establecieron los siguientes objetivos:

**General:** Determinar la dinámica y composición del recurso forestal de cuatro bosques secundarios de diferente edad.

**Específicos:**

- Determinar la diversidad y abundancia de los individuos presentes en los bosques secundarios.
- Estimar el incremento corriente anual para el diámetro.

- Determinar el área basal y volumen de los individuos con diámetro  $\geq 5$  cm.
- Determinar la calidad de los fustes, la forma de copa y la posición de copa de los individuos con diámetro  $\geq 5$  cm.
- Establecer la correlación entre la calidad de los fustes, la forma y posición de copa contra el incremento diamétrico.

### Materiales y métodos

#### Clima, vegetación, topografía y suelos.

La Estación Biológica La Selva se encuentra en Sarapiquí a una altitud de 100 msnm; la temperatura media anual es de 25,3 °C con máximas y mínimas de 30,3 °C y 20,2 °C. La precipitación media anual alcanza valores de 3.721 mm (período de 1959 a 1994). Se presenta una época menos lluviosa entre los meses de enero y febrero (Quirós y Finegan 1994).

El área en mención pertenece a la zona de vida "bosque muy húmedo premontano transición a basal (bmh-P)" y "bosque muy húmedo tropical (bmh-T)"; según la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge (1978). La topografía es de colinas bajas, sin cambios abruptos y con pendientes que van de 10 a 60%. Los suelos son residuales encima de rocas andesíticas<sup>1</sup>, con buena estructura y drenaje, pero son suelos infértiles<sup>1</sup>, el pH varía entre 3,9 y 4,5 (Quirós y Finegan 1994).

#### Medición de las parcelas permanentes de muestreo.

Dentro de cada una de las cuatro parcelas se evaluaron las siguientes variables para todos los individuos con diámetro  $\geq 5$  cm y que corresponden al grupo de especies leñosas de arbustos y árboles (no se incluyen las lianas). En la literatura se mencionan estudios con mediciones a partir de 10 cm de diámetro por lo que se presentan en los resultados los datos para ambas categorías.

**Diámetro:** El diámetro se midió al dap (1,30 m de altura).

**Altura comercial:** Se cuantificó hasta el punto en el que el fuste se considera aprovechable.

**Ingresos – egresos:** Los egresos son todos los individuos que en el momento de la medición han muerto. Para los ingresos se consideraron todos los individuos que en el momento de la medición sobrepasaron los 5 cm de diámetro.

**División de grupos de especies:** Para el presente estudio se dividió la totalidad de especies en 3 grupos: individuos de especies comerciales, no comerciales y palmas. La clasificación se realizó con base en el Manual Dendrológico de Costa Rica (Jiménez *et al.* 1996).

#### Cálculo del volumen

Se obtuvo el volumen total y comercial maderable con base en la fórmula propuesta por Quirós (1997) quien define el cálculo del volumen en bosque secundario de la siguiente manera:

$$\text{Ln}(V) = 1,975386 (\text{ln } d) + 0,821488 (\text{ln } h)$$

Donde:

Ln = logaritmo natural

d = diámetro a la altura del pecho (cm)

h = altura comercial (m)

V = volumen (m<sup>3</sup>)

#### Cálculo del área basal

Para el cálculo del área basal se utilizó la fórmula:

$$G = (0,7854 * (dg)^2) * N$$

Donde:

G = área basal en metros cuadrados por hectárea

dg = diámetro basimétrico

N = número de individuos por hectárea

#### Determinación del incremento del diámetro

Para el cálculo del incremento anual (mm) se utilizó la fórmula:

$$\text{ICA} = (df - di) / t$$

Donde:

ICA = incremento corriente anual (mm)

di = diámetro al inicio del período

df = diámetro al final del período

t = tiempo entre ambas mediciones

<sup>1</sup> Andesíticas: Formas de suelo que tienen su origen geogenético en deposiciones de materiales lávicos provenientes del volcán Barva o de un vulcanismo más antiguo (Sancho y Mata 1987).

Resultados y análisis

Número de especies e individuos

En el cuadro 1 se observa la diversidad de especies en los cuatro bosques secundarios en estudio, para individuos con diámetro  $\geq 5$  cm y 10 cm. Se clasificó las especies comerciales, no comerciales y palmas. Se consideró las especies comerciales como aquellas que tienen utilidad forestal maderable actualmente en Costa Rica (Jiménez *et al.* 1996).

Se presentó un incremento en la cantidad de especies conforme aumentó la edad del bosque. Para individuos con diámetro  $\geq 5$  cm Lindero Sur (12 años) presentó 64 especies y Cuatro Ríos (25 años) 123 especies, en el caso de los árboles con diámetro  $\geq 10$  cm Lindero Sur alcanzó 41 especies y Cuatro Ríos 81 especies. Esto puede determinar que conforme aumenta la edad de los bosques secundarios hay una mayor diversidad florística. Un factor que favoreció esta riqueza fue la presencia de individuos del grupo de las esciófitas<sup>2</sup> parciales y totales en los sitios de mayor edad y que encuentran un ambiente favorable de desarrollo bajo el dosel de las heliófitas (Finegan 1992). Algunas de estas especies fueron: *Minuartia guianensis*, *Brosimum lactescens*, *Guarea guidonia*, *Maranthes panamensis*, *Ocotea mollifolia*, *Tetragastis panamensis*, *Vitex cooperi*, entre otras.

La abundancia de especies comerciales de igual manera incrementó conforme aumentó la edad de los sitios (dap árboles  $\geq 5$  cm). En general, la conservación de los bosques secundarios con el pasar de los años se transforma en un mosaico heterogéneo de especies, que da un valor más alto al recurso forestal (Smith *et al.* 1997).

El cuadro 2 presenta los datos del número de individuos por hectárea, ingresos y egresos para aquellos con diámetro  $\geq 5$  cm. Estos permitieron determinar los cambios en la composición de los bosques secundarios.

Los resultados obtenidos indicaron que, el número de individuos por hectárea para todos los sitios aumentó. Para 1999 se mantuvieron en valores

**Cuadro 1.** Número de especies para 4 bosques secundarios de diferente edad. Sarapiquí. 1999.

Edad	Lindero Sur (12 años)	Tirimbina (15 años)	Lindero Peje (20 años)	Cuatro Ríos (25 años)
<b>Grupo</b>	<b>N (especies/ha) Diámetro 5 cm</b>			
Comerciales	22	38	31	38
No comerciales	39	58	72	80
Palmas	3	2	5	5
<b>Total</b>	<b>64</b>	<b>98</b>	<b>108</b>	<b>123</b>
<b>Grupo</b>	<b>N (especies/ha) Diámetro 10 cm</b>			
Comerciales	16	31	23	27
No comerciales	22	32	39	49
Palmas	3	2	3	5
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>65</b>	<b>65</b>	<b>81</b>

**Cuadro 2.** Número de individuos, ingresos y egresos para 4 bosques secundarios, Sarapiquí. 1999

Edad	Lindero Sur (12 años)		Tirimbina (15 años)		Lindero Peje (20 años)		Cuatro Ríos (25 años)	
Variable	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
N (ind/ha)	1103	1135	1016	1023	1208	1224	1114	1121
Ingresos (ind/ha)	29	51	20	25	9	28	15	27
Egresos (ind/ha)	56	26	73	22	68	19	42	23

cercanos a los obtenidos en 1998 y dentro de lo que se reportó para bosques secundarios en general, con un total de 1.200 individuos con diámetro  $\geq 5$  cm. En Lindero Sur la población aumentó un 2,8%, Tirimbina un 0,7%, Lindero Peje 1,3% y Cuatro Ríos un 0,6%.

Dentro de las especies más abundantes se encontraron: *Pentaclethra maculosa*, *Laetia procera*, *Vochysia ferruginea*, *V. guatemalensis*, *Simarouba amara*, *Dendropanax arboreus*, *Viola sebifera*, *V. koschnyi*, *Goethalsia meiantha*, *Euterpe precatoria*, *Socratea exorrhiza*, *Casearia arborea*, *Miconia affinis* y *Piper colonense*.

El número de ingresos y egresos para los cuatro bosques presentó cambios en los dos años de medición. En 1998 los egresos fueron mayores que los ingresos para los cuatro sitios. Por el contrario, en 1999 los ingresos superaron la mortalidad. Los egresos disminuyeron para 1999 en un 53% para Lindero Sur, 70% para Tirimbina, 72% para Lindero Peje y un 45% para Cuatro Ríos.

El cambio en el comportamiento de los bosques se puede justificar con los fenómenos atmosféricos que se presentaron para los dos años de medición. Para 1998 se presentó el fenó-

meno de El Niño, en este año se encontraron en las zona las temperaturas más altas de los últimos años y períodos de sequía más prolongados (Estación Meteorológica La Selva, 2000). Estos factores pueden haber ocasionado que los individuos con ciertos requerimientos especiales murieran por las condiciones adversas. Para 1999 el fenómeno de La Niña, por el contrario, produjo temperaturas bajas y precipitación alta, lo que pudo haber influenciado positivamente en los individuos del bosque. En la Estación La Selva la temperatura promedio para 1998 fue de 25,5 °C y la precipitación de 3.953,3 mm. Por su parte, para 1999 la temperatura disminuyó a 24,7 °C y la precipitación incrementó hasta 4.151,5 mm (Estación Meteorológica La Selva 2000). El suceso ingresos y egresos que se presentó en los bosques secundarios, fue parecido a lo ocurrido en las parcelas permanentes del Proyecto Carbono en La Estación La Selva, pero en bosque primario, lo que confirma que no fue un hecho aislado (Comunicación personal con Clark, David y Clark, Deborah, Investigadores Proyecto Carbono, Organización para Estudios Tropicales – Universidad de St. Louis, 2000).

<sup>2</sup> Especies que toleran la sombra en las primeras etapas de su desarrollo, cuyas plántulas se establecen y crecen bajo el dosel; pero que exigen de luz directa para pasar de la etapa de fuste joven a fuste maduro (Finegan *et al.* 1993).

<sup>3</sup> Especies que requieren de la luz para regenerarse, crecer y desarrollarse (Finegan *et al.* 1993).

**Diámetro e incremento diamétrico**

El diámetro promedio presentó un aumento general para los sitios en los años de medición. El incremento diamétrico permaneció igual para Tirimbina (3,6 mm/año), aumentó para Lindero Sur (de 5 a 5,4 mm/año) y Cuatro Ríos (de 2,2 a 2,5 mm/año) y bajó para Lindero Peje (de 3,3 a 3,1 mm/año), esto para individuos con diámetro  $\geq 5$  cm.

El cuadro 3 muestra los datos del diámetro promedio y el incremento diamétrico para los cuatro bosques secundarios, tanto para individuos con diámetro  $\geq 5$  cm como a partir de 10 cm.

El diámetro promedio para los cuatro sitios aumentó para 1999 (árboles con dap  $\geq 5$  cm y 10 cm). Se encontró una relación entre esta variable y la edad de los sitios. A mayor edad del sitio aumentó el valor promedio del diámetro.

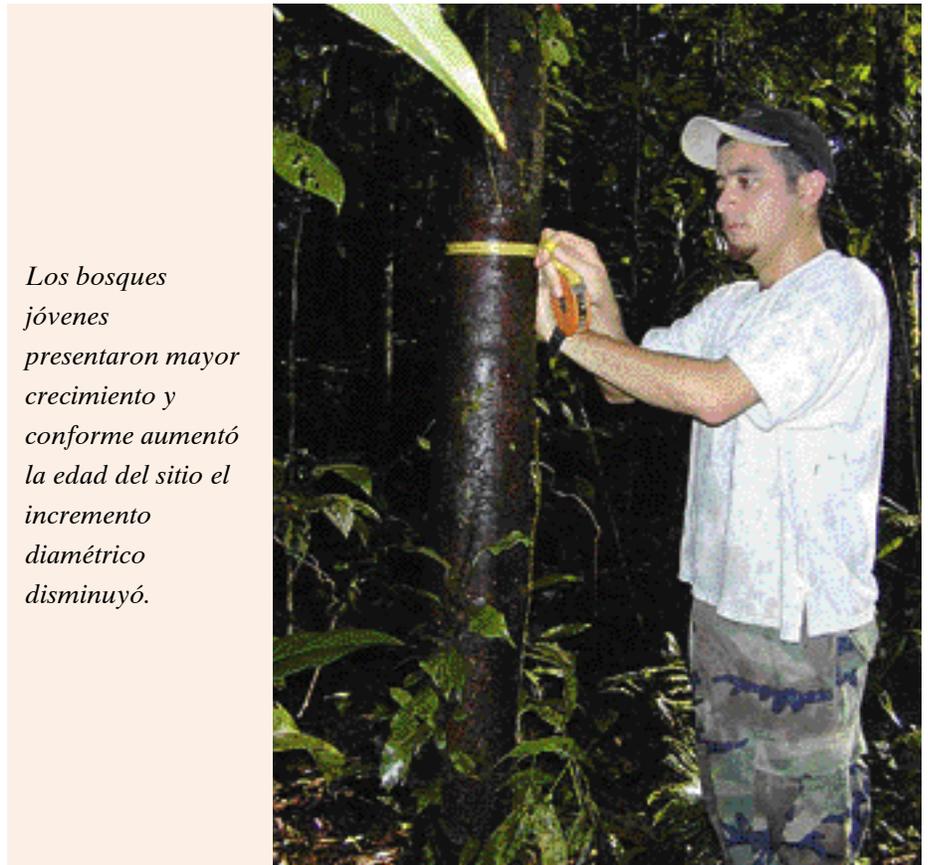
Los bosques más jóvenes tuvieron mayor crecimiento y conforme aumentó la edad del sitio el incremento diamétrico disminuyó. Fedlmeier (1996) mencionó que para los bosques secundarios de 12 años de edad (árboles diámetro  $\geq 10$  cm), el incremento varió entre los 5,1 y 7 mm. Para bosques de 18 años (árboles diámetro  $\geq 10$  cm) el incremento fluctuó entre los 2,6 y los 2,9 mm. Con base en estos valores para la zona Huetar Norte de Costa Rica y los ob-

tenidos, se considera que los bosques en estudio presentaron un buen crecimiento diamétrico.

Por falta de replicación de las etapas de sucesión es difícil atribuir las diferencias en incrementos solo a la edad *per se*. Müller y Solís (1997) afirmaron que, existe una amplia va-

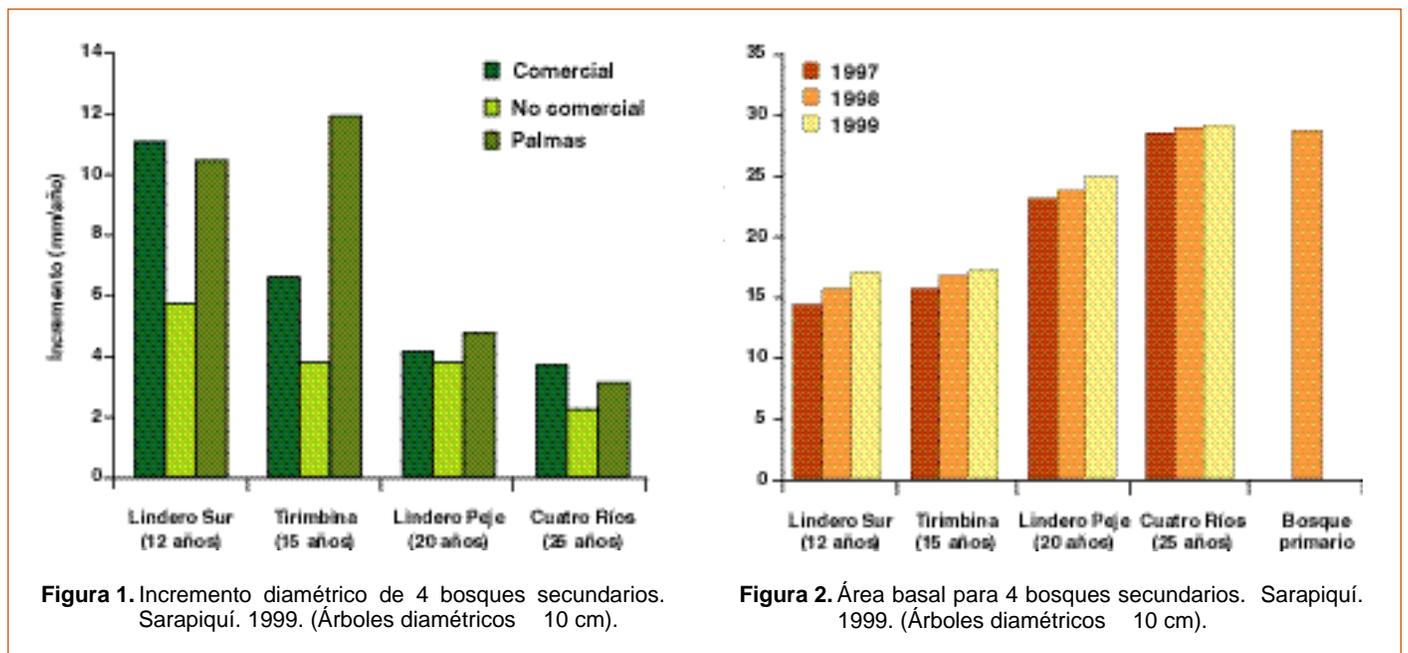
riación en el comportamiento entre los bosques secundarios de la misma región, al comparar sitios, edades y crecimiento.

En la figura 1 se presenta la información del comportamiento del incremento diamétrico (árboles diámetro  $\geq 10$  cm) de acuerdo al grupo



*Los bosques jóvenes presentaron mayor crecimiento y conforme aumentó la edad del sitio el incremento diamétrico disminuyó.*

Foto: Silvia Alvarado



**Cuadro 3.** Diámetro promedio e incremento diamétrico para 4 bosques secundarios, Sarapiquí. 1999.

Edad	Lindero Sur (12 años)		Tirimbina (15 años)		Lindero Peje (20 años)		Cuatro Ríos (25 años)	
	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Diámetro > = 5 cm								
Variable	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Diámetro (cm)	11,8	12,1	12,6	12,8	13,9	14,0	15,3	15,4
Incremento (mm)	5,0	5,4	3,6	3,6	3,3	3,1	2,2	2,5
Diámetro > = 10 cm								
Variable	1998	1999	1998	1999	1998	1999	1998	1999
Diámetro (cm)	18,2	19,1	18,9	19,2	19,6	20,0	22,1	22,4
Incremento (mm)	9,5	9,2	5,6	5,1	4,0	4,0	2,9	3,1

de especies: comerciales, no comerciales y palmas.

Para todos los sitios las palmas fueron las que presentaron el mayor crecimiento, seguido de las comerciales y las no comerciales (árboles  $dap \geq 5$  cm). En el caso de los individuos con diámetro  $\geq 10$  cm, las palmas presentaron el mayor crecimiento en Tirimbina (15 años) y Lindero Peje (20 años). En Lindero Sur (12 años) y Cuatro Ríos (25 años) las especies comerciales fueron las que presentaron el crecimiento mayor.

Las palmas evaluadas fueron las del grupo del subdosel, *Euterpe precatoria*, *Socratea exorrhiza*, *Iriartea deltoidea*, entre otras, que por lo general presentaron un crecimiento fuerte y en algunos sitios llegaron a sobrepasar los 10 mm/año. Por lo general, no presentaron una iluminación de copa alta y se encontraron sobretodo en los estratos medios del bosque. Las palmas crecen fuertemente en los primeros estadíos, pero no llegan a sobrepasar diámetros mayores a 30 cm por lo general (Henderson *et al.* 1995). Para las especies comerciales se notó una relación edad – incremento, donde a mayor edad del sitio menor incremento y viceversa. Para las no comerciales no se encontró un patrón muy establecido de crecimiento, aunque tiende a asemejarse al anterior.

Por sitio las especies comerciales de mayor incremento diamétrico para 1999 (árboles diámetro  $\geq 10$  cm) fueron *V. ferruginea* con 13,8 mm/año y *S. amara* con 15,0 mm/año en Lindero Sur, *V. ferruginea* con 9,7 mm/año y *V. sebifera* con 13,0 mm/año en Tirimbina, *P. macroloba* con 7,4 mm/año y *S. amara* con 5,3 mm/año en Lindero Peje y *V. koschnyi* con 12,0

mm/año y *V. ferruginea* con 9,1 mm/año en Cuatro Ríos.

Dentro de los factores que se estimaron en este estudio y que se relacionan con el incremento diamétrico estuvieron la forma de copa, la posición de copa y la forma de los fustes. Estas tres variables presentaron una correlación arriba del 85% con el incremento diámetro. Se determinó de esta forma que los individuos con copas más amplias, con una mayor cantidad de luz recibida y con una mejor forma de fuste crecieron más, con relación a los individuos que se estuvieron desfavorecidos con respecto a estas variables.

### Área basal

El área basal general para los cuatro bosques evaluados aumentó para 1999 con relación a la medición de 1998. El análisis del incremento basimétrico mostró que, con excepción de Tirimbina, todos los sitios aumentaron con relación a la medición anterior. El cuadro 4 agrupa la información de área basal para los individuos con diámetro  $\geq 5$  y 10 cm en los bosques secundarios en estudio.

Los cuatro bosques presentaron una mayor concentración del área basal total en los individuos de especies comerciales. Las especies de este grupo fueron las de mayor ocupación del espacio, el segundo grupo fue el de las no comerciales y por último las palmas. Lindero Peje (árboles diámetro  $\geq 10$  cm) con solo un 58% de su área basal concentrada en las especies comerciales fue el sitio de menor valor, los otros tres se encontraron por encima del 70%.

La figura 2 grafica el comportamiento del área basal entre 1997 y 1999; además de una comparación

con el promedio de tres bosques primarios de la región (árboles diámetro  $\geq 10$  cm).

El área basal para los cuatro sitios fue mayor para 1999 con relación a 1997 y 1998. El incremento basimétrico para 1999 fue mayor para todos los sitios, a excepción de Tirimbina que disminuyó levemente con relación a 1998. El incremento basimétrico fluctuó entre 0,55 y 1,43 m<sup>2</sup>/ha (árboles diámetro  $\geq 10$  cm). Este crecimiento se favoreció para 1999 con la disminución de los egresos, la cantidad alta de ingresos y el incremento diamétrico promedio alto.

Finegan y Guillén (1992) mencionan que para bosques secundarios en la zona norte de Costa Rica (árboles diámetro  $\geq 10$  cm) de 12 años de edad, el área basal máxima se encuentra entre 17 y 27 m<sup>2</sup>/ha; los de 15 años de edad, entre 8,5 y los 26,8 m<sup>2</sup>/ha; los de 20 años entre 20,9 y 27,4 m<sup>2</sup>/ha y los de 25 años entre 17,4 y 25 m<sup>2</sup>/ha. Según esta información, los bosques secundarios evaluados presentaron valores que se encuentran dentro de lo reportado en la región.

Lindero Peje (20 años), alcanzó los valores máximos reportados en la zona. Lindero Sur (12 años) se encuentra muy cerca de Tirimbina (15 años). Cuatro Ríos (25 años), superó los valores reportados y su área basal se asemeja a la de bosques primarios. Según Camacho *et al.* (1999), para un bosque primario en Tirimbina de Sarapiquí (árboles diámetro  $\geq 10$  cm), su área basal se encontró en 30,8 m<sup>2</sup>/ha; Guariguata *et al.* (1997), para individuos de igual diámetro, citó que en la región de Sarapiquí para tres bosques primarios el promedio de área basal fue de 28,83 m<sup>2</sup>/ha.

Los bosques secundarios llegaron a recuperar el área basal promedio de algunos bosques primarios, la diferencia se dio sobretodo en la composición florística y la distribución diamétrica. Los bosques secundarios se van a caracterizar por especies de un valor económico más bajo y en categorías de diámetro menores a las encontradas en bosque primario (Viquez 1993).

Los bosques secundarios están además constituidos por un grupo de especies remanentes, que son impor-



Fotos: Robin Chazdon.

Una de las conclusiones de esta investigación señala que los bosques en estudio tienen gran potencial para ser un recurso forestal en esta zona, partiendo de las variables analizadas: área basal, volumen, diversidad de especies e incremento diamétrico.

**Cuadro 4.** Área basal para cuatro bosques secundarios de diferente edad ubicados en Sarapiquí. 1998.

Grupo	Lindero Sur (12 años)	Tirimbina (15 años)	Lindero Peje (20 años)	Cuatro Ríos (25 años)
Área basal (m <sup>2</sup> /ha) Diámetro 5 cm				
Comerciales	12,78	12,92	14,58	20,84
No comerciales	5,39	5,91	10,15	9,26
Palmas	0,36	0,02	1,39	0,88
Total	18,53	18,85	26,12	30,52
Área basal (m <sup>2</sup> /ha) Diámetro 10 cm				
Comerciales	12,04	12,14	13,88	19,88
No comerciales	3,47	4,61	9,10	8,37
Palmas	0,24	0,01	0,94	0,65
Total	15,77	16,76	23,92	29,05

tantes en el establecimiento de la regeneración. Guariguata *et al.* (1997) mencionó que en los sitios de bosque secundarios se encontró que cerca de un 15 % del total de área basal corresponde a individuos remanentes que se dejaron cuando la cobertura vegetal

original fue cortada (árboles dap  $\geq$  10 cm). En los sitios en estudio y bajo los criterios anteriores se estimó que en Lindero Sur (12 años), un 18% del total del área basal estaba en especies remanentes; Tirimbina (15 años) un 12%; Lindero Peje (20 años) un 3% y

en Cuatro Ríos (25 años) un 3%. Dentro de las especies remanentes para estos bosques se encontraron: *D. arboreus*, *Lecythis ampla*, *B. lactescens*, *P. macroloba*, *V. ferruginea*, *V. guatemalensis*, entre otras.

El volumen para los sitios en estudio presentó un patrón similar al del área basal. La mayor concentración del volumen se estableció en los individuos de las especies comerciales. Los porcentajes para estos sitios fueron mayores al 70 % y para el caso de Lindero Peje que presentó solo un 58 % del área basal total en los individuos comerciales, en el volumen, superó el 62 % (árboles diámetro  $\geq$  10 cm).

El volumen total se encontró entre los 114,58 y los 231,17 m<sup>3</sup>/ha, que corresponden al sitio de menor y mayor edad respectivamente. El volumen para las especies comerciales, en el mismo orden, estuvo entre los 90,04 y los 166,77 m<sup>3</sup>/ha. Estos valores se encontraron por encima de algunos de los datos para la región, para individuos con dap  $\geq$  10 cm (Finegan y Guillén 1992; COSEFORMA<sup>4</sup> 1998).

### Conclusiones

Los bosques secundarios presentaron una diversidad florística que aumentó conforme fue mayor la edad del sitio. La cantidad de especies total varió entre 64 en el sitio más joven y 123 en el de mayor edad (árboles dap  $\geq$  5 cm).

Estos sitios se caracterizaron por un mayor número de especies no comerciales en los cuatro sitios. Para el grupo de las comerciales se encontró un incremento continuo de las especies conforme aumentó la edad del bosque. La cantidad varió entre 22 y 38, respectivamente (árboles dap  $\geq$  5 cm).

El aumento en el número de especies conforme la edad se explicó, por el ingreso de nuevos individuos tolerantes a la sombra, como: *M. guianensis*, *B. lactescens*, *G. guidonia*, *M. panamensis*, *O. mollifolia*, *T. panamensis*, *V. cooperi*, entre otras.

La cantidad de individuos con diámetro mayor igual a 5 cm osciló

<sup>4</sup> COSEFORMA: Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero. Convenio Costarricense – Alemán.

entre 1.016 y 1.224. Las especies de mayor abundancia en los diferentes sitios fueron: *P. macroleoba*, *L. procera*, *V. ferruginea*, *V. guatemalensis*, *S. amara*, *D. arboreus*, *V. sebifera*, *V. koschnyi*, *G. meiantha*, *E. precatória*, *S. a exorrhiza*, *C. arborea*, *M. affinis* y *P. colonense*.

El número de ingresos y egresos para los cuatro bosques presentó cambios en los dos años de medición. En 1998 los egresos fueron mayores que los ingresos para los cuatro sitios. Opuestamente en 1999, los ingresos superaron la mortalidad.

Se encontró una relación entre la edad del sitio con el diámetro promedio y el incremento diamétrico. Para el caso del diámetro promedio, a mayor edad del sitio mayor valor promedio y para el incremento diamétrico, a menor edad del bosque mayor fue el valor del incremento. Los individuos de especies comerciales fueron los de mayor valor de diámetro promedio.

Para individuos con diámetro  $\geq 5$  cm, el incremento diamétrico varió entre 5,4 mm en el sitio de menor edad y 2,5 mm para el de mayor edad. El grupo de las especies que

mayor crecimiento presentó fue las palmas, seguido de las comerciales y por último las no comerciales. El mayor crecimiento del grupo de las palmas se debió a especies del subdosel como: *E. precatória*, *S. exorrhiza* e *I. deltoidea*, que por lo general fueron individuos de parte intermedia en el dosel, buena forma y amplia área fotosintética.

El área basal de los bosques secundarios fue alta, lo que confirmó el grado de ocupación y recuperación del recurso. El valor de área basal varió para 1999 entre 17,2 y 29,9 m<sup>2</sup>/ha, que corresponden a los sitios de menor y mayor edad respectivamente (árboles dap  $\geq 10$  cm). Las especies comerciales fueron las de mayor área basal.

Los valores de volumen fluctuaron entre 114,6 y 231,2 m<sup>3</sup>/ha, que corresponden al sitio de menor y mayor edad respectivamente (árboles dap  $\geq 10$  cm). Las especies comerciales fueron las de mayor valor de volumen, que varió de menor a mayor edad de los sitios entre 90,0 y 166,8 m<sup>3</sup>/ha.

Se presentó una correlación muy fuerte entre el incremento diamétrico con: la calidad de los fustes ( $r = 0,92$ ), la forma de la copa ( $r = 0,85$ ) y la posición de copa ( $r = 0,87$ ). 

Alvaro Redondo Brenes  
Ingeniero Forestal

Proyecto Bosques – Estación Biológica  
La Selva  
Organización para Estudios Tropicales  
(OET)

Tel. (506) 766 6565 Ext.134  
Correo electrónico:  
aredondo@sloth.ots.ac.cr

Braulio Vilchez Alvarado  
Ecólogo Forestal

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
Proyecto Bosques – OET.

Tel. (506) 550 2511  
Correo electrónico: bvilchez@itcr.ac.cr

Robin L. Chazdon  
Profesora e Investigadora

Departamento de Ecología y Biología  
Evolutiva, University of Connecticut

Correo electrónico:  
chazdon@uconnvm.uconn.edu

## Literatura citada

- Camacho, M; Finegan, B; Orozco, L. 1999. Dinámica de la estructura y del crecimiento de bosques húmedos tropicales manejados del noroeste de Costa Rica: Primera década de investigación. *In* Taller la dinámica de los bosques en Costa Rica y sus implicaciones en el manejo forestal. San José, Costa Rica. 8 p.
- Condit, R; Hubbell, S; Foster, R. 1997. Short-term dynamic of neotropical forest. *Change within limit*. *Bioscience* 42 (11):822 - 828.
- COSEFORMA. 1998. Bosque secundario, una reforestación natural. Cuidad Quesada, Costa Rica, GTZ/MINAE/ITCR/CCF. 7 p.
- Estación Meteorológica La Selva. 2000. Datos de precipitación y temperatura, período 1997 - 2000. Puerto Viejo, Sarapiquí, Costa Rica. Estación Biológica La Selva. Organización para Estudios Tropicales.
- Fedlmeier, C. 1996. Desarrollo de bosques secundarios en zonas de pastoreo abandonadas de la Zona Norte de Costa Rica. Tesis Ph. D. Traducción O. Murillo. Göttingen. Universidad de Georg-August. 177 p.
- Finegan, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. Trad. R. Luján. Turrialba, Costa Rica, CATIE/COSUDE. 30 p.
- \_\_\_\_\_.; Guillén, L. 1992. Crecimiento y rendimiento de bosques húmedos secundarios en Sarapiquí, Costa Rica y los factores que lo determinan. *In* Congreso Forestal Nacional (2, 1997, San José, Costa Rica). p. 142 - 144.
- \_\_\_\_\_.; Hutchinson, L.; Reiche, C.; Sabocal, C. 1993. El manejo sostenible de los bosques húmedos tropicales: el marco técnico y resultados de su aplicación en Centroamérica. Turrialba, Costa Rica. 35 p.
- Guariguata, M; Chazdon, R; Denslow, J; Dupuy, J; Anderson, L. 1997. Structure and floristics of secondary and old-growth forest stands in lowland Costa Rica. *Plant Ecology* 132:107 - 120.
- Henderson, A; Galeano, G; Bernal, R. 1995. Field guide to the palms of the Americas. Princeton, Princeton University Press. 352 p.
- Hutchinson, I. 1993. Silvicultura y manejo en un bosque secundario tropical. *Revista Forestal Centroamericana* 2(1):13-18.
- Holdridge, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrarias. 216 p.
- Jiménez, Q; Estrada, A; Rodríguez, A; Arroyo, P. 1996. Manual dendrológico de Costa Rica. Proyecto REFORMA/CIIBI/Instituto Tecnológico de Costa Rica. 165 p.
- Müller, E; Solís, M. 1997. Los bosques secundarios en Costa Rica: Estudio de caso. *In* Taller Internacional sobre el Estado actual y potencial de manejo y desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina. (1, 1997, Pucallpa, Perú). p. 149 - 159.
- Quirós, A. 1997. Determinación de ecuaciones volumétricas para 5 especies forestales del bosque secundario. Tesis Bach. Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 70 p.
- Quirós, D; Finegan, B. 1994. Manejo sustentable de un bosque natural tropical en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE/COSUDE. 26 p. (Informe técnico N° 225).
- Redondo, A. 1998. Estudio del potencial de uso del recurso forestal maderable del bosque secundario tropical en la Región Huetar Norte, Sarapiquí - Costa Rica. Tesis Bach. Cartago, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 117 p.
- Sancho, F; Mata, R. 1987. Estudio detallado de suelos. San José, Costa Rica, Estación Biológica La Selva, Organización para Estudios Tropicales. 162 p.
- Smith, J; Sabogal, C; De Jong, W; Kaimowitz, D. 1997. Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. *In* Taller Internacional sobre el Estado actual y potencial de manejo y desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina. (1, 1997, Pucallpa, Perú). p. 149 - 159.
- Synnott, T. 1991. Manual de procedimientos de parcelas permanentes para bosque húmedo tropical. Trad. J. Valerio. Cartago, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 103 p. (Serie de apoyo académico 12. Escuela de Ingeniería Forestal).
- Viquez, M. 1993. El manejo de bosques secundarios: una oportunidad para los agricultores. San José, Costa Rica. Proyecto FINNIDA. Departamento de Desarrollo Campesino Forestal, DGF. 10 p.