

EL DESARROLLO DE SISTEMAS DE PRODUCCION SOSTENIBLE EN BOSQUES TROPICALES HUMEDOS DE BAJURA: UN ESTUDIO DE CASO EN COSTA RICA

Bryan Finegan¹ y César Sabogal²

El presente constituye la primera de dos partes de un trabajo preparado por el Grupo de Silvicultura de Bosques Naturales del CATIE.

INTRODUCCION

La destrucción de los bosques tropicales húmedos, con los problemas ambientales y socioeconómicos consecuentes, ha estimulado un rango amplio de planes y proyectos cuyo objetivo común es ofrecer usos alternativos de la tierra, integrados con los ecosistemas naturales (FAO, 1986).

Si bien en países como Costa Rica, hasta la fecha se ha dado énfasis al establecimiento de áreas dedicadas a la conservación de la biodiversidad, hay conciencia de la necesidad de integrar a la población rural con un sistema de áreas silvestres protegidas, tanto por medio de la llamada "educación ambiental", como también mediante la incorporación de actividades productivas (en el sentido corriente de la palabra) al manejo de dichas áreas.

Por tanto, el concepto moderno de conservación incluye no sólo la protección y preservación de la biodiversidad y otros atributos valiosos del bosque tropical

húmedo sino que, además, se plantea la producción agropecuaria sostenible como actividad conservacionista, lo cual incluye el manejo de áreas de bosque natural para fines de producción forestal. Este enfoque se ha institucionalizado en la definición de las Reservas Internacionales de Biósfera (Cifuentes, 1983; Batisse, 1986).

Por supuesto, la producción agropecuaria sostenible es una finalidad y no una realidad. En instituciones como el CATIE, los investigadores pretenden superar los problemas biológicos, ecológicos y socioeconómicos de todos los niveles del sector agropecuario. Es ampliamente reconocida la necesidad de incentivar la participación de la comunidad en cualquier programa de conservación (De Camino, 1985).

De vez en cuando surgen controversias en torno al manejo de bosques tropicales húmedos para la producción sostenible. Algunos afirman que éste no es factible, técnicamente, en la gran mayoría de los bosques de este tipo (Budowski, 1985; quien sin embargo no aclara el fundamento de sus opiniones), mientras otros opinan que no es rentable (Leslie, 1977).

En realidad, como en cualquier actividad productiva, hay ejemplos de éxito y fracaso, los cuales son analizados por Baur (1964), Neil (1981), y más recientemente por Schmidt (1987). Unesco (1980), Lanly (1982), De Camino (1987), Dourojeanni (1987) y Wyatt-Smith (1986) comparten la opinión que el fracaso se debe casi siempre a factores socioeconómicos y políticos y no a problemas técnicos de manipulación y explotación del bosque.

En cuanto a la rentabilidad, Leslie (1987), corrigiendo la impresión que dejó su artículo de 10 años atrás, establece que el

1/ Bryan Finegan, Ph.D., Ecólogo

2/ César Sabogal, Dr.Sc.Nat., Silvicultor Principal, GSBN

manejo con fines de producción sostenida es una actividad que no debe descartarse en base al análisis financiero convencional, el cual no toma en cuenta la totalidad de los servicios que brinda el bosque natural.

En principio, un bosque natural manejado es un componente ideal de un plan de uso sostenible de la tierra, ya que en él se conservan en gran medida los atributos deseables del ecosistema forestal virgen, obteniéndose además la producción de productos forestales en forma rentable. Por las mismas razones, esta modalidad de manejo de la tierra pareciera ser muy apropiada para zonas amortiguadoras en áreas dedicadas a la conservación estricta.

SITUACION ACTUAL DEL RECURSO FORESTAL EN COSTA RICA

Por decreto gubernamental (1988), Costa Rica se encuentra en una situación de Emergencia Forestal. Por este medio el gobierno pretende frenar la destrucción del recurso forestal y la consecuente crisis ambiental y económica.

Las proyecciones predicen el agotamiento del recurso forestal comercial, principalmente los bosques húmedos de bajura, para 1995 (Flores Rodas, 1985) o aun antes (E.Cyrus, 1988)*. Flores Rodas (op. cit.) establece que el valor de los productos forestales que el país tendrá que importar, de no efectuarse un programa de reforestación a gran escala, ascenderá a US\$350 millones antes del fin de siglo.

Según el Depto. de Reforestación de la Dirección General Forestal, a fines del año

1986 existían solo 10 083 ha de plantaciones (DGF, 1988)** mientras que 210 000 ha de bosque natural "denso" permanecían fuera de las áreas protegidas (Cyrus, 1988). Teniendo en cuenta que gran parte de la extensión plantada consiste en bloques pequeños, dispersos y pobremente manejados, queda claro que el bosque natural es todavía un recurso de gran importancia a pesar de tener un área reducida.

Mientras la explotación selectiva y destructiva y la deforestación avanza, el país va construyendo un sistema de áreas protegidas (Parques Nacionales, Reservas Forestales, etc.) que se extiende actualmente hasta un 20% del territorio nacional (Hartshorn, 1982). Las áreas protegidas, a excepción de las Reservas Forestales, se dedican a la conservación y/o la protección. La tendencia actual es ver también las Reservas Forestales (que fueron creadas para posibilitar la producción forestal bajo el control del Estado y cuya extensión total es de 385 638 ha) en los mismos términos. Matamoros (1985) propone cambiar 10 de las 11 Reservas Forestales a una u otra categoría de conservación o protección.

En consecuencia, en Costa Rica y seguramente en otros países se perciben dos tendencias divergentes en cuanto al uso del recurso forestal natural: de un lado está el patrón tradicional de uso de la tierra: explotación maderera selectiva y destructiva seguida muy a menudo por la conversión del bosque a otro uso, y por otro lado, la tendencia conservacionista/proteccionista.

General y desafortunadamente los protagonistas de estas dos tendencias no toman en cuenta las consecuencias serias del

* E. Cyrus. 1988. Depto. Cartografía DGF. Comunicación personal.

** DGF. Departamento de repoblación forestal, 1988. Comunicación personal.



déficit de productos forestales y el papel potencial que puede jugar el bosque natural manejado en la solución del problema. Este bosque es una tercera tendencia, integradora, ya que en él pueden combinarse las funciones de producción, protección, conservación y restauración.

UTILIZACION DE ESPECIES

Como es señalado por Baur (1964), Neil (1981) y Hutchinson (1988)*, cualquier sistema de manejo forestal es producto del marco ecológico y socioeconómico en el cual se desarrolla. En el siglo 20 han ocurrido grandes cambios de tecnología y, en muchos países, de mercado, los cuales tienden a agilizar e intensificar la explotación y hacer aceptables un rango cada día más amplio de especies.

En Costa Rica, en años anteriores, el cedro (*Cedrela odorata*) era casi la única especie que se aprovechaba de los bosques húmedos a pesar de encontrarse en densidades de un árbol por hectárea o menos, en los bosques primarios de la zona atlántica (Hartshorn, 1983; Salcedo, 1985). Sin embargo, a medida que el área de bosque productor va disminuyendo y la demanda va aumentando, la industria forestal se adapta a la utilización de otras especies. Actualmente se extraen trozas incluso de las especies de "maderas blancas" anteriormente despreciadas y frecuentes en bosques secundarios y lugares afectados por la actividad humana.

En el marco del uso múltiple cabe mencionar aquí el potencial de los bosques naturales para producción de leña. Reiche y Campos (1986) señalan que mientras las pe-

queñas industrias del país, como los beneficios de café, están volviendo a utilizar leña debido al alto precio de combustibles derivados del petróleo, las fuentes tradicionales de leña para uso industrial van disminuyendo. Como consecuencia, el precio tenderá a subir y habrán repercusiones para las comunidades rurales. Cabe destacar que la leña provee un 40% de la energía consumida en Costa Rica y el 33% de la población cocina con ella; el volumen de madera quemada como leña es dos o tres veces el volumen utilizado en rollo para fines industriales.

Así pues, en cuanto al mercado de productos forestales, la situación actual en el país es bastante favorable. La demanda por madera rolliza y leña es fuerte y, a la luz de la relativa y creciente escasez de estos productos, pareciera que se mantendrá.

LA ACCION DEL CATIE EN BOSQUES NATURALES

El grupo de silvicultura de bosques naturales

El Grupo de Silvicultura de Bosques Naturales (GSBN) fue creado en 1982, dentro del antiguo Departamento de Recursos Naturales del CATIE, con el objetivo de estudiar los ecosistemas boscosos del área tropical latinoamericana en general y del área de influencia del CATIE en particular. El GSBN es apoyado desde sus inicios por la Cooperación Suiza para el Desarrollo (COSUDE) con una contribución financiera y con personal científico; recientemente recibe además el apoyo de la Administración para el Desarrollo en Ultramar (ODA, Reino Unido) y el Leverhulme Trust (Londres).

* Ian D. Hutchinson, CATIE. Comunicación personal.

El GSBN viene desarrollando desde 1984 investigaciones cuyas metas son elaborar técnicas silviculturales y lineamientos de manejo para la producción sostenible, en los dos tipos de bosque natural más importantes de Costa Rica: el bosque pluvial montano tropical (específicamente en los llamados "robledales de altura" en la Cordillera de Talamanca) y el bosque muy húmedo tropical de tierras bajas (CATIE 1987).

En el presente artículo se describen las investigaciones que se desarrollan desde 1985 en bosques tropicales muy húmedos de la vertiente atlántica de Costa Rica.

La zona de estudio (Fig. 1) es la faja de terreno comprendida aproximadamente entre 200 y 800 msnm, al pie de la Cordillera Volcánica Central. En ella, a principios de la década de los ochenta, existía uno de los bloques más grandes de bosque primario de bajura remanentes en el país (Junkov, 1985), actualmente está siendo colonizado por la población rural. Incluye partes de la Reserva Forestal de la Cordillera Volcánica Central y del Parque Nacional Braulio Carrillo. En febrero de 1988 fue ratificada por la UNESCO (L.Hurtado, 1988)* una propuesta de Reserva Internacional de Biósfera en la zona.

Aunque el patrón de uso en los últimos años ha sido convertir el bosque natural en fincas ganaderas, el mapa de uso potencial de la tierra del país (Perez et al, 1978) indica que la zona incluye terrenos aptos para agroforestería, producción forestal y protección.

En el contexto de manejo del bosque natural en Costa Rica es especialmente

preocupante la falta de información técnica y económica que permita planificar y cuantificar el proceso de manejo. Por otro lado, debe tenerse presente que la adopción consciente y la implementación efectiva, de un régimen de manejo y de las intervenciones que en él se prescriben, por parte de los usuarios de las tierras que aun mantienen bosque natural, será en buena medida fomentada por el efecto demostrativo de casos concretos de manejo del bosque.

Enfoques de la investigación

La silvicultura de bosques naturales permite el manejo de los mismos para fines de producción sostenible, ya que convierte el bosque de su estado natural a un sistema productivo. El GSBN está desarrollando investigaciones que conducirán en el corto plazo, a la aplicación, a nivel experimental, de tratamientos silviculturales en dos unidades demostrativas en la zona.

Conviene, en primer lugar, definir los términos empleados en la parte técnica de este documento:

Bosque primario: es el bosque en su estado natural, libre de intervención humana conocida.

Bosque explotado: es el bosque primario residual después de una o varias explotaciones forestales.

* L.Hurtado, CATIE, Áreas Silvestres. Comunicación personal.

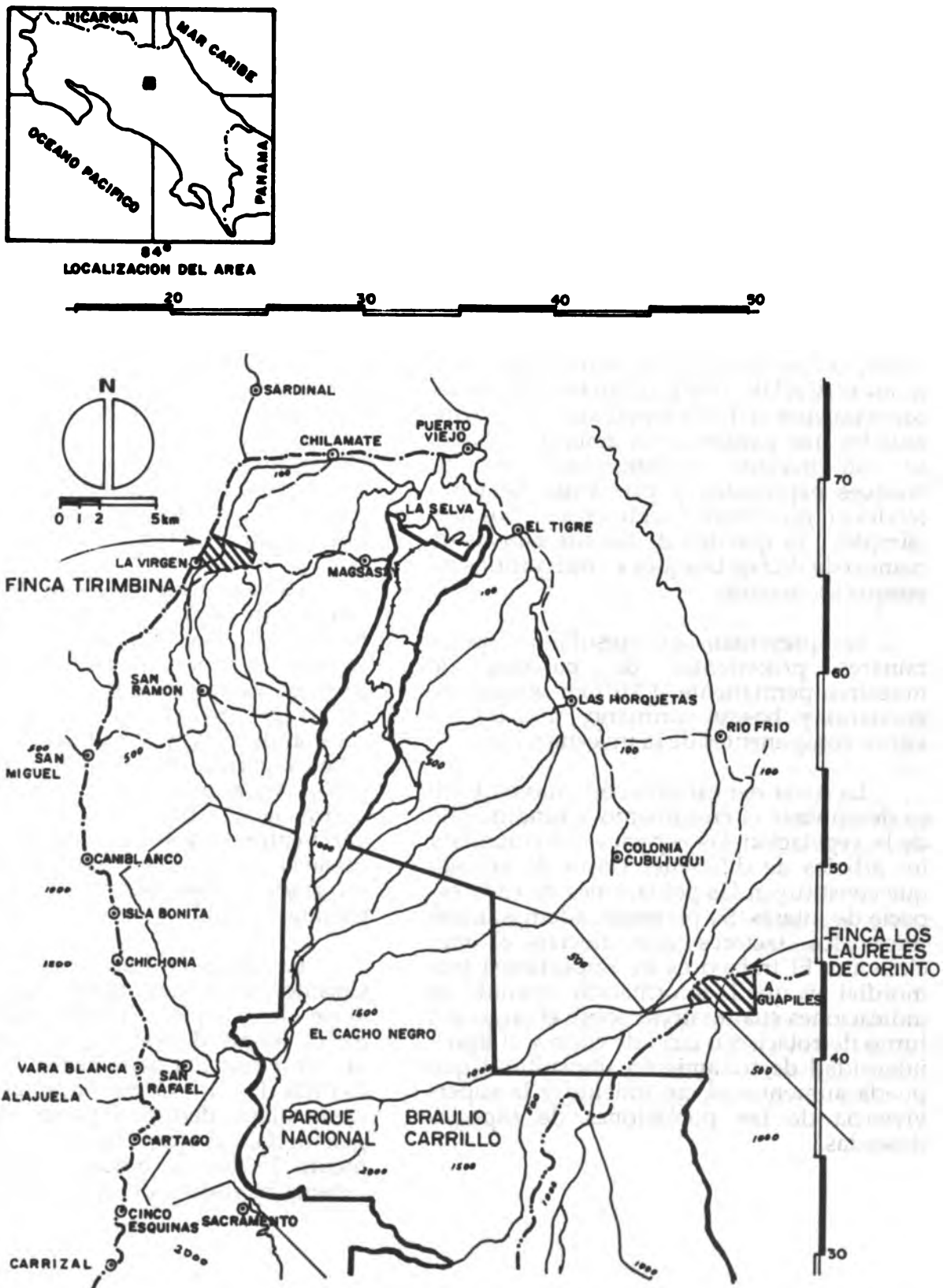
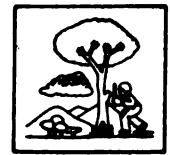


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio y los dos sitios de investigación del GSBN, en Sarapiquí, Costa Rica.

Bosque secundario: es el bosque que se desarrolla en sitios cuya vegetación original ha sido completamente destruida por la actividad humana.

Sucesión secundaria: es el proceso de desarrollo del bosque secundario.

El enfoque original de este proyecto fue el desarrollo de técnicas silviculturales para bosques secundarios, pues éstos presentan características ecológicas simplificadas, lo cual facilita el desarrollo de dichas técnicas (CATIE, 1987). Ultimamente, en reconocimiento a las necesidades y oportunidades que existen en la zona de estudio, se han iniciado investigaciones en los bosques explotados y primarios. Se mantendrá en gran medida el interés en bosques "simples", ya que una de las alternativas de manejo de dichos bosques es convertirlos en bosque secundario.

Se presentan los resultados preliminares procedentes de parcelas de muestreo permanente (PMP) en bosque secundario y bosque primario, uno de los varios componentes de la investigación.

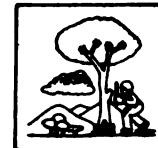
La meta del estudio continuo en PMP es determinar el crecimiento y rendimiento de la vegetación, las especies individuales y los árboles de diferentes clases de tamaño que constituyen las poblaciones de cada especie de interés. Se pretende, además, identificar los factores que afectan el crecimiento. El trabajo es de importancia primordial, ya que la información obtenida da indicaciones cuantitativas sobre el largo del turno de rotación o ciclo de corta y el tipo e intensidad de tratamiento silvicultural que pueda aumentar el crecimiento y la supervivencia de las poblaciones de especies deseadas.

Los sitios de estudio del GSBN

La investigación de campo se desarrolla en dos fincas privadas. La primera, llamada "La Tirimbina", queda en el Distrito Segundo La Virgen, Cantón Décimo Sarapiquí, Provincia de Heredia, Costa Rica (Manta, en prep.). La finca se ubica a 10°24' latitud norte y 84°06' longitud oeste (Fig. 1). El clima es tropical muy húmedo con una temperatura promedio anual es de 24,5°C, (máxima 26,2°C y la mínima 23,4°C en 13 años de registros). La precipitación promedio anual es 4 250 mm, distribuida durante todo el año (10 años de registros). Según el sistema de Zonas de Vida de Holdridge, la finca queda en la transición entre el bosque muy húmedo premontano transición a basal (bmh-P) y el bosque muy húmedo tropical (bmh-T) (Tosi, 1969).

Las elevaciones dentro de la finca oscilan entre 150 y 200 msnm aproximadamente. La topografía es de colinas bajas, sin cambios abruptos a gran escala y con pendientes que van de 10% a 40% (a veces hasta 70%). Los suelos son oxisoles encima de roca andesítica y rhyolítica (rocas provenientes de flujos de lava volcánica) (Castillo, 1983). Aunque la estructura de los suelos y el drenaje son buenos, son infértiles; el pH varía entre 3,9 y 4,5; el nivel del fósforo y el calcio es muy bajo y el del aluminio alcanza un grado considerado tóxico para cultivos (Manta, op. cit.).

La segunda finca, "Los Laureles de Corinto", está localizada a unos 12 km al oeste de Guápiles, 10°13' latitud norte y 83°53' longitud oeste. Queda al pie de la vertiente norteña de la Cordillera Volcánica Central (Fig. 1). Comprende una faja de terreno plano dedicada principalmente a la ganadería, abarca, además, aproximadamente 150 ha de bosque primario en las laderas inferiores de la Cordillera, en alti-



tudes que van de unos 250 a 400 msnm. Está en la zona climática "tropical muy húmedo" (Herrera, 1985), con rango de valores medios anuales de 3130 a 6840 mm de precipitación y de 21 a 26°C de temperatura; no se presenta déficit de humedad en ninguna época del año. Según la clasificación de Holdridge, el área pertenece a la Zona de Vida bosque muy húmedo tropical. Topografía similar a la finca La Tirimbina. Según el mapa de suelos de Costa Rica, los suelos son de origen volcánico y con una baja saturación de bases, clasificados como Dystrandeps.

Hasta la fecha el único aprovechamiento del bosque ha consistido en la extracción, en los lugares más accesibles, del manú (*Minquartia guianensis*) para fabricar postes.

Metodología y análisis de información en las parcelas permanentes

Los métodos empleados por el proyecto son básicamente los que recomienda Synnott (1979). El tamaño mínimo de las PMP es 1,0 ha. En bosques extensos como el de Guápiles se instalan parcelas cuadradas de 100 m x 100 m; en bosques secundarios, que actualmente tienden a existir en parches relativamente pequeños e irregulares, las parcelas son de tamaño y forma variable, manteniéndose siempre la extensión mínima mencionada.

Cada parcela se divide en cuadrados de 20 m x 20 m para facilitar la ubicación y medición de árboles. En la parcela se miden todos los árboles a partir de un diámetro mínimo (a la altura del pecho) de 10 cm en bosques primarios, explotados y secundarios avanzados, y 5 cm en bosques secundarios jóvenes. Se determinan las variables (Fig. 2) para cada árbol, empleando las

normas y procedimientos de la FAO (Alder, 1980; FAO, 1981) con una clasificación de fustes según la mejor troza (Hutchinson, 1982). En el fuste de cada árbol se pinta un código que identifica el cuadro dentro de la parcela y el árbol dentro del cuadro. El punto de medición del diámetro se marca con un anillo de pintura. La determinación del dap y la condición de cada árbol se hace anualmente, midiendo también los árboles que ingresan a la población en fechas posteriores al establecimiento de la parcela.

A la fecha no se ha efectuado la segunda medición de las PMP establecidas por el proyecto. Por tanto, solo se presenta resultados del análisis de la composición y estructura de la vegetación de las parcelas.

Debido a que en las parcelas del GSBN, hasta la fecha se han logrado identificar más de 200 especies leñosas, gran parte del análisis se hace en base a grupos de especies. Se utilizan grupos comerciales y grupos ecológicos.

Los grupos comerciales: se determinaron en base a revisiones de literatura sobre propiedades y usos de maderas y las preferencias actuales de la industria forestal, así como información obtenida de personas vinculadas con dicha industria. Estos grupos son:

- **Especies deseables:** especies de precio mediano o alto que se comercializan a nivel nacional;
- **Especies aceptables:** especies de bajo precio, o que se utilizan sólo a nivel local, o que, según estudios técnicos, tienen propiedades adecuadas para ser utilizadas;

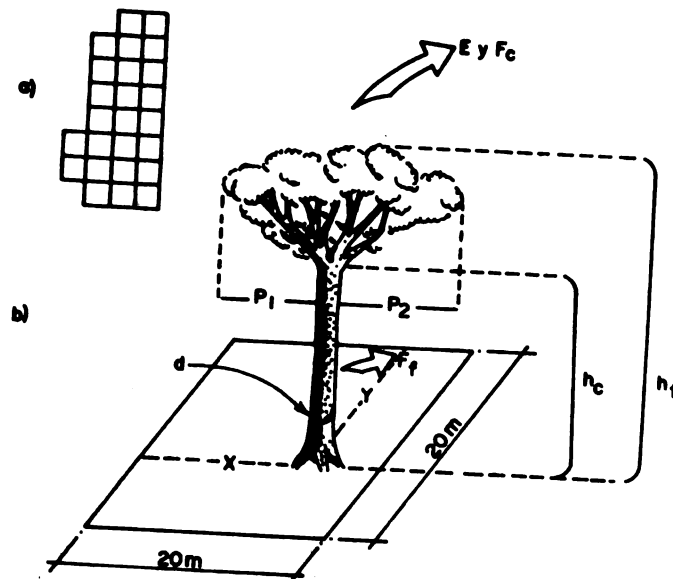


Figura 2. a) Parcela de muestreo permanente (área mínima 1,0 ha) dividida en sub-parcelas de 20 m x 20 m.

b) Variables medidas

- d: diámetro con corteza a 1,3 m del suelo
- ht: altura total
- hc: altura a la base de la copa
- E: exposición a la iluminación solar
- Fc: forma de la copa
- Ff: calidad del fuste, según mejor troza
- P1 y P2: proyección de la copa
- x, y: coordenadas de posición

Otras especies: especies sin uso actual o potencial conocido; *palmas* - se clasifican aparte ya que presentan varias posibilidades para rendimiento sostenible que han sido poco estudiadas en el país. El GSBN ha elaborado una lista de 71 especies utilizables de los bosques de la zona de estudio, clasificándolas como deseables o aceptables.

Los grupos ecológicos: es ampliamente reconocida la existencia de grupos de especies forestales de comportamiento parecido con respecto, por ejemplo, a requerimientos ambientales y tasas de crecimiento. Este concepto está íntimamente vinculado al ciclo de regeneración de los bosques tropicales húmedos en claros (aperturas temporales en el dosel del bosque) y en terrenos agrícolas abandonados (Budowski, 1965; Denslow,

1980; Hartshorn, 1980; Finegan, 1984; Whitmore, 1984; Martínez Ramos, 1985; Clark & Clark, 1987; Swaine & Whitmore, 1988; Finegan, en prep.). Muchos términos diferentes se encuentran en la literatura, pero queda claro que son diferencias puramente terminológicas y no de conceptos fundamentales.

Clasificación de los grupos ecológicos

La clasificación de especies en grupos ecológicos se realiza poco a poco, a medida que se va acumulando la información requerida. Muy a menudo las clasificaciones están elaboradas en base a diversos tipos de información por personas con experiencia en los bosques bajo consideración. Por tanto la mecánica de la elaboración de una clasifi-



cación, e incluso la validez de la misma, no es siempre evidente para los que no cuentan con este grado de conocimiento. Por estas razones se proponen aquí los siguientes lineamientos prácticos para la asignación de especies forestales a grupos ecológicos.

La clasificación se fundamenta primordialmente en la existencia casi universal, en ecosistemas de bosque alto, de especies que se establecen, crecen y desarrollan a la sombra del dosel del bosque (especies esciofitas), y especies que requieren de una apertura en el dosel - un claro - para regenerarse (especies heliofitas). Al inicio de una investigación las evidencias en este sentido se acumulan en el curso del trabajo diario (asumiendo un conocimiento dendrológico adecuado), comparando las distribuciones de árboles inmaduros en diferentes fases del ciclo de regeneración (Whitmore, 1984) del bosque primario y en perturbaciones antrópicas tales como caminos de extracción o parcelas de agricultura migratoria. Luego se puede agregar una dimensión cuantitativa a la clasificación. De cualquier inventario forestal que incluya un muestreo de las clases de tamaño menores (p.e. $dap > 10$ ó 5 cm) se puede elaborar distribuciones del número de árboles por clases diamétricas para las especies más abundantes. La forma de dicha distribución indica si una especie es esciofita o heliofita (Unesco, 1980).

Por medio de este proceso se puede desarrollar una clasificación preliminar aplicable a la silvicultura. Ella puede ser revisada en base a nueva información.

Finegan (en prep.) considerando los diversos términos aplicados a los grupos ecológicos por diferentes autores indica que conviene nombrar dichos grupos según las características más importantes que los separan (los requerimientos de iluminación solar y el largo de vida). En este sentido identifica dos grupos: *heliofitas* que son especies que requieren un alto grado de iluminación solar para sobrevivir, crecer y desarrollar, y *esciofitas* es decir especies ca-

paces de establecerse, crecer y desarrollar a la sombra. Entre el grupo de heliofitas pueden distinguirse *heliofitas efímeras* de vida relativamente corta, y *heliofitas durables* de vida relativamente larga. Las heliofitas durables se dividen en dos subgrupos: las de crecimiento rápido y de crecimiento regular.

Por otro lado se asume que todas las especies esciofitas son de vida relativamente larga. Sin embargo hay *esciofitas parciales* que aparentemente requieren un alto grado de iluminación para pasar por la etapa final de desarrollo antes de llegar a la madurez, mientras las *esciofitas totales* no presentan este requerimiento. Parece que en los bosques costarricenses son pocas las especies de árboles grandes que requieren sombra en las etapas inmaduras; varias especies la toleran pero la mayoría muestran un crecimiento más rápido bajo grados relativamente altos de iluminación (Hartshorn, 1980).

Estos términos corresponden con los de Budowski (1965); las heliofitas efímeras son las especies pioneras de dicho autor; las heliofitas durables, las especies secundarias tardías y las esciofitas las especies climax. Sin embargo, Finegan (en prep.) no acepta la terminología de Budowski pues induce a pensar que las heliofitas son exclusivamente de bosques secundarios, mientras los bosques primarios consisten en especies esciofitas. Los estudios realizados han demostrado claramente que las especies de todos los grupos están presentes en los bosques primarios, donde de hecho ciertas heliofitas durables son muy frecuentes, tales como *Goethalsia meiantha* y *Apeiba membranacea* en la Reserva Biológica La Selva en Costa Rica (Hartshorn, 1983).



Estudio de caso: El desarrollo de bosques secundarios y sus implicaciones para el manejo forestal

Introducción a la investigación

Para introducir el análisis de bosques secundarios en parcelas permanentes conviene resumir brevemente las conclusiones generadas en la primera fase del proyecto.

Observaciones personales e investigaciones anteriores en la zona de estudio (Martínez, 1979; Rosero, 1979; Hartshorn, 1983; Werner, 1985) demostraron que los bosques húmedos secundarios de Costa Rica presentan muy a menudo una alta abundancia de especies maderables de crecimiento rápido. La mayoría de estas especies proporcionan maderas livianas de poca durabilidad natural que sirven sin embargo para un rango amplio de usos (Finegan, en prep.).

Estudios del crecimiento y la supervivencia de plántulas de estas especies maderables, en vegetación secundaria de diferentes etapas de desarrollo, condujeron a la elaboración de un modelo sencillo de la sucesión secundaria en la zona de estudio (Fig. 3).

Con respecto al dosel superior, la sucesión es una serie de tres olas de desarrollo de tres grupos ecológicos de plantas: especies herbáceas pioneras, árboles heliófitos efímeros y árboles heliófitos durables, grupo que incluye las especies maderables.

Los árboles heliófitos durables dominan el rodal a partir de aproximadamente 15 años, alcanzando la dominancia por medio del siguiente proceso: todos los individuos de cada uno de los tres grupos

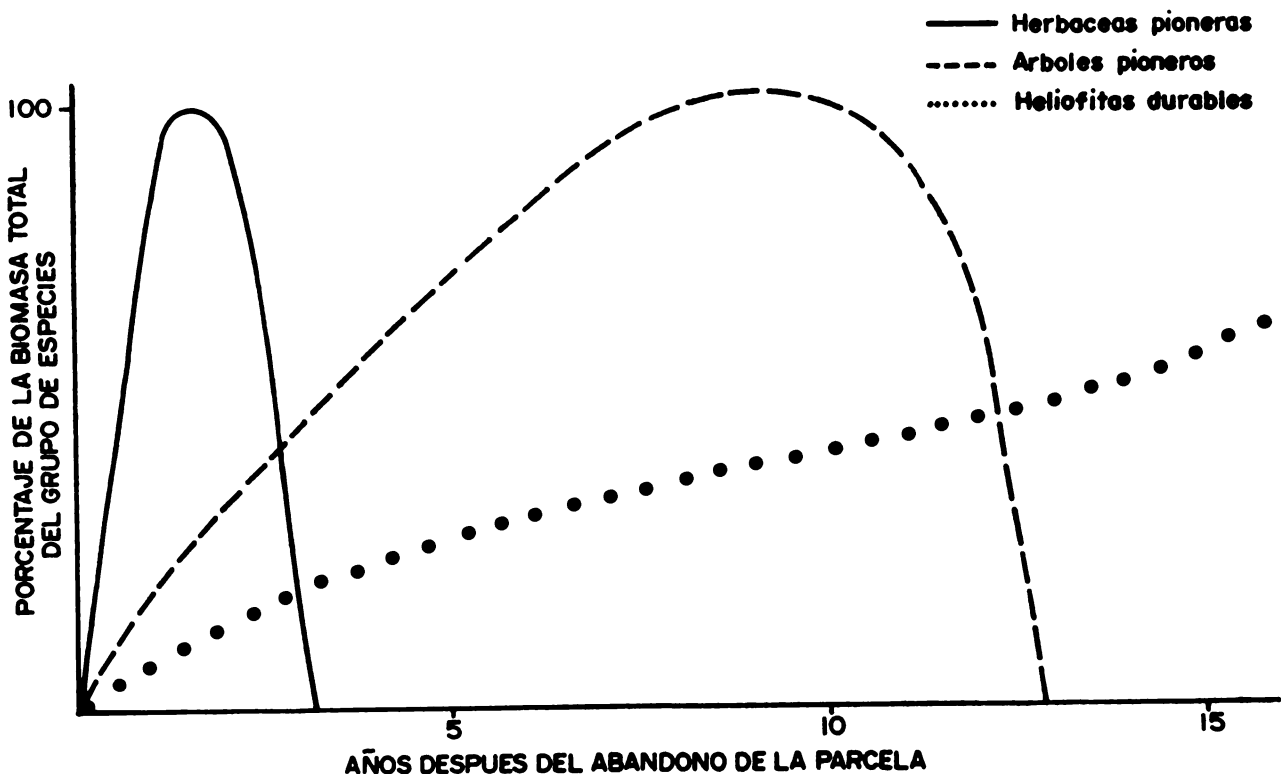


Figura 3. Modelo idealizado de la sucesión secundaria en los bosques tropicales húmedos de la zona atlántica de Costa Rica.



ecológicos se establecen en los primeros 12 ó 24 meses de la sucesión. Las plantas herbáceas alcanzan la madurez y terminan su ciclo de vida más rápidamente que los árboles heliófitos efímeros, y estos, más rápidamente que los árboles heliófitos durables.

Las especies de los tres grupos no vuelven a regenerarse en la parcela ya que son heliófitas y la sombra que proyectan sobre el piso del nuevo bosque suprime el proceso de regeneración. Por lo tanto, los dos grupos de árboles constituyen un rodal coetáneo - los árboles tienen la misma edad y esa edad es el tiempo desde el abandono de la parcela.

Este modelo describe la sucesión secundaria en situaciones en las cuales ningún factor impide el establecimiento y crecimiento de árboles. Cabe señalar que en algunos casos, los pastos en potreros abandonados tienden a suprimir la regeneración de especies leñosas, retrasando la sucesión. En sitios alejados de fuentes de semilla de especies forestales, difícilmente se desarrolla una sucesión secundaria y los terrenos abandonados pueden convertirse en una maraña de especies herbáceas, bejuco y arbustos (Finegan, observaciones personales).

El curso de la sucesión posterior a las primeras tres etapas descritas en el modelo parece depender, en gran medida, también de los factores que afectan la dispersión de semilla de aquellas especies que no abundan en los primeros años del proceso (estas son mayormente esciófitas, pero ciertas heliófitas durables de crecimiento regular, por ejemplo *Hieronyma oblonga*, *Vitex cooperi*, *Pterocarpus hayesii*, parecen ser lentos en colonizar abandonos).

Entre dichos factores se puede nombrar la disponibilidad de semilla y el comportamiento de los vertebrados silvestres

que, para muchas especies, constituyen una forma de diseminación de las semillas.

Finegan (1984) señala que la dispersión de semillas por vertebrados está fuertemente afectada por cambios antrópicos en la vegetación. Por tanto, como señala Gomez-Pompa *et al.* (1972), la sucesión secundaria en zonas deforestadas extensivamente no puede concebirse como el proceso de recuperación del bosque primario, pues muchas especies del mismo no vuelven. Así pues, la sucesión puede terminar en la tercera etapa.

El fenómeno descrito anteriormente es lo que ha sucedido en el bosque secundario de Florencia Norte en la finca del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Allí, un bosque secundario de 75 años de edad es dominado por una población sobremadura de *Goethalsia meiantha* y otras heliófitas durables (Somarriba, 1984) con pocas posibilidades de desarrollo adicional hacia la composición y estructura del bosque primario original del valle de Turrialba, ya desaparecido (Finegan, observaciones personales).

Análisis de la estructura y el desarrollo de bosques secundarios en parcelas permanentes

Area basal y número de árboles por hectárea

En la primera fase del proyecto se estableció una serie de parcelas permanentes en bosques secundarios de diferentes edades en la Finca Tirimbina. Se presenta información de parcelas de 1,5; 14 y 25 años de edad. Las parcelas se encuentran sobre colinas bajas y el suelo, según el color y textura, parece ser del mismo tipo. Manta. (op. cit.) encontró que el suelo del bosque de



25 años es de textura arcillosa, pH 4,03 (promedio de 4 muestras de 0-30 cm de profundidad) y muy infértil. Este bosque se originó en un lote donde el bosque primario fue talado y quemado con el fin de sembrar hule (*Hevea brasiliensis*). Por razones desconocidas no se logró esta meta y la sucesión secundaria empezó inmediatamente.

El bosque de 1,5 años se originó en un arrozal abandonado después de un año de cultivo. La vegetación original era un bosque secundario de aproximadamente 15 años. No se sabe la razón por la cual se taló el bosque primario en este lugar. Se desconoce también el uso anterior de la parcela de 15 años.

El diámetro con corteza mínimo de medición a la altura del pecho fue de 5 cm, en las parcelas de 1,5 y 15 años y 10 cm en la de 25 años.

El resumen de datos básicos de las tres parcelas (Cuadro 1) muestra la rapidez de recuperación del área basal y el alto número de individuos que caracterizan la sucesión secundaria. A los 1,5 años el área basal alcanzó 9,39 m²ha⁻¹ con 2220 árboles ha⁻¹ de dap 5 cm. A los 15 años hubo 1893 árboles ha⁻¹ dap 5 cm y un área basal de 22,67 m²ha⁻¹. Para árboles con dap 10 cm las cifras de área basal de estas parcelas fue 2,47 m²ha⁻¹ y 19,85 m²ha⁻¹ para 1,5 y 15 años respectivamente, lo cual se puede comparar con el bosque de 25 años, donde se encontró 677 árboles ha⁻¹ y 23,91 m²ha⁻¹. El área basal en esta parcela es un 82% del promedio encontrado en cuatro parcelas de bosque primario.

En la Figura 4 se comparan los rodales secundarios según la abundancia y el área basal de los cinco grupos ecológicos antes definidos. Como es de esperar, a los 1,5 años

Cuadro 1. Área basal (G) y abundancia (N) del conjunto total de árboles en bosques secundarios de edades diferentes, Finca Tirimbina, Sarapiquí, Costa Rica

Diámetro	Parcela de bosque secundario				
	1,5 años		15 años		25 años
	>5	>10	>5	>10	>10
G (m ² ha ⁻¹)	9,39	2,47	22,67	19,95	23,91
N (ha ⁻¹)	2,22	60,00	1893,00	931,00	677,00

Cuadro 2. Distribución del área basal (G) y número de árboles (N) por grupos comerciales en bosques secundarios de edades diferentes, Finca Tirimbina, Sarapiquí, Costa Rica. D = especies deseables, A = especies aceptables, O = otras especies, P = palmas

	Parcela de bosque secundario						
	1,5 años		15 años		25 años		
Grupos comerciales	G		0,49	(2,2%)	11,57	(48,4%)	
	D						
	N						
	G		17,54	(77,4%)	8,37	(35,0%)	
	A						
	N		-	1287	(68,0%)	300	(44,3%)
	G	9,39	(100,0%)	4,61	(20,3%)	3,97	(16,6%)
	O						
	N	222	(100,0%)	472	(24,9%)	232	(34,3%)
	P			0,03	(0,1%)	-	-
N			3	(0,2%)	-	-	

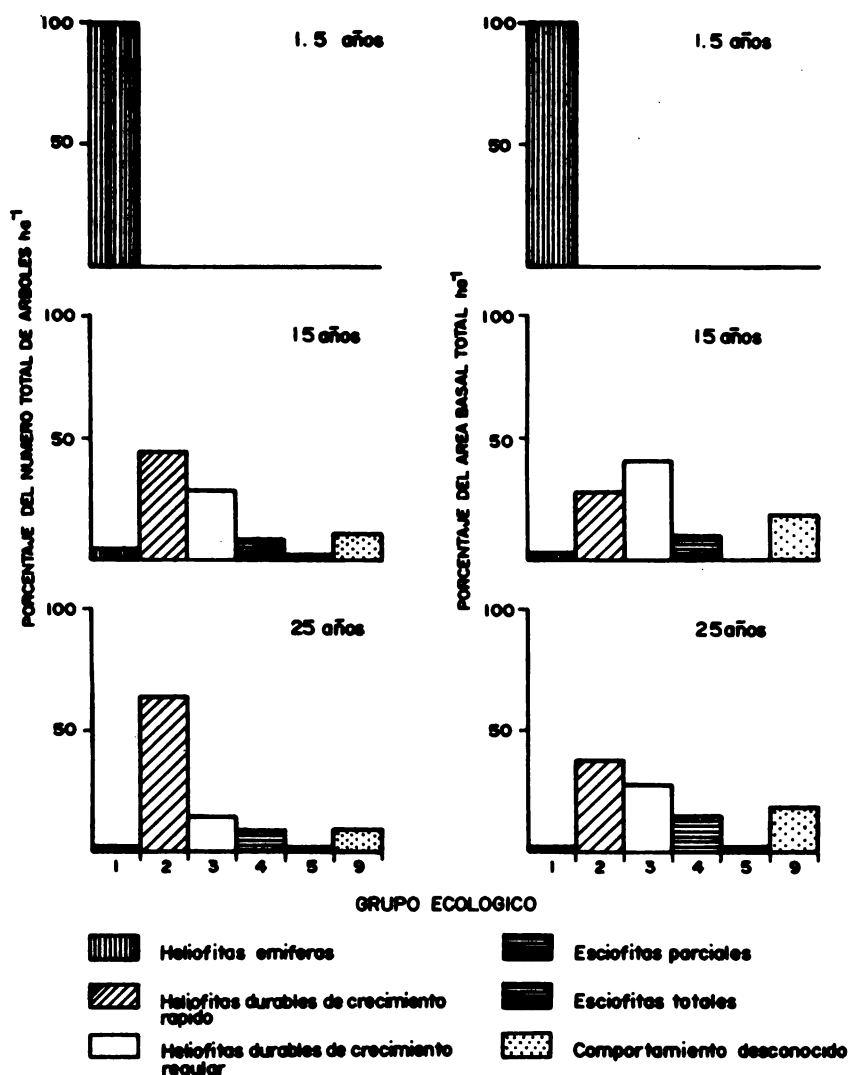


Figura 4. Representación de los grupos ecológicos en bosques secundarios de 1,5; 15 y 25 años de edad. Finca Tirimbina, Sarapiquí, Costa Rica.

hay una dominancia total y exclusiva de especies heliófitas efímeras (principalmente *Ochroma lagopus* y *Trema interrigima*). En cambio, en las otras parcelas éstas y las esciófitas totales son las especies menos frecuentes.

En la parcela de 15 años las heliófitas efímeras son representadas por pocos árboles de gran diámetro, como lo indica el hecho de que dichas especies constituyen un porcentaje alto del área basal total y un porcentaje menor de la abundancia total.

Como se puede apreciar en la Figura 4, las parcelas de 15 y 25 años son dominadas por las especies heliófitas durables, las cuales suman el 73 y 79% del área basal total a los 15 y a los 25 años, respectivamente.

Se destaca el hecho de que en las dos parcelas las heliófitas durables de crecimiento rápido (grupo 2) representan una proporción mayor del área basal total y menor de la abundancia total. La situación contraria se presenta con respecto a las especies de crecimiento más lento (grupo 3).



Esto se debe simplemente a las tasas de crecimiento, dado que las especies del grupo 2 alcanzan posiciones dominantes y engruesan más, mientras las del grupo 3 se encuentran en posiciones inferiores en el bosque y crecen proporcionalmente más en altura que en diámetro.

Las distribuciones del número total de árboles por clases diamétricas en las parcelas de 15 y 25 años (Fig. 5) forman curvas aproximadamente exponenciales, típicas de bosque natural (Unesco, 1980). Destaca el crecimiento rápido de las especies heliófitas durables, encontrándose más de 150 árboles ha^{-1} con $dap > 20$ cm a los 15 años y casi 100 árboles ha^{-1} $dap > 30$ cm a los 25. Los dos árboles más gruesos en la parcela de 25 años son remanentes del bosque primario.

La parcela de 15 años presenta numerosos tocones gruesos con rebrotes, principalmente de la especie dominante del bosque primario, *Pentaclethra macroloba* excluidos de este análisis.

Es importante destacar que las distribuciones diamétricas "positivas" del conjunto de especies en las dos parcelas de edad avanzada no indican un proceso continuo de regeneración de las especies dominantes.

Las distribuciones diamétricas de las especies más abundantes (*Simarouba amara* en la parcela de 15 años con 197 árboles ha^{-1} y 18% del área basal total y *Vochysia ferruginea* en la parcela de 25 años con 135 árboles ha^{-1} y 47 del área basal total) que se muestran en la Figura 6 son "neutras" o negativas (Unesco, 1980). El número de árboles se mantiene o aumenta al aumentar el diámetro, indicando el desarrollo de una jerarquía de árboles dominantes y árboles dominados en una población coetánea (Harper, 1977).

En cambio, las poblaciones de la especie esciófita parcial *Pentaclethra macroloba* en las dos parcelas si muestran curvas aproximadamente exponenciales (Fig. 6), sobresaliendo en el caso de esta especie el crecimiento relativamente lento.

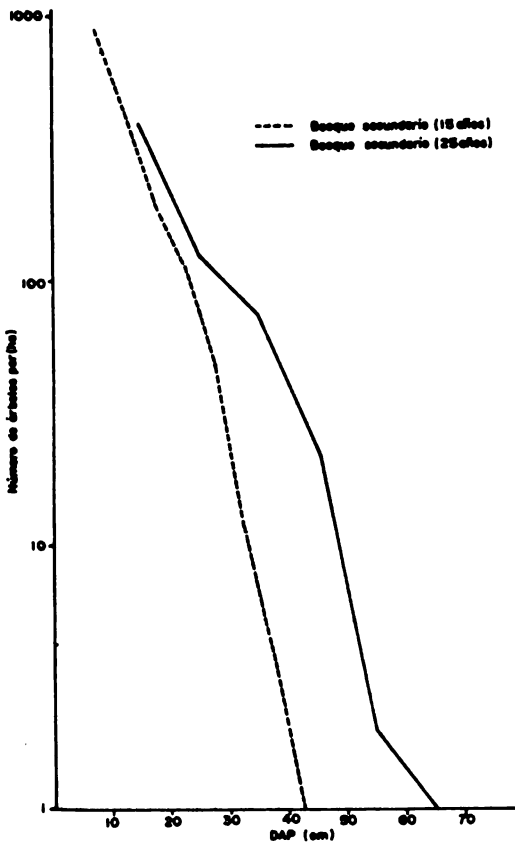


Figura 5. Representación semilogarítmica de la distribución del número de árboles por clases diamétricas en bosques de 15 y 25 años. Finca Tirimbina, Sarapiquí, Costa Rica.

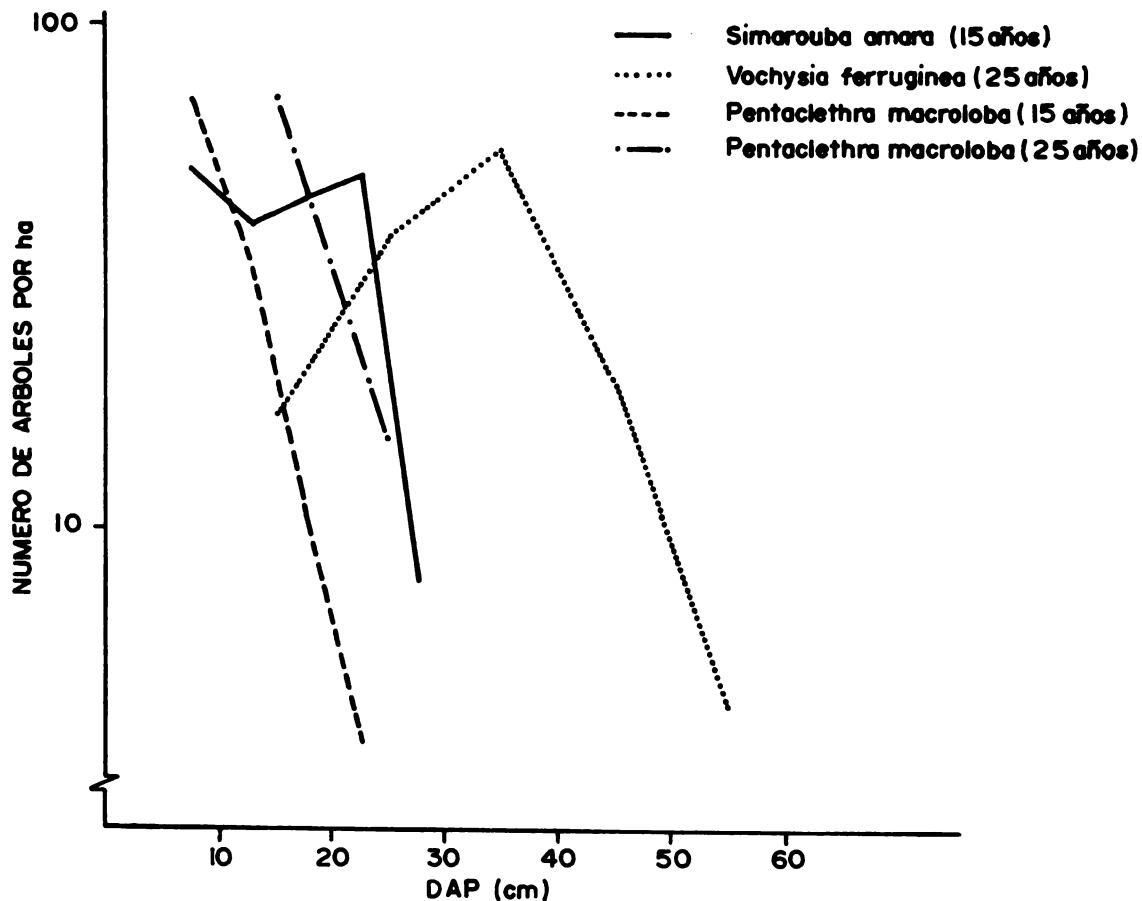


Figura 6. Representación semilogarítmica de la distribución del número de árboles por clases diamétricas de especies seleccionadas en bosques secundarios. Finca Tirimbina, Sarapiquí, Costa Rica.

El Cuadro 2 resume la información básica de las parcelas desde el punto de vista de los grupos comerciales. En la parcela de 1,5 años un 100% de la población de árboles de dap > 5 cm está en la clase "otras especies", pues las especies heliófitas efímeras no tienen uso en el país. Sin embargo, un muestreo realizado en 15 subparcelas de 10 m x 10 m ubicados al azar en esta parcela reveló la presencia de más de 2000 brinzales y latizales (dap < 5 cm, altura > 30 cm) por hectárea de especies heliófitas durables de la clase comercial "aceptable".

La parcela de 15 años es dominada por especies "aceptables", que forman un 78% del área basal total ha⁻¹ y 68 del total de ár-

boles ha⁻¹. Árboles sin uso actual o potencial conocido ("otras especies") forman sólo el 20% del área basal total y el 25 de la abundancia.

La parcela de 25 años está dominada por especies "comerciales". En este caso la especie dominante, *Vochysia ferruginea*, está clasificada como "deseable". Como consecuencia, el 48 del área basal y el 21% de los árboles ha⁻¹ lo forman especies deseables. Agregando a esta masa los árboles de especies aceptables, el área basal comercial alcanza un 83% del total ha⁻¹ y 445 árboles comerciales ha⁻¹, es decir el 66% del total.

Se destaca la casi ausencia de palmas en las dos parcelas mayores, encontrándose



Cuadro 2. Distribución del área basal (G) y número de árboles (N) por grupos comerciales en bosques secundarios de edades diferentes, Finca Tirimbina, Sarapiquí, Costa Rica. D = especies deseables, A = especies aceptables, O = otras especies, P = palmas

		Parcela de bosque secundario					
		1,5 años		15 años		25 años	
Grupos comerciales	G			0,49	(2,2%)	11,57	(48,4%)
	D						
	N						
	G			17,54	(77,4%)	8,37	(35,0%)
	A						
	N		-	1287	(68,0%)	300	(44,3%)
	G	9,39	(100,0%)	4,61	(20,3%)	3,97	(16,6%)
	O						
	N	222	(100,0%)	472	(24,9%)	232	(34,3%)
	G	-		0,03	(0,1%)	-	-
P							
N	-		3	(0,2%)	-	-	

3 ha⁻¹ (0,2% de la población total) en la de 15 años y ninguna en la de 25 años. En los bosques primarios de la zona hay tres especies de palma abundantes. Aunque aquí no se considera la recuperación de la diversidad biológica en bosques secundarios, el comportamiento de las palmas muestra que no hay relación directa entre esta variable y la recuperación de la biomasa, la cual puede calificarse como rápida.

Volumen comercial

Los bosques secundarios tienen características especiales en lo que a la determinación del crecimiento y rendimiento se refiere. Ya que, según el modelo desarrollado por el GSNB, el dosel superior del bosque durante las primeras tres fases del desarrollo es un rodal aproximadamente coetáneo, si se sabe el año de abandono de

la parcela, se pueden calcular tasas promedio anuales de crecimiento, dividiendo las primeras mediciones entre la edad de la parcela. En este documento se utiliza este procedimiento para estimar el incremento promedio anual del volumen comercial.

El volumen de fustes en pie se determina utilizando la ecuación:

$$V \text{ (m}^3\text{ha}^{-1}\text{)} = \sum (g \cdot hc) 0.6$$

donde:

V = el volumen de fustes ha⁻¹ (con corteza),
g = el área basal de los árboles individuales,
hc = la altura hasta la base de la copa
0,6 es un factor de forma asumido

El incremento promedio anual de volumen en las dos parcelas se determina dividiendo V entre 15 ó 25. Se excluyeron de



este análisis árboles bifurcados arriba del punto de medición y rebrotes procedentes de tocones de la vegetación anterior.

Los resultados de este análisis se presentan en el Cuadro 3 para las parcelas de 15 y 25 años. El volumen de fustes a los 15 años es $113,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y, a los 25 años, $204,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. El 82% del volumen en la parcela de 15 años está formado por especies aceptables ($93,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). A los 25 años el 59% ($121,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) del volumen lo forman las especies deseables, y el 15% las especies aceptables, alcanzando el 74,0 del total ($183,0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$).

En el bosque de menor edad el incremento promedio anual de volumen total de fustes ha sido de $7,59 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ durante 15 años y de $8,18 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ durante 25 años en bosque de mayor edad. Los incrementos de volumen comercial han sido $6,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y $7,32 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ en los bosques de 15 años y 25 años, respectivamente ("deseables" + "aceptables").

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES PARA LA SILVICULTURA Y EL MANEJO

Los datos presentados aquí muestran que los bosques secundarios de la zona de estudio son un recurso forestal de gran potencial. En muchas situaciones la intervención humana pasada ha creado condiciones ambientales que favorecen el establecimiento y crecimiento rápido de un grupo bien definido de especies comerciales, las heliófitas durables. La abundancia de árboles maderables puede alcanzar, a partir de la regeneración natural, los niveles establecidos en plantaciones. El incremento promedio anual de volumen de fustes, calculado asumiendo una población coetánea, es alto para un bosque natural sin tratamiento, como se puede apreciar si se comparan los datos del Cuadro 3 con la información del Cuadro 4 recopilada por Wadsworth (1983). Se debe tomar en cuenta que quizás las cifras de este cuadro se obtuvieron por metodologías diferentes. Sin embargo, queda claro que los sistemas más productivos de manejo de bosques tropi-

Cuadro 3. Volumen en pie e incremento promedio anual de volumen (IMAV) de fustes en los bosques secundarios de 15 y 25 años, Finca Tirimbina, Sarapiquí, Costa Rica. Grupos comerciales: D = especies deseables, A = especies aceptables

	Volumen de fustes en pie ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)			Incremento anual de volumen de fustes ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$)		
	Total	Grupo comercial D	Grupo comercial A	Total	Grupo comercial D	Grupo comercial A
Bosque de 15 años	113,8	2,8 (2,46)	93,16 (81,8)	7,59	0,19	6,21
Bosque de 25 años	204,5	121,2 (59,3)	61,8 (14,8)	8,18	4,85	2,47



cales húmedos (p.e. el Sistema de Dosel Protector de Trinidad) son los que se basan en bosques secundarios según la definición adoptada por el GSBN. Dawkins (1958) plantea un sistema monocíclico (o sea, conversión a bosque secundario) para alcanzar el incremento anual teórico máximo de volumen de $9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

El término productivo se refiere, por supuesto, específicamente al volumen de madera. Se debe aceptar que las maderas producidas en bosques naturales coetáneos son de tipo relativamente suave y poco durable, con algunas excepciones, dependiendo de la región geográfica. Finegan (en prep.) hace un análisis más profundo de este tema.

Actualmente el GSBN está instalando experimentos silviculturales en bosques secundarios. El marco general silvicultural está determinado por el hecho que los bosques a manejar son aproximadamente coetáneos y las especies maderables son heliófitas, situación en la cual se plantea un sistema silvicultural monocíclico. En esta etapa de la investigación se plantean como objetivos generales de manejo los siguientes: producir al final del turno 100 árboles ha^{-1} del grupo de heliófitas durables maderables; producir leña por medio del manejo de rebrotes de especies seleccionadas con un turno de 10 años y una intensidad que no perjudique el primer objetivo.

Los enfoques específicos de los experimentos son los siguientes:

- Asegurar la regeneración del rodal. Ya que el proceso de regeneración no es continuo, se deben tomar medidas para inducir el establecimiento y asegurar la supervivencia de plántulas de las especies deseadas. Ello implica la apertura del bosque para crear las condiciones ambientales necesarias.
- Determinar el papel de las especies heliófitas efímeras en el desarrollo del rodal. Las especies comerciales comparten el rodal durante más de 10 años con este

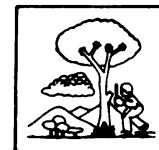
Cuadro 4. Incrementos anuales de volumen en bosques tropicales húmedos de regiones tropicales, sin y con intervención silvicultural

Incremento anual de volumen de fustes ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)		
Bosques primarios sin tratamiento	Africa	1,8 - 2,9
	América	
	Asia	
	Africa	
	Nigeria	4,2
	General	1 - 2
Bosques con tratamiento	América	
	Puerto Rico	3,3
	Trinidad	6,2
	General	1 - 3
	Asia-Pacífico	
	Malasia	2,2 - 4,2
	Queensland	2,8
General	2 - 4	
	Máximo	
	General	4 - 9

Tomado de Wadsworth (1983)

grupo de especies que son vistas como malezas y que potencialmente retardan el desarrollo de árboles deseables. En cambio, la presencia de las heliófitas efímeras en el rodal suprime las herbáceas y enredaderas de la primera fase de la sucesión. Se están evaluando experimentalmente estos efectos de las heliófitas efímeras con el fin de formular recomendaciones sobre el tratamiento silvicultural en la segunda fase de la sucesión.

- Probar los efectos del raleo en la tercera fase de la sucesión. El área basal total alta y el alto número total de árboles ha^{-1} de los bosques en la tercera fase de la sucesión (Cuadro 1) indican la necesidad de realizar un raleo para favorecer el crecimiento de árboles seleccionados. Como ensayo preliminar se está evaluando el efecto de una explotación de *Inga thibaudiana* y otras especies para leña en el bosque de 15 años.



- El sistema monocíclico como alternativa de manejo del bosque explotado. Dos sistemas silviculturales exitosos en el bosque tropical húmedo han involucrado la conversión de bosque primario, después de una explotación, a un rodal aproximadamente coetáneo: el Sistema Uniforme de Malasia y el Sistema de Dosel Protector de Trinidad (Baur, 1964; Neil, 1981). Las ex-

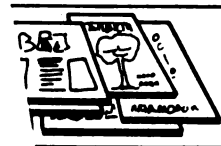
periencias del GSBN en bosques secundarios indican que esta estrategia es una alternativa viable en los bosques explotados de la zona de estudio. Por lo tanto, en el contexto de una unidad demostrativa de manejo de 35 ha de dicho tipo de bosque, se está evaluando por medio de experimentos la regeneración natural bajo dosel protector.

BIBLIOGRAFIA

- ALDER, D. 1980. Forest volume estimation and yield prediction; yield prediction. FAO Forestry Paper No.22/2. 194 p.
- BATISSE, M. 1986. La evolución y el enfoque del concepto de reserva de biósfera. La Naturaleza y sus Recursos (UNESCO) 22:1-10.
- BAUR, G.N. 1964. The ecological basis of rainforest management. s.n.t. 499 p.
- BUDOWSKI, G. 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. Turrialba (Costa Rica) 15(1):40-42.
- BUDOWSKI, G. 1985. La Conservación como instrumento para el desarrollo. [Antología]. San José, Costa Rica, Editorial UNED. 398 p.
- CAMINO V., R. DE. 1985. Incentivos para la participación de la comunidad en programas de conservación. Guía FAO Conservación No.12. 208 p.
- CAMINO V., R. DE. 1987. Algunas consideraciones económicas en el manejo de bosques tropicales. In Management of the forests of tropical America: prospects and technologies, 1986, San Juan, Puerto Rico. Proceedings of a conference. Ed. por Julio C. Figueroa; Frank H. Wadsworth; Susan Branham. U.S.D.A. Forest Service. pp. 175-188.
- CASTILLO-MUÑOZ, R. 1983. Geology. In D.H. JANZEN. ed. Costa Rican natural history. University of Chicago Press. pp. 47-62.
- CATIE. 1987. Informe Anual FOREST/CATIE.



- CIFUENTES ARIAS, M. 1983. Reservas de biósfera: clarificación de su marco conceptual y diseño y aplicación de una metodología para la planificación estratégica de un subsistema nacional. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 209 p.
- CLARK, D.A.; CLARK, D.B. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. *Revista de Biología Tropical* 35 (suplemento) (Costa Rica):41-54.
- DAWKINS, H. 1958. The management of natural tropical high forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute Paper No.34. (Oxford). 134 p.
- DENSLOW, J.S. 1980. Gap partitioning among tropical rainforest trees. *Biotropica* 12 (suppl.) (EE.UU.):47-55.
- DOUROJEANNI, M.J. 1987. Manejo de bosques naturales en el trópico americano: situación y perspectivas. *Revista Forestal del Peru* 14:91-108.
- FINEGAN, B. 1984. Forest succession. *Nature (Inglaterra)* 311:109-114.
- FINEGAN, B. 1988. Potencial económico, ecología y silvicultura de bosques neotropicales secundarios (revisión de literatura e informe de proyecto. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 70 p. (Borrador).
- FLORES RODAS, J. 1985. Diagnóstico del sector industrial forestal. San José, Costa Rica, EUNED. 116 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1981. Manual of forest inventory. Forestry Paper No.27. 200 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1986. Plan de Acción Forestal en Los Trópicos. *Unasylva* 38(152):37-64.
- GOMEZ-POMPA, A.; VAZQUEZ-YANES, C.; GUEVARA, S. 1972. The tropical rain forest: a nonrenewable resource. *Science (EE.UU)* 177:762-765.
- HARPER, J.L. 1977. Population Biology of plants. Londres, Academic Press. 892 p.
- HARTSHORN, G.S. 1980. Neotropical forest dynamics. *Biotropica* 12, (suppl.) (EE.UU.):23-30.
- HARTSHORN, G.S. et al. 1982. Costa Rica: Country environmental profile; a field study. San José, Costa Rica. Tropical Science Centre/AID. 123 p.
- HARTSHORN, G.S. 1983. Plants: introduction. In Janzen, D.H. ed. Costa Rica natural history, University of Chicago press. pp. 118-157.



- HERRERA, W. 1985. Clima de Costa Rica. Vol.2 en Luis D. Gómez, (ed.) Vegetación y clima de Costa Rica. EUNED, San José.
- HUTCHINSON, I.D. 1982. Field enumeration of permanent sample plots in the Mixed Dipterocarp Forest of Sarawak. Kuching, Sarawak, Forest Department. 137p.
- JONKERS, W.B.J. 1987. Vegetation structure, logging damage and silviculture in a tropical rain forest in Suriname. Agricultural University, Wageningen, the Netherlands. 172 p.
- JORDAN, J.W. 1985. Fundamentals of natural forest management in the Gola Forest (Liberia) Mg. Sc. Thesis. West Germany, Universidad de Gottingen. 188 p.
- JUNKOV, M. 1985. Localización y valorización de la masa forestal en Costa Rica. Primera fase: Localización y caracterización. MAG-DGF, PNUD, FAO, USAID, San José, Costa Rica.
- LANLY, J.P. 1982. Los recursos forestales tropicales. Estudio FAO: Montes No.30. 113 p.
- LESLIE, A. 1977. Where contradictory theory and practice co-exist. *Unasyuva* 28(115):2-17.
- LESLIE, A.J. 1987. A second look at the economics of natural management systems in mixed tropical forest. *Unasyuva* 39(155)46-58.
- MANTA NOLASCO, M.I. (Sin publicar). Análisis silvicultural de la regeneración natural de árboles maderables en tres tipos de bosques, zona de Sarapiquí, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 120 p.
- MARTINEZ HIGUERA, H.A. 1979. Producción de un bosque secundario sometido a diferentes intensidades de raleo en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE. 101 p.
- MARTINEZ RAMOS, M. 1985. Claros ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. In Gómez-Pompa, A; Amo R.S. eds. Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. México, INIREB. pp. 191-240
- MASSON, J.L. 1983. Management of tropical mixed forests. preliminary assessment of present status. FAO, Roma. 54 p.
- MATAMOROS DELGADO, A. 1985. Metodología para la planificación estratégica del sub-sistema nacional de reservas forestales y categorías afines; y su aplicación en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 357 p.
- NEIL, P.E. 1981. Problems and opportunities in tropical rain forest management. Commonwealth Forestry Institute Occasional Paper No.16. 126+49 p.



- PEREZ, R.S.; GINNEKEN, P. VAN; PROTTI A., F.; RAMIREZ S. E. 1978. Mapas de capacidad de uso del suelo. San José, Costa Rica, Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria.
- REICHE, C. E.; CAMPOS, A. J.J. 1986. El consumo de leña en los beneficios de café de Costa Rica: problemas y alternativas forestales. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Serie Técnica. Informe Técnico No.68. 72 p.
- ROSETO, P. 1979. Compendio del estudio de producción de un bosque secundario sometido a diferentes intensidades de raleo en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica CATIE. 14 p.
- SALCEDO CALERO, G. 1985. Estudio ecológico y estructural del bosque los espaveles, Turrialba. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 164 p.
- SCHMIDT, R. 1987. Ordenación de los bosques higrofiticos tropicales: información actualizada. *Unasylva* 39(156):2-77.
- SOMARRIBA CHAVEZ, E. 1984. Dinámica de la población de *Goethalsia meiantha* (J. Donn. Smith) Burret en un bosque tropical secundario. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 74 p.
- SWAINE, M.D.; WHITMORE, T.C. 1988. On the difinition of ecological species groups in tropical rain forests. Holanda, Kluwer Academic. 6 p. (Artículo enviado a la revista *Vegetation* para su publicación).
- SYNNOTT, T.J. 1979. A manual of permanent plot procedures for tropical rain forests. Commonwealth Forestry Institute. (Oxford). Tropical Forestry Paper No.14. 67 p.
- TOSI Jr., J.A. 1969. Mapa ecológico de la República de Costa Rica, Centro Científico Tropical, San José.
- UNESCO/PNUMA/FAO. 1980. Ecosistemas de los bosques tropicales: Informe sobre el estado de los conocimientos. Investigaciones sobre los Recursos Naturales XIV. Unesco, Madrid. 717 p.
- WADSWORTH, F.H. 1983. Production of usable wood from tropical forest. In F.B. Golley Ed. Tropical rain forest ecosystems: structure and function, New York, Elsevier Scientific Publishing pp. 279-288.
- WERNER, P. 1985. La reconstitution de la Forest tropicale humide au Costa Rica. Ph.D. Thesis, Suiza, Université de Lausanne. 173 p.
- WHITMORE, T.C. 1984. Tropical rain forests of the far east (second edition). Oxford Clarendon Press, 352 p.
- WYATT-SMITH, J. 1986. Problems and prospects for natural management of tropical moist forests. In F. Mergen & J.R. Vincent (eds.) Natural Management of Tropical Moist Forests. Yale University, New Haven, EE.UU. pp. 6-22