

Kurú: Revista Forestal (Costa Rica) 4(11 y 12 especial), 2007

Manual para promover la regeneración natural en pastos degradados en el Pacífico Central y Norte de Costa Rica

Ruperto Quesada Monge ¹

Agosto, 2008

La elaboración de este manual ha sido financiada por el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) (Costa Rica), dentro del Proyecto Scaling Up PSA.



¹ Instituto Tecnológico de Costa Rica, rquesada@itcr.ac.cr

Editorial: Corporación Garro y Moya S.A.
Curridabat, San José, Costa Rica.
Tel.: (506) 22 72 62 04
Cel: (506) 88 36 70 85

Emails:
lmoya30@hotmail.com
sgarro25@ice.go.cr

Catalogación en la Fuente

634.95
Q 5 m

Quesada Monge, Ruperto.

Manual para promover la regeneración natural en pastos degradados en el Pacífico Central y Norte de Costa Rica / Ruperto Quesada. – 1ª ed. – Corporación Garro y Moya, 2008.
63 p. ; ilus.

I.S.B.N.: 978-9968-9643-1-9

Disponible en <http://www.itcr.ac.cr/RevistaKuru/>

Regeneración natural; Potreros degradados; Pacífico Central; Pacífico Norte; Costa Rica; Sucesión secundaria; Guías técnicas, Bosque secundario, Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

CONTENIDO

RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	4
ÁREA DE INFLUENCIA	5
CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS	9
Clima y vegetación	9
Factores que modifican el clima	9
Frentes fríos, temporales y ondas del este	10
Los vientos y las brisas locales.....	11
Temperaturas e intensidad lumínica.....	11
Descripción de la vegetación.....	12
Suelos	15
Aspectos geológicos de la región	15
Fertilidad de suelo y erosión.....	15
Efecto del fuego en la fertilidad del suelo.....	17
La regeneración natural: estudios previos	20
Sucesión secundaria: etapas de desarrollo de la vegetación	21
Determinantes en la colonización de sitios	22
Plantación de especies forestales: árboles y arbustos	23
Fuentes y disponibilidad de semillas en sitios degradados.....	24
Quemas e incendios forestales: estrategias para la prevención y control	25
Regeneración natural en el Pacífico Central y la parte sur del Pacífico Norte.....	25
METODOLOGÍA	27
DEFINICIÓN DE BOSQUE SECUNDARIO	28
Distribución de los bosques secundarios en el mundo tropical y en Costa Rica	29
¿Por qué se desarrolla el bosque secundario?	31
¿Cómo se desarrolla el bosque secundario?	32
Desarrollo del bosque secundario en zonas bajas calientes y húmedas.....	33
Desarrollo del bosque secundario en zonas bajas calientes y secas.....	34
CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DEL BOSQUE SECUNDARIO	37
Caracterización dasométrica del bosque secundario	40
Bosques secundarios de la región seca.....	40
Bosques secundarios de la región húmeda	42
Posibles contribuciones de los bosques secundarios al desarrollo sostenible	43
Grupos de Usuarios	43
Usos forestales	45
Productos no maderables del bosque – (pnmb).....	45
Significado ecológico	45
Potencial de protección - servicios ambientales (SA).....	46
Marco legal para el manejo del bosque secundario en Costa Rica	46
¿Cómo manejar el bosque secundario?	48
Plan de manejo	49
Tratamientos silviculturales.	50
Cosecha o aprovechamiento.....	50

Liberación	52
Refinamiento.....	53
Saneamiento o mejoramiento.....	54
Raleo o aclareo.....	54
Corta de lianas.....	54
Enriquecimiento	55
Cortas de regeneración	56
Establecimiento del bosque secundario en pastizales degradados.....	56
BIBLIOGRAFÍA	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Mapa de cantones correspondientes al área de estudio de la vertiente Pacífica de Costa Rica (Geotecnología S.A., sf).	9
2	Mapa de principales cuencas en el área de estudio Pacífico Central de Costa Rica (ICE, sf).	11
3	Mapa de Zonas de Vida según el Sistema de Clasificación de Holdridge, para el área de estudio Pacífico Central de Costa Rica (basado en propuesta de MIDEPLAN, 1991).	12
4	Vista general de la depresión del río Candelaria, en los cantones Puriscal y Acosta (Foto: R, Quesada. 2006), junio 2006.	23
5	Panorámicas de dos bosques secundarios; la superior un bosque secundario joven en el Pacífico Sur cerca de Golfito, la inferior un bosque secundario maduro en la región Huerta Norte (Foto: R, Quesada. junio 2005 y noviembre 2006).	33
6	Esquema de desarrollo de un bosque secundario de zonas bajas caliente y húmedo en Costa Rica. Basado en modelo de Finegan y Sabogal, 1988 y Finegan, 1992, modificados por el autor.	37
7	Esquema de desarrollo de un bosque secundario de zonas bajas caliente y seca. Modificado Spittler (2001).	39
8	Aprovechamiento de individuos comerciales en bosque secundario región Huerta Norte (Foto: R, Quesada. julio 2000).	53
9	Ilustración de un bosque secundario en el Pacífico Central, con una alta densidad de árboles de muchas especies. (Foto: R, Quesada. junio 2005).	54
10	Efectos de la aplicación del refinamiento en árboles no comerciales, bosque secundario de 21 años de edad en región Huerta Norte. (Foto: R, Quesada. setiembre 1999).	55
11	Aplicación de la corta de bejucos en individuos comerciales, bosque secundario de 12 años de edad en región Huerta Norte. (Foto: R, Quesada. setiembre 1999).	56
12	Enriquecimiento de bosque secundario en primeras fases de desarrollo con especies comerciales de alto valor región Huerta Norte. (Foto: R, Quesada. agosto 2004).	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros		Página
1	Concentración de nutrimentos de las muestras de los tres suelos en Barbacoas, Puriscal, Costa Rica.	21
2	Resumen de definiciones de bosque secundario.	32
3	Crisis de la actividad ganadera y su efecto sobre el sector forestal (1979-1994). Tomado de Berti (1999).	35
4	Principales características de las estrategias de reproducción (tomado de Valerio y Salas, 1997).	41
5	Características biológicas y ecológicas generales de las especies de los cuatro gremios forestales de los bosques húmedos tropicales (Tomado de Finegan, 1993).	43
6	Resumen de variables dasométricas según fase de desarrollo, edad, número de árboles/ha, área basal/ha, número de especies y masa remanente, para bosques secundarios en Guanacaste.	44
7	Resumen de variables dasométricas según edad, número de árboles/ha, área basal/ha, para un diámetro mínimo de medición 5 cm, en bosques secundarios en zonas húmedas de Costa Rica.	45
8	Intereses predominantes de los diferentes grupos metas con relación a las distintas funciones que cumplen los bosques secundarios (Tomado de ECO, 2000).	46
9	Relación de intensidad de manejo según tipo de bosque secundario y según tipo de producto esperado.	51
10	Intensidad de aplicación de tratamientos silviculturales según tipo de bosques secundarios y fase sucesional.	59

Manual para promover la regeneración natural en potreros con pastos degradados en el Pacífico Central y Norte de Costa Rica

Resumen

El tema de restauración ecológica o recuperación de áreas degradadas, toma hoy día una importancia que hace unas décadas no la tenía, básicamente por situaciones como la degradación del paisaje y además que se ha revalorizado el bosque como agente por medio del cual se obtiene una serie de beneficios para la sociedad y en particular lo concerniente con la captura de carbono y también en brindar nuevas opciones a los campesinos para mejorar su condición de vida.

Es en este contexto donde debe resaltarse la importancia de tener un manual práctico por medio del cual los campesinos en una forma clara y sencilla puedan comprender los alcances que tiene el dejar que sus áreas de potreros degradados se recuperen y se reviertan en bosques. Todo lo anterior sucede bajo un proceso natural de promoción y favorece el establecimiento de la regeneración natural y que con sólo esta acción se inicia el proceso que culmina con un bosque secundario maduro, al cabo de los años. A lo largo de todo el proceso, lo que se gana son beneficios que se pueden medir en términos de: la ganancia de cobertura, la recuperación de áreas degradadas en área con vegetación, la reducción de erosión, el aumento de la biodiversidad, la protección de las fuentes de agua, la belleza escénica, aspectos todos que la sociedad hoy día valora. Por lo tanto, hay que motivar al campesino para que adopte el manual que se ofrece y lo ponga en práctica, con esta acción se garantiza el inicio de un proceso del cual todos nos veremos favorecidos.

Para propiciar el establecimiento del bosque secundario en pastizales degradados, debe brindarse cierta información necesaria al propietario acerca de los beneficios económicos, ambientales y sociales que se tienen al tomar esa decisión.

Normalmente, el propietario deja en abandono tierras por diferentes causas:

- ? La rentabilidad disminuye y es costoso continuar con la actividad agrícola ahí desarrollada, en particular sobre áreas de pastizales debido a la pérdida de productividad. Así, la degradación de las áreas agrícolas y ganaderas se convierte, indirectamente, en la principal causa que promueve el abandono y consecuente recuperación de las fincas.
- ? La pendiente del terreno establece el límite para realizar labores de preparación, pero a su vez se convierte en la variable más importante para definir el uso de la tierra, según la metodología de capacidad de uso del suelo. Por lo tanto, si el objetivo es ganar cobertura a través de la recuperación de pastizales degradados, se debe convencer al propietario que ese terreno no debe volverse a emplear en ganadería. Esto debido a que los rendimientos son bajos comparados con terrenos con pendientes menores, donde el pastizal crece mejor, además donde la erosión no es problemática.

Mediante estas consideraciones, se pretende favorecer el establecimiento de un bosque secundario, por medio del cual se garantice un incremento en la biodiversidad (plantas y animales), además de lograr en forma directa la protección de los suelos, y la captura de carbono. Por lo tanto, dentro de la unidad productiva del campesino, existirán áreas que por muy diversas razones no son empleadas por el propietario: están en una condición de abandono, bien en un periodo de descanso (término empleado para indicar que se tiene un terreno en recuperación de fertilidad del suelo), o bien, porque las condiciones del sitio no son aptas para actividades agrícolas.

Algunas de las características que pueden o tienen que tener en común las fincas o propiedades en las cuales se incentivaría la recuperación a través del proceso de regeneración natural, serían:

- ? La cobertura actual de pastos o potreros.
- ? Propiedades o fincas recién abandonadas.
- ? Normalmente con topografía ondulada mayor a 25% y quebrada menor a 60%.
- ? Normalmente con escasos o ningún árbol.
- ? La presencia de roca constituye una limitante para el pastoreo.
- ? Sin fuentes de agua cercanas para el ganado vacuno o caballar.
- ? La capa del suelo orgánico escaso o sin ella.
- ? La calidad de pastura (especie de gramínea) de bajo rendimiento.
- ? Potreros en descanso (varios años).

Las mismas características pueden considerarse en forma individual o combinada. Algunos de los problemas que pueden presentarse al campesino para continuar trabajando el área serían:

- ? La falta de interés en continuar trabajando el terreno debido a la baja productividad.
- ? La falta de dinero para cubrir los costos de mantenimiento de potreros.
- ? La crisis económica en la venta del hato ganadero.
- ? El desarrollo de otra actividad más rentable.
- ? La desintegración familiar.
- ? La necesidad de fraccionar la unidad productiva.

Se pretende que el propietario contribuya al establecimiento del bosque secundario, adicionalmente él tendrá acceso a los fondos económicos existentes por permitir la recuperación de bosques. Lo cual debe ser visto como una forma de compensación por dejar recuperar esta parte de su finca.

Palabras clave: Regeneración natural, Potreros degradados, Pacífico Central, Pacífico Norte, Costa Rica, Sucesión secundaria, Guías técnicas.

Abstract

Manual to promote natural regeneration of fields with degraded pasture in the central Pacific and Northern Costa Rica. The ecological restoration or degraded areas recovery topic, has nowadays an importance it did not have a decade ago, basically due to situations like landscape degradation and value increase of the forest as means by which a series of benefits to the society and in particular concerning to carbon sequestration and new opportunities to the farmers to improve their living standard are achieved.

Is in this context where it must be emphasized the importance to have a practical manual by which the farmers in a simple and clear way could comprehend the scopes of leaving their degraded field areas to recover and revert to forest. All the above happens under a promotion natural process and favors the establishment of natural regeneration and just this action will start the process that through the years will culminate with a mature secondary forest. And through the process, benefits are achieved that can be measured in terms of: cover gain, degraded areas recovery in areas with vegetation, erosion reduction, biodiversity increase, water source protection, scenic beauty, all aspects that are valued by the society. Therefore the farmer must be encouraged to adopt and use this manual that will guarantee the starting of a process by which everyone will be benefited.

To promote the secondary forest establishment on degraded grasslands, certain information about the economic, environmental and social benefits that must be taken in account in making the decision, must be available.

Normally the owner abandons his land for different reasons:

- ? Profitability decrease and increase in agricultural activity costs, particularly in degraded grasslands due to a productivity loss. Therefore, degradation of cattle rising and agricultural areas indirectly becomes the main cause that motivates the abandonment and subsequent field recovery.
- ? Terrain slope defines the limit to carry on land preparation but at the same time becomes the main variable to establish land use, according to the methodology of soil use capacity. Therefore if the goal is to gain cover through degraded grassland recovery, the owner must be convinced that the farm must not be used again for cattle rising. This due to lower productivity, compared to land with lower slopes, where the grass grows better and erosion is not a problem.

It is sought through this consideration, to favor the establishment of a secondary forest that guarantees an increase in biodiversity (plants and animals), besides to directly achieve soil protection and carbon sequestration. Therefore, within the farmers productive unit, there will be areas that for different reasons are not used by the owner: they are in abandonment condition, either in a resting period (term used to indicate the land is in a soil fertility recovery period) or because site conditions are not apt for agricultural activities.

Some characteristics that can or most have in common the farms or properties in which recovery through natural regeneration process would be encouraged are:

- ? Actual grassland and field cover.
- ? Recently abandoned properties or farms.
- ? Normally with undulated topography higher than 25% and broken less than 60%.
- ? Normally with few or no trees.
- ? Rocks presence is limiting for grazing.
- ? With no water sources for cattle or horses rising.
- ? Scarce or no layer of organic soil.
- ? Low productivity quality of grass.
- ? Fields in resting condition (several years).

Some characteristics can be considered individually or combined. Some problems that the farmer can face in order to continue working the area could be:

- ? Lack of interest to continue working the field due to low productivity.
- ? Lack of money to cover field maintenance costs.
- ? Economic crisis in the livestock sale.
- ? Development of a more profitable activity.
- ? Family disintegration.
- ? Necessity to break up productive unit.

It is sought that the owners contribute to the establishment of secondary forest. Additionally they will have access to the existing funds to allow forest recovery. This must be seen as a compensation for allowing for the recovery of this part of their farm.

Key words: Natural regeneration, Degraded pasture lands, Pacífico Central, Pacífico Norte, Costa Rica, Secondary growth, Technical guidelines.

INTRODUCCIÓN

Dada la pérdida de cobertura vegetal que se dio en el pasado, la administración forestal del Estado (Costa Rica), a través de los diferentes entes, inicia amplios esfuerzos para controlar y revertir el proceso de pérdida de esta cobertura. En los años 80 y a mediados de los 90, la destrucción de los ecosistemas respondía a necesidades que hoy día en el siglo XXI han cambiado. Entre esos grandes cambios que la sociedad costarricense ha logrado, se debe mencionar el cambio de actitud hacia la destrucción del bosque. Por el contrario, según los últimos estudios realizados sobre cobertura, se demuestra un incremento en el país, y en particular en la zona de Guanacaste, tal como quedó demostrado en el estudio de cobertura del 2005 (Calvo *et al*, 2006).

Dentro de todo el contexto que se manifiesta a finales de 1990, con la creación de nuevas organizaciones llamadas a contribuir de alguna manera en el manejo de los recursos naturales y de nuevas leyes, se crean los escenarios para que se puedan expresar diferentes formas de manejo forestal y de la utilización de los recursos. Es así como la Ley de Biodiversidad N° 7788 de 1998 (Ley de Biodiversidad N° 7788, 1998), incorpora aspectos que contribuyen a valorar procesos ecológicos que antes eran vistos como obstáculos para el desarrollo y específicamente al referirse de una forma directa a la restauración de ecosistemas.

Debido a nuevas tendencias, la Ley de Biodiversidad en el artículo 7 (Definiciones) indica: *“Restauración de la diversidad biológica: Toda actividad dirigida a recuperar las características estructurales y funcionales de la diversidad original de un área determinada, con fines de conservación”*. p 33. (Ley de Biodiversidad N° 7788, 1998).

De igual manera y en relación con el tema que compete, la Ley de Biodiversidad en el Capítulo IV sobre “Conservación y uso sostenible de ecosistemas y especies”, establece en el artículo 53 dedicado a la restauración, recuperación y rehabilitación (de ecosistemas): *“La restauración, recuperación y rehabilitación de los ecosistemas, las especies y los servicios ambientales que brindan, deben ser fomentados por el Ministerio del Ambiente y Energía y los demás entes públicos, mediante planes y medidas que contemplen un sistema de incentivos, de acuerdo con esta ley y otras pertinentes”*. p 79. (Ley de Biodiversidad N° 7788, 1998).

El tema de restauración ecológica o recuperación de áreas degradadas, toma hoy día una importancia que hace unas décadas no tenía, básicamente por situaciones como la degradación del paisaje y la revaloración del bosque, como un agente por medio del cual se obtiene una serie de valores para la sociedad, como captura de carbono. Además, se brindan nuevas opciones a los campesinos para mejorar su condición de vida.

Y es en ese contexto donde se debe resaltar la importancia de contar con un manual, con el cual los campesinos en una forma clara y sencilla, puedan comprender los alcances que tiene el dejar que sus áreas de potreros degradados se recuperen y se reviertan en bosques: charrales, tacotales y bosque maduros. Debe resaltarse que todo se hace bajo un proceso natural de promoción: favorecer el establecimiento de la regeneración natural y que con sólo esta acción se inicia el proceso que culmina con un bosque secundario maduro. A lo largo de todo el proceso, se obtienen beneficios que se pueden medir en términos de la ganancia de cobertura, la recuperación de áreas degradadas en área con vegetación, la reducción de la erosión, el aumento de la biodiversidad, la protección de las fuentes de agua, la belleza escénica. Todos estos son aspectos por los que la sociedad hoy día valora y está dispuesta en colaborar por la conservación de estos ecosistemas.

ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia de esta guía abarca desde la mitad de la península de Nicoya, incluyendo los cantones Nicoya, Hojancha y Nandayure de la provincia de Guanacaste y los distritos peninsulares del cantón central de Puntarenas: Cóbano, Lepanto y Paquera; la parte baja del Tempisque en los alrededores del Parque Nacional Palo Verde, cantones de la provincia de Guanacaste: Bagaces, Cañas y Abangares, y el resto del cantón Puntarenas, Montes de Oro, Esparza, Garabito, Parrita, Aguirre, hasta la desembocadura del río Barú (Dominical); en el interior del país, se incluyen los cantones Orotina, San Mateo y Atenas de la provincia de Alajuela; de la provincia de San José: Turrubares, Puriscal, la parte de la vertiente del Pacífico de los cantones Acosta, Aserrí, Tarrazú, León Cortés, Dota y Pérez Zeledón (MIDEPLAN, 1985) (ver figura 1).

Dentro de esta gran área, se considera como limitante la estacionalidad del “periodo seco” a lo largo de la costa pacífica. La cantidad de meses secos varía de 4 a 6, lo cual presenta un incremento de meses secos hacia el norte. Este aspecto modifica ampliamente las consideraciones que se puedan tener con respecto a la capacidad de crecimiento de la regeneración natural, protección de suelos, mecanismos de polinización y dispersión de las especies y las actividades humanas que se desarrollan en este paisaje. Para el análisis se excluyeron los cantones de Liberia, Filadelfia y La Cruz.

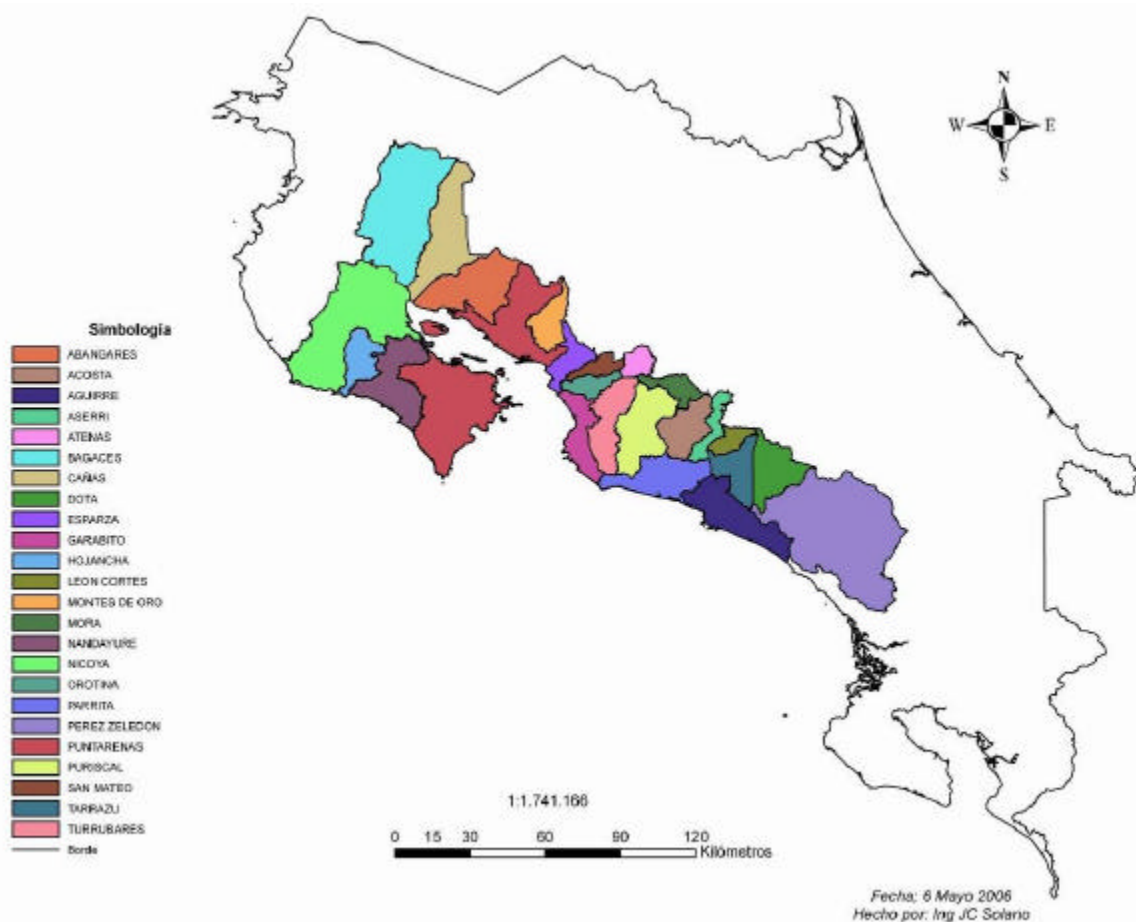


Figura 1. Mapa de cantones correspondientes al área de estudio de la vertiente Pacífica de Costa Rica (Geotecnología S.A., sf).

Esta variable climatológica es suficiente para poder considerar esta región como la zona seca del país. Para analizar la vegetación y el clima de la Región Pacífico Central y Chorotega, se describen tres posibles escenarios:

Escenario 1. Dos grandes zonas de influencia y sus variaciones

Para describir la vegetación y el clima de la región se caracterizan dos grandes zonas: **Bosque seco (Bs-T)** y **Bosque húmedo tropical (Bh-T)**, según la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1982). Dentro de este contexto, se explican las transiciones climáticas de bosques secos a húmedos, debido a la estacionalidad del periodo seco anual. Además, se explican las variaciones altitudinales de la vegetación de Bosques secos y húmedos (o transicionales) a Bosque húmedo premontano (Bhp-T) cercanas a las laderas que colindan con la región. Para este escenario debe tomarse en cuenta que las partes altas de las cordilleras son áreas que por sus pendientes fuertes ya están bajo la categoría de protección, y en algunas existen parques nacionales que las protegen, por lo cual está zonas altas no se consideran como parte del área de trabajo.

Escenario 2. Análisis por Cuenca Hidrográfica

La región se subdivide por cuenca hidrográfica, como unidad socioeconómica. Se describe la vegetación y el clima en función de su impacto e influencia en las actividades humanas productivas. Como macrocuencas se describen las siguientes: Río Tempisque, Río Tárcoles, Río Parrita, Río Savegre y Río Barú (Figura 2).

Escenario 3. Zonas de Vida

Se utiliza como base el Sistema de Zonas de Vida de Holdridge (Holdridge, 1982), para diferenciar y clasificar áreas que difieren en su vegetación, tomando como parámetros el clima (precipitación y evapotranspiración) y la altitud. Además, y dentro del mismo sistema, se localizan las Provincias de Humedad descritas, y que explican patrones climáticos especiales que contribuyen a variaciones tanto en el clima regional como en las Zonas de Vida propuestas (Figura 3).

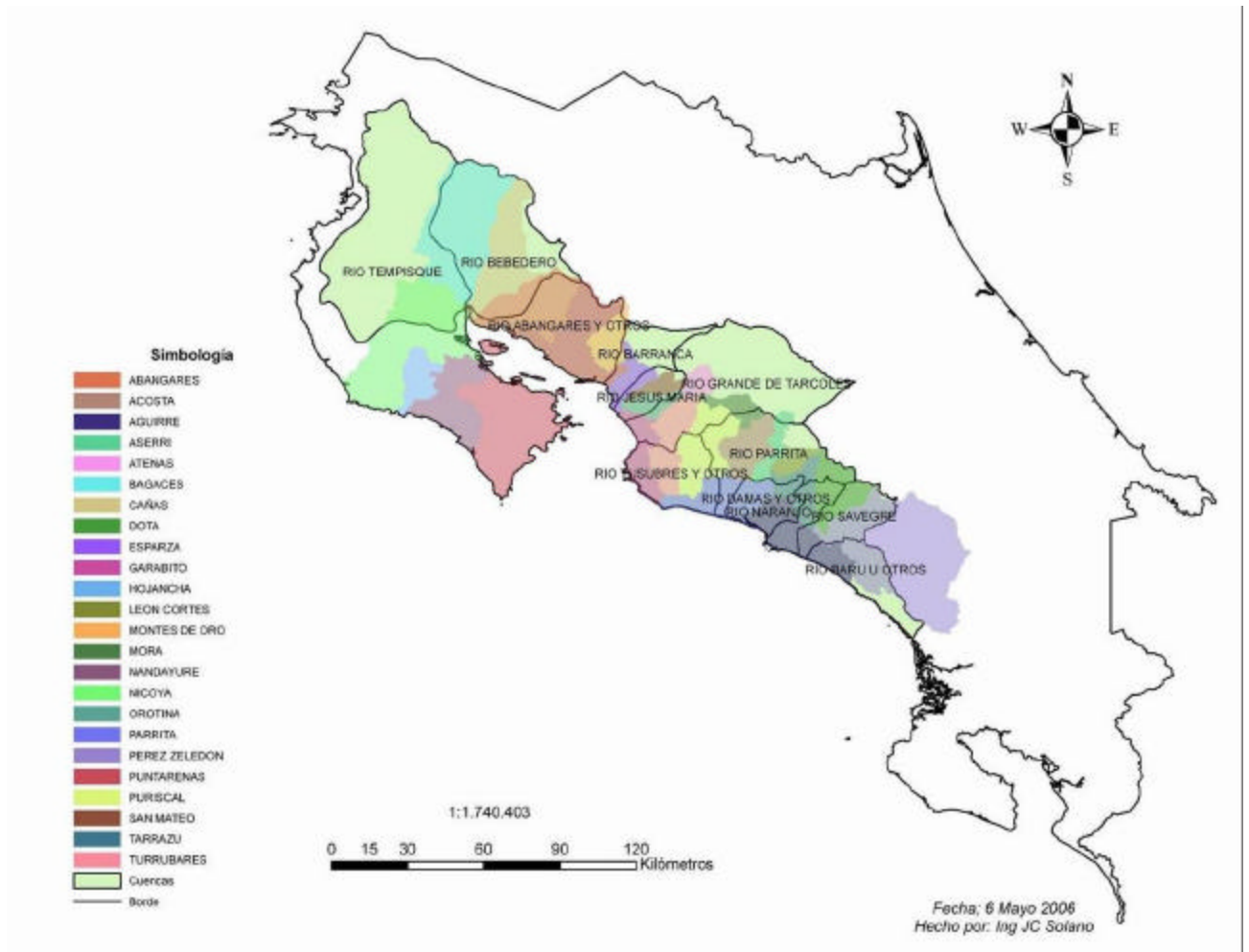


Figura 2. Mapa de principales cuencas en el área de estudio Pacífico Central de Costa Rica (ICE, sf).

Los tres escenarios propuestos pueden combinarse para dar un resultado más real de la caracterización del área de trabajo y por ende de esta guía.

Por lo cual y en vista de hacer un planeamiento que tenga una mayor amplitud de aplicación, lo que se plantea en este trabajo se enmarca entre las regiones Pacífico Central y la parte sur de la Región Chorotega. Con base en la regionalización del territorio costarricense del Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, el trabajo se enmarca en las regiones Pacífico Central y la parte sur de la región Chorotega (Figura 3).

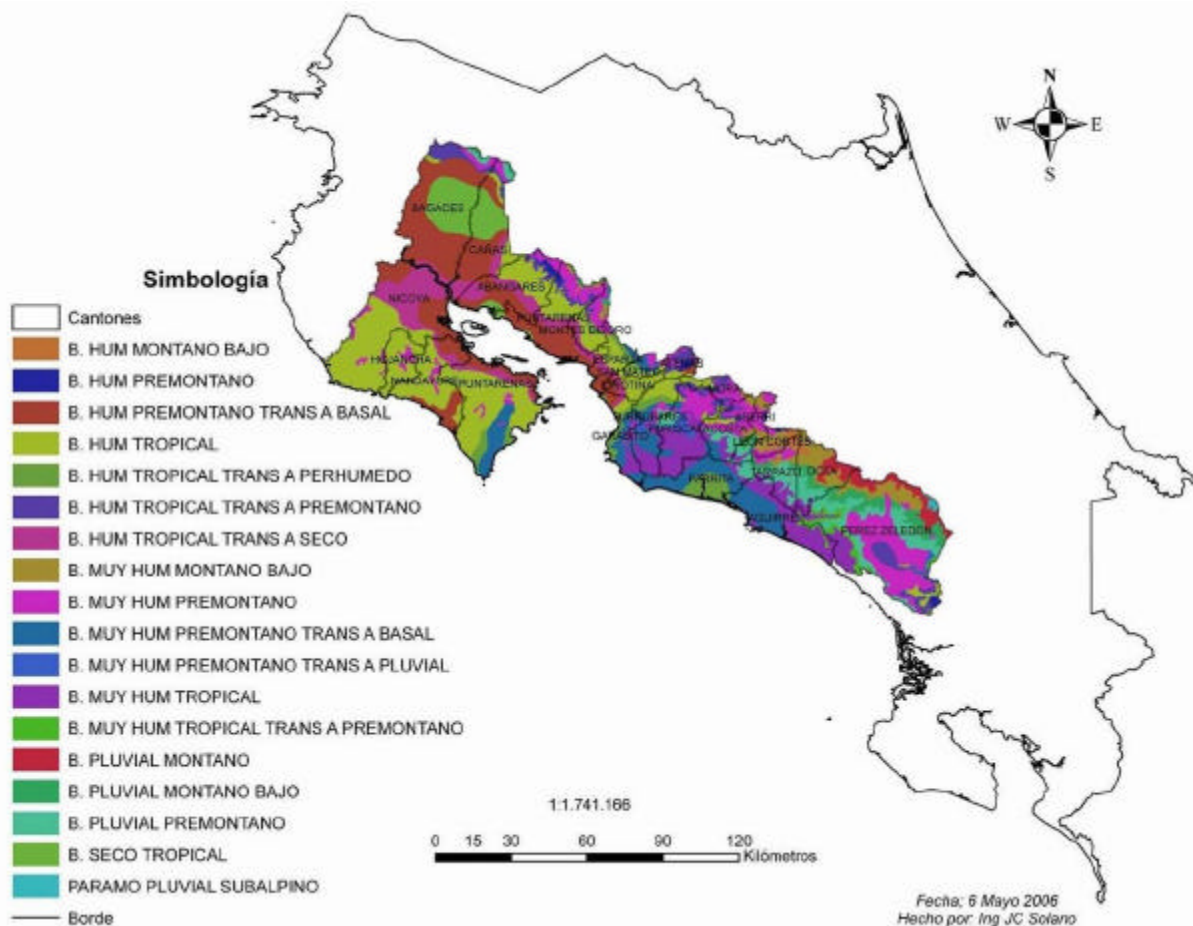


Figura 3. Mapa de Zonas de Vida según el Sistema de Clasificación de Holdridge, para el área de estudio Pacífico Central de Costa Rica (basado en propuesta de MIDEPLAN, 1985).

CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS

Clima y vegetación

La diversidad climática presente en Costa Rica, aún en distancias cortas, se debe a la topografía del país (Budowski, 1962; Herrera, 1985; Gómez, 1986; Coen, 1991). Los macizos, picos volcánicos, cordilleras, altiplanicies y llanuras angostas cercanas a la costa, entre otras, limitan la posibilidad de extrapolar y considerar comportamientos del clima para ciertas regiones, inclusive para áreas pequeñas (Portig; 1965). Así, las formaciones topográficas producen diferentes regímenes térmicos y de lluvias que mantienen constante la heterogeneidad climática a través del país (Coen; 1991).

Gómez (1986) propone una clasificación climática en función del sistema montañoso que ocurre a lo largo de la costa del Pacífico, en la cual se dividen tres regiones definidas como Pacífico Sur o Húmedo, Pacífico Norte o Seco y las estribaciones con la Cordillera y el Valle Central. Comúnmente se divide esta región en "Pacífico Seco" y "Pacífico Húmedo"; Herrera (1985), considera que son generalizaciones incorrectas para zonas climatológicamente heterogéneas, además de estar basadas en rasgos climáticos muy generales, debido a los factores tan variables que modifican el clima a escala local.

En estas áreas, el conocimiento sobre la relación entre el clima y la vegetación es imprescindible para tomar decisiones acerca del posible uso del suelo (Budowski, 1962). Sin embargo, la recolección de información climatológica es deficiente e impide la generalización de patrones climáticos en regiones donde las estaciones meteorológicas son escasas y pobremente distribuidas (Budowski, 1962; Portig, 1965; Gómez, 1986).

En este estudio, se propone una clasificación climática donde se dividen tres asociaciones climático-vegetales dentro del Pacífico, el bosque seco, el bosque húmedo y el bosque muy húmedo, además de sus transiciones (Holdridge, 1947). La principal diferencia con el modelo de Gómez (1986), es que no se toman bloques continuos y a la vez disimilares climatológicamente, por el contrario, se considera que las diferentes formaciones vegetales se encuentran disgregadas en "parches" a lo largo del Pacífico. De esta forma, las condiciones del clima local son más influyentes en el tipo de bosque que ocurra que las condiciones regionales. Además, Holdridge (1947), no considera las posibles transiciones, que por demás son comunes y abarcan una gran área dentro la vertiente (Tosi, 1969).

Dado lo anterior, los sitios (fincas o áreas abandonadas) donde se plantea la promoción de la regeneración natural del bosque, se encuentran dentro de un caleidoscopio de condiciones climáticas y vegetales que van a determinar muchos de los aspectos ecológicos que afectan el proceso de recuperación del sitio.

Factores que modifican el clima

El clima, además de la configuración orográfica, depende de los movimientos de las masas de aire, las corrientes marinas y la inclinación de los rayos solares (Herrera, 1985). Dentro de los fenómenos climáticos que determinan el clima a escala regional se encuentran la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), las ondas de los vientos del este y la depresión polar (Coen, 1991). Sin embargo, existen otros factores determinantes de las condiciones climáticas locales, tales como las vías acuáticas superficiales, el drenaje, la reflexión, la elevación y la cobertura vegetal (Coen, 1991). Portig (1965) considera que la precipitación pluvial es el elemento más importante que modifica el clima y la vegetación en los trópicos, debido a la relativa estabilidad de los vientos y la temperatura durante el año.

No obstante, la precipitación pluvial mantiene una estacionalidad, especialmente en la zona Pacífico Central y región Chorotega de Costa Rica, y como se verá más adelante determina en gran medida las formaciones vegetales (bosques) que se desarrollan, su estructura y composición.

La Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) es una confluencia de vientos provenientes tanto del hemisferio Norte como del Sur, que arrastran humedad y luego se precipita en forma de lluvia en las zonas continentales de Costa Rica y hacia el sur de Centroamérica (Herrera, 1985). El clima de la parte baja centroamericana está determinado, en gran manera, por los movimientos de la ZCIT, provocando una inestabilidad general de las condiciones climáticas bajo su influencia. Sin duda, la ZCIT ha sido considerada como el principal catalizador de las lluvias en los trópicos (Portig, 1965; Coen, 1991; Herrera, 1985; Gómez, 1986), ya que genera fuertes lluvias, tormentas eléctricas y turbulencia, además de un alto dominio de los vientos del suroeste.

Asimismo, se presenta una estacionalidad en cuanto al periodo de afectación de la ZCIT, dependiendo de su movimiento hacia el norte o sur del ecuador terrestre. La ZCIT modifica el clima de Costa Rica, específicamente, desde finales de mayo hasta diciembre, además de contribuir con abundantes periodos de lluvia, especialmente en la región del Pacífico (Herrera, 1985).

Esta zona de convergencia de vientos y masas de aire conforma los patrones de precipitación en la región tropical (Coen, 1991). Para Costa Rica, se han considerado dos regímenes de lluvia claramente definidos, y se clasifican dependiendo de la vertiente, Atlántica y Pacífica. Durante el invierno del hemisferio norte, la zona atlántica es más lluviosa durante diciembre y enero, mientras que su vertiente opuesta, la del Pacífico, experimenta un merma en la cantidad de precipitación para este mismo periodo (Coen, 1991). Sin embargo, y como se ha discutido anteriormente, existen grandes variaciones dentro de ambos regímenes, debido principalmente a la distribución geográfica de la precipitación pluvial. Según Herrera (1985), esto se debe a la orientación de las cordilleras y a la posición de la línea costera con respecto a los vientos predominantes de la estación.

En forma general, el régimen de precipitación del Pacífico, se caracteriza por una precipitación abundante en los meses de mayo a noviembre, siendo setiembre y octubre los meses más lluviosos. Las lluvias ocurren en el periodo vespertino y primeras horas de la noche (Coen, 1991; Herrera, 1985).

Frentes fríos, temporales y ondas del este

Durante el invierno del hemisferio norte, las masas de aire que se encuentran en latitudes subtropicales se enfrían y se movilizan hacia el sur generando fuertes vientos, los cuales colectan humedad al bajar por el golfo de México, y luego impactan las costas centroamericanas con dirección noreste (Coen, 1991). Estos vientos, provenientes de frentes fríos, depositan su humedad a lo largo de las cordilleras centroamericanas provocando modificaciones climáticas denominadas temporales. Estas inestabilidades climáticas afectan considerablemente a la región atlántica, e igualmente permite la formación de los vientos nortes (papagayos) que afectan a la región pacífica (Hammel *et al*, 2004).

Durante este mismo periodo, el cual coincide con la estación seca o menos lluviosa del país, las masas de aire que confluyen en la ZCIT se desplazan hacia el sur, provocando una disminución en la cantidad y frecuencia de las lluvias, y por consiguiente la formación de un periodo seco que se manifiesta en algún grado en todo el litoral del Pacífico (Herrera, 1985).

Al suceder esto, los vientos nórdicos que arriban a Centroamérica se tornan dominantes y provocan cuantiosas lluvias en el Atlántico. Por el contrario, la región pacífica presenta condiciones ventosas y despejadas de nubosidad, características de la estación seca, común en los meses de finales y principios de año (Herrera, 1985).

En ciertas épocas, el patrón normal de dirección y fuerza, con la cual los vientos alisios ingresan al continente, se ve afectado y por consiguiente modificado. Así, los vientos originarios de noreste varían su patrón al de una depresión tropical, originada en el mar Caribe. Aquí, cerca de las costas de América Central, este cambio climático permite la entrada de vientos derivados del oeste, y del Océano Pacífico, los cuales transportan gran cantidad de humedad. Al arribar a las costas y al sistema montañoso del Pacífico, estas masas de aire depositan su humedad en el territorio continental generando lluvias y mal tiempo por periodos de cuatro a seis días, generalmente. Estas inestabilidades climáticas, comúnmente llamados temporales, se presentan más frecuentemente en setiembre y octubre en la vertiente Pacífica, y además aportan la máxima precipitación anual en el Pacífico durante esta época del año (Coen, 1991).

Estos temporales se forman en la interacción del clima y los mares y afectan significativamente las condiciones climáticas del país, debido a que el 69% del perímetro de Costa Rica corresponde a litorales y están en contacto directo con las inestabilidades que provocan las masas de aire oceánicas (Gómez, 1986).

Las ondas del este, por su parte, son alargamientos de los ciclones tropicales, que afectan las condiciones atmosféricas de junio a octubre. Éstas provocan mal tiempo en el litoral atlántico y en las cordilleras anexas, pero sin mayores perturbaciones climáticas en el Pacífico (Herrera, 1985).

Los vientos y las brisas locales

La condición ístmica del territorio costarricense afecta considerablemente las condiciones climáticas. Costa Rica presenta una longitud mínima de 119 km y una longitud máxima de 464 km entre sus dos costas, atlántica y pacífica (Herrera, 1985). Así, y por la estrechez de su territorio, los eventos climáticos que puedan crear disturbios en alguna vertiente, tendrán un efecto significativo sobre su vertiente opuesta.

Existen dos brisas marinas con alguna importancia que incursionan al país por la costa pacífica. La primera ingresa por la cuenca del río Grande de Térraba durante los meses de enero a abril. Esta brisa marina aporta lluvias torrenciales, las cuales no son frecuentes, pero contrarrestan las altas temperaturas de la estación seca. La segunda brisa se introduce por el golfo de Nicoya, la cual interactúa con los vientos alisios y conforman el Frente de Brisa (Zárate, 1974, citado por Herrera, 1985); se presenta de abril a noviembre y desaparece a medida que los vientos alisios aumenten su intensidad (Herrera, 1985).

A una escala menor, los nortes o vientos de Papagayo son más frecuentes y soplan con mayor intensidad de enero a marzo. A estos vientos se les denomina como Papagayo cuando ingresan desde el océano Pacífico hacia tierra adentro, y se les llama nortes cuando se movilizan desde las faldas del sistema montañoso hacia el Pacífico (Coen, 1991).

Temperaturas e intensidad lumínica

La oscilación angular de los rayos del sol tiene poca influencia en el clima costarricense debido al posicionamiento geográfico del país. De esta manera, la vertiente atlántica que está situada en el extremo oriental, recibe una intensidad solar mayor durante las primeras horas de la mañana, debido a su posición con respecto al sol naciente. No obstante, la vertiente Pacífica capta las últimas horas de luz durante la tarde, y por lo tanto, se tiene un balance en la cantidad de horas en la exposición solar, que evita un calentamiento desigual de las vertientes (Herrera, 1985).

Esta compensación, en cuanto a la radiación solar recibida, se debe a la posición de Costa Rica dentro de la zona ecuatorial, donde la diferencia en la duración del día entre el solsticio de invierno y el solsticio de verano, los cuales corresponden al día más corto y al día más largo, respectivamente, no excede los 70 minutos (Herrera, 1985; Gómez, 1986).

La intensidad lumínica es constante y tiene efectos notorios sobre las temperaturas diurnas y nocturnas en Costa Rica. El promedio de temperatura del mes más cálido no excede al promedio de temperatura del mes más frío por 5° C, en un lugar determinado (Coen 1991).

Contrariamente, en la vertiente del Pacífico existe una diferencia mayor en la temperatura mensual entre las estaciones lluviosa y seca que en el Atlántico. Esto es causado por la poca nubosidad presente durante la estación seca en el Pacífico, además, la vegetación sin follaje, debido a la caducifolia (caída de hojas), permite el ingreso de los rayos solares y por consiguiente un calentamiento mayor del suelo (Coen, 1991). Este mismo autor afirma que a igual elevación, los promedios de temperatura mensual son mayores en la costa pacífica que en la atlántica. Así al nivel del mar, se tiene un promedio en la temperatura mensual de 32.6° C para el Pacífico y de 29.9 °C para el Atlántico.

Descripción de la vegetación

Los conceptos de: bosque muy húmedo tropical, bosque húmedo tropical y bosque seco tropical, además de sus transiciones fueron otorgados por Holdridge (1947) mediante el Sistema de Zonas de Vida. Este sistema toma como base la temperatura y la precipitación pluvial, y considera que la variación de estos dos parámetros determina el tipo de vegetación en un sitio. Sin embargo, este sistema realiza una descripción de la vegetación, aunque precisa, limitada a poblaciones no alteradas o en su estado clímax; además, no considera el dinamismo del bosque y las posibles alteraciones antropológicas (Budowski, 1962; Meza, 2001; Hartshorn, 2002). Además de estas limitantes, no considera la estacionalidad de las lluvias, que por lo general, hacen variar la estructura de los ecosistemas y las interacciones de la vegetación con el clima local (Hammel *et al*, 2004). No obstante, brinda una descripción acertada de la vegetación mediante variables climáticas simples (Bolaños *et al*, 1993).

Según el mapa elaborado por Tosi (1969), a lo largo de la costa pacífica se observan diferentes Zonas de Vida, de las cuales destacan el bosque muy húmedo Tropical (bmh-T), el bosque húmedo Tropical (bh-T) y el bosque seco Tropical (bs-T). Existen además transiciones entre Zonas de Vida, debido a cambios en la estacionalidad de las lluvias o en la cantidad de precipitación pluvial en un sitio específico, tales como la transición del bosque seco Tropical a bosque húmedo Tropical y la transición del bosque húmedo Tropical a perhúmedo. Asimismo, se presentan transiciones altitudinales donde la variabilidad es una consecuencia de la diferencia en altitud de ciertas regiones, tales como en cerros aislados y en las estribaciones de las cordilleras. Dentro de este tipo de transiciones se encuentran la transición del bosque húmedo Tropical y muy húmedo Tropical al piso premontano y el bosque húmedo y muy húmedo premontano transición al piso basal.

Bosque seco tropical (Bs-T) está restringido a la vertiente pacífica en Costa Rica y se encuentra, principalmente, en la parte baja del río Tempisque (Hartshorn, 1994), la cual está rodeada por una franja variable de bosques transicionales con condiciones más húmedas. Existe además una franja estrecha que bordea el golfo de Nicoya. Se encuentra en el límite costero del Pacífico desde la punta de la península de Nicoya hasta la frontera con Nicaragua (Meza, 2001), donde continúa extendiéndose más marcadamente.

El bosque seco tropical es semidecídúo, con seis meses efectivamente secos. Además presenta dos estratos definidos y posee un dosel superior relativamente bajo de 20 a 30 m. Por lo general, los árboles tienen troncos gruesos y cortos, y no tan alargados como se podría observar en bosques húmedos. Las copas que dominan el estrato superior son planas y anchas, sin tener contacto entre sí. Por el contrario, los individuos del sotobosque presentan fustes delgados y comúnmente bifurcados o ramificados, además pueden estar inclinados. En los estratos inferiores las copas son pequeñas y por lo general no son frondosas, además las especies presentes suelen ser arbustivas, que conforman un sotobosque denso y comúnmente espinoso (Hartshorn, 1994).

Las lianas delgadas son comunes y las epífitas escasas en la mayoría de los casos, siendo las bromelias las más conspicuas (Hartshorn, 1994 y 2002).

También existen asociaciones edáficas dentro de esta Zona de Vida que modifican la ocurrencia de la vegetación y la estructura del ecosistema. Por ejemplo, al sur de Liberia el suelo en ciertas zonas está conformado por cenizas riolíticas, y en la llanura del Tempisque existen suelos de arcilla montmorillonita. Del mismo modo, se encuentran asociaciones hídricas tales como los manglares en el golfo de Nicoya y a lo largo de la costa pacífica (Hartshorn, 1994).

Bosque húmedo tropical (Bh-T) es la Zona de Vida que ocupa la mayor extensión en el país, aunque con la distribución más discontinua. En el Pacífico, existen áreas extensas de bosque húmedo en la península de Nicoya, en los valles bajos del río Grande de Tárcoles, al sur de lago de Nicaragua y en el delta del río Grande de Térraba (Hartshorn, 1994).

El bosque húmedo tropical es por lo general perennifolio, aunque puede presentar caducifolia (Meza, 2001). En su estructura, presenta varios estratos bien definidos, el dosel superior alcanza los 40 a 50 m de altura. Está conformado por árboles con copas anchas y altas, con fustes generalmente de menor diámetro que aquellos en el bosque seco tropical. Es posible encontrar individuos con gambas desarrolladas. Los árboles del sotobosque y de los niveles inferiores, alcanzan alturas de 8 a 20 m, y se caracterizan por tener copas redondas o cónicas. El estrato inferior posee escasa vegetación, presenta solo helechos ocasionales. Las epífitas, hemiepífitas y los bejucos leñosos son comunes (Hartshorn, 1994).

Bosque muy húmedo tropical (Bmh-T) es la segunda Zona de Vida con mayor extensión en el país, abarca desde las bajuras del litoral pacífico hasta la desembocadura del río Tempisque en el golfo de Nicoya (Hartshorn, 1994). El bosque muy húmedo o perhúmedo es perennifolio, es alto y posee muchos estratos; además, se considera que contiene la mayor diversidad de especies arbóreas de la región neotropical (Hartshorn, 1994 y 2002).

Los árboles ubicados en el dosel alcanzan 55 m de altura y generalmente desarrollan altas gambas que utilizan como medio de soporte. Los árboles de subdosel llegan a los 30 ó 40 m de altura, presentan copas redondas y pueden ausentarse las gambas. Los árboles del estrato inferior crecen hasta los 10 ó 25 m de altura, con copas angostas y cónicas, y frecuentemente caulífloros. El estrato arbustivo está dominado por palmas que pueden alcanzar los 3 m de altura. Los bejucos leñosos son escasos, sin embargo las epífitas abundan, especialmente los géneros *Clusia* y *Ficus* (Hartshorn, 1994 y 2002; Meza, 2001).

Transiciones de las diferentes Zonas de Vida son los límites que, por lo general, dividen las distintas asociaciones vegetales; son difusos y variables en el tiempo, además de estar sujetos a las condiciones climáticas. De esta forma, el establecimiento de bordes que distinguen los diferentes tipos de bosques se tornan evidentemente incorrectos.

En el mapa ecológico elaborado por Tosi (1969) se observa gran cantidad de área cubierta por zonas transicionales. Específicamente, las variaciones debido al aumento o la disminución de la humedad por precipitación son comunes y abarcan un área extensa en la vertiente del Pacífico. Así, es posible encontrar sitios que por configuración orográfica u otro factor que modifique el clima local, estén expuestos a una precipitación pluvial mayor que aquellos bosques aledaños. De esta forma, la composición florística y aún la estructura del bosque, pueden variar con tal aumento de humedad y provocar una transición a una formación vegetal más húmeda. Por el contrario, áreas como la depresión de la Candelaria, los cuales no reciben tanta humedad como zonas adyacentes, en cuanto a lluvia, conforman un ecosistema más seco y por lo tanto alberga una vegetación distinta, mejor adaptada a la baja disponibilidad de humedad en el sitio.

Existe otro tipo de transición entre Zonas de Vida, aquel que involucra una variación altitudinal. Para la región del pacífico, se pueden encontrar las transiciones del bosque húmedo y muy

húmedo Tropical al piso premontano, y además del bosque húmedo y muy húmedo premontano transición al piso basal (Tosi, 1969). En este caso, dado el ascenso altitudinal, la precipitación pluvial por lo general aumenta y la temperatura media anual disminuye. Por ejemplo, Hartshorn (1994) asevera que hay una zona de transición altitudinal en la partes del Pacífico de las cordilleras de Tilarán y Guanacaste, entre Atenas y Santiago. En todo caso, la diferenciación en la precipitación pluvial o en el régimen de temperaturas de un sitio resultará en un cambio en la composición florística y por ende en la estructura del bosque.

Las asociaciones vegetales o Zonas de Vida están definidas por el clima y sus variaciones en el tiempo, además están relacionadas de forma directa con la alta diversidad de las condiciones climáticas (Holdridge, 1947 y 1982). Costa Rica posee doce de las treinta y siete Zonas de Vida contenidas en el sistema de clasificación de Holdridge (1947) (Hammel *et al*, 2004). Sin embargo, en el campo la identificación de tales Zonas de Vida es complicado y no siempre posible (Hammel *et al*, 2004). Existen factores que inhiben la fácil caracterización de algunas formaciones vegetales. Por ejemplo, muchas especies tienen ámbitos de distribución amplios que incluyen condiciones climatológicas muy distintas. Aparte de esto, Hammel *et al* (2004), discuten que la estacionalidad de las lluvias es un parámetro no incluido dentro del modelo de Holdridge (1982), pero que modifica la composición florística de una región en forma dramática. Otro elemento a considerar, es la incidencia de los vientos del norte dependiendo de la orientación de los macizos y montañas. Así, sitios expuestos a impacto de los vientos dominantes locales y/o regionales están sometidos a variaciones climatológicas que influyen la vegetación (Hammel *et al*, 2004). Como se había discutido anteriormente, Budowski (1962) afirma que son necesarios datos meteorológicos confiables para determinar la relación de la vegetación con el clima; conjuntamente, el modelo de Holdridge (1947) requiere de datos precisos de precipitación, y que muchas veces son inaccesibles debido a la escasez y pobre distribución de estaciones meteorológicas (Budowski, 1962; Hammel *et al*, 2004).

El clima de la región tropical presenta temperaturas constantes entre ambas estaciones, lluviosa y seca. Sin embargo, los patrones de la precipitación pluvial son más variables y mucho menos predecibles (Hartshorn, 2002). Es considerado por varios autores que la precipitación pluvial y su distribución son los principales determinantes en las formaciones vegetales existentes (Budowski, 1962; Portig, 1965; Holdridge, 1982; Lamprecht, 1990; Wadsworth, 2000; Hartshorn, 2002).

Específicamente en la vertiente pacífica, el régimen de lluvias está caracterizado por una estacionalidad marcada dependiendo de la posición latitudinal y de la topografía (principalmente). Tomando en cuenta las diferencias en área entre las dos vertientes, la estacionalidad de las lluvias tiene un efecto notorio en la diversidad florística del Pacífico; dada la presencia de los meses secos, la diversidad climática aumenta en relación con la vertiente caribeña significativamente (Hammel *et al*, 2004). En sentido general, es probable que la estacionalidad lluviosa provea a la vertiente del pacífico de una diferenciación más numerosa en el tipo de hábitat, donde la estación seca varía de dos a cinco y hasta seis meses (Hammel *et al*, 2004). Es considerado, de forma general, que la diversidad climática, florística y de patrones vegetales aumenta desde el noroeste hasta el sureste del Pacífico (Hammel *et al*, 2004).

Los patrones de la vegetación, se comportan acordes a las variaciones de las condiciones climáticas. De esta forma, los procesos naturales de regeneración estarán determinados principalmente por las condiciones climáticas. Éstas modifican la composición florística de un sitio, y por ende, establecen el tipo de vegetación que se presente en algún sitio en particular. Además, el conocimiento de la relación de tales especies con el medio, es un factor esencial para el entendimiento de la dinámica en la recuperación de los bosques tropicales.

Estos procesos regenerativos conforman la base de la ecología que permite la recuperación del ecosistema boscoso. El proceso de sucesión, explicado más en detalle en capítulos posteriores, es una serie de fases mediante las cuales la vegetación aumenta en complejidad su estructura y

composición, además de reemplazar una comunidad vegetal por otra a través del tiempo (Budowski, 1963; Holdridge, 1947).

Suelos

La manera en que se da una definición del suelo en sí depende de su contexto científico, ya sea que se hable de cartografía, edafología, geología o ingeniería civil (Núñez, 1985; Foth y Turk, 1975). No obstante, en general se puede definir que el suelo es aquella superficie suelta de tierra que se distingue de la roca sólida, sobre la cual crece la vegetación (Foth y Turk, 1975).

El área de estudio referida a la región del Pacífico Central y parte sur de la región Chorotega, se compone de un mosaico de condiciones variables del suelo en toda la región, expresadas en la función de Jenny (1941), $S = f$ (Clima, Organismos, Relieve, Material original, Tiempo), que en conjunto manifiestan características edáficas favorables, o bien, contraproducentes para los procesos de sucesión natural o actividades de producción agropecuaria. Otro rasgo característico es la complejidad del suelo mismo, se pueden distinguir tres fases: sólida, líquida y gaseosa. La fracción sólida la constituyen las partículas de distintos tamaños (piedras, arenas, arcillas y limos), la proporción de las mismas define la textura de cada suelo. A su vez estas partículas pueden encontrarse aisladas o formando agregados, el tipo de agregación determina la estructura del suelo. El humus y la arcilla son las principales sustancias cementantes. Textura y estructura condicionan otras propiedades como la porosidad, y con ella el comportamiento del aire y del agua en el suelo (TRAGSA, 2003). Así es como el desarrollo de la vegetación dependerá de los factores inherentes al suelo que propician el establecimiento de organismos, como profundidad del suelo, nutrientes y compactación.

Dentro de los factores que dan forma al suelo, el material original se deriva de los eventos geológicos ocurridos en épocas pasadas; debido a ello, un suelo puede presentar características mineralógicas variables (Linkimer y Aguilar, 2000) y la región del Pacífico Central es un claro ejemplo.

Aspectos geológicos de la región

Dadas las características geológicas de la región, que varían desde vulcanismos a movimientos intrusivos y formaciones aluviales en las llanuras cercanas a los sistemas montañosos, se encuentran suelos de características diversas, debido entre otras cosas al historial geológico.

Considerando el área de estudio, desde la parte sur de la península de Nicoya, se encuentra una de las regiones geológicas de Costa Rica más complejas, debido a que su formación corresponde a distintos periodos geológicos (Dengo, 1962).

De acuerdo con Tourmon y Alvarado (1995), con base en criterios litológicos y cronológicos el área de estudio se compone principalmente de rocas sedimentarias del Mesozoico-Cenozoico (eras o periodos geológicos), rocas ígneas oceánicas del Cretácico-Eoceno, rocas volcánicas del Mioceno-Plioceno, rocas intrusivas del Mioceno y Sedimentos del Cuaternario. Esto crea un cambio restrictivo en las características topográficas y edafológicas, asimismo, que se crean condiciones de microclimas muy variadas, que en consecuencia van a alterar los patrones florísticos que se puedan esperar en toda la región del Pacífico Central. La trascendencia de este hecho se refleja a la hora de considerar los procesos de recuperación de potreros abandonados y la disponibilidad de fuentes semilleras, en una región de características biofísicas altamente heterogéneas.

Fertilidad del suelo y erosión

En general, los suelos del Trópico se consideran de baja fertilidad (Montagnini y Jordan, 2002), con excepciones puntuales generadas por las características pedogenéticas encontradas en esos sitios, tales como depósitos volcánicos ricos en fósforo o formaciones aluviales con altas

concentraciones de bases. De esta forma, la fertilidad del suelo está referida al origen del material parental, la textura y estructura del suelo, además de su susceptibilidad a la erosión o lixiviación de bases. Por otra parte, Louman *et al* (2001), establecen que los factores más influyentes en la calidad del suelo son probablemente el pH y la humedad. Un pH bajo disminuye la disponibilidad de nutrimentos minerales y bajos niveles de humedad afectan la capacidad de la planta de absorción de minerales.

Un suelo fértil es aquel que posee la proporción necesaria de compuestos químicos asimilables por organismos para que puedan prosperar, y que además el suelo posea las características físicas, químicas y mecánicas propicias con las cuales las plantas puedan absorber los nutrientes (Núñez, 1985).

En el suelo, debido a su confrontación con el ambiente, ocurren procesos que pueden resultar en la pérdida de fertilidad, o bien que por su naturaleza pedogénica son pobres en nutrientes. Ambos conceptos de fertilidad y erosión son consecuentes entre sí y por eso deben abordarse conociendo las causas y efectos de cada uno.

Por erosión se entiende al proceso de “desagregación y remoción de partículas del suelo o de fragmentos y partículas de rocas, por la acción combinada de la gravedad con el agua, viento, hielos y/o organismos (plantas y animales)” (Salomão, 1995). Existen dos formas generales de procesos erosivos: erosión natural o geológica y erosión acelerada o antrópica. Es probable que estos procesos ocurran con una intensidad mayor que aquellos procesos involucrados en la formación de los suelos, y así eviten la recuperación natural de los mismos.

La actividad humana a lo largo del paisaje de Costa Rica, iniciada por la deforestación y seguida por el cultivo de la tierra, de caminos, creación y expansión de suelos y ciudades, sobre todo cuando se efectúan de modo inadecuado, constituye el factor decisivo del origen y aceleración de los procesos erosivos. (Salomão, 1995; Yazbek, 1995). Modificados por la ocupación del suelo, dichos procesos erosivos pasan a ser liderados por diversos factores naturales relacionados con las características de la lluvia, del relieve, del suelo y de la cobertura vegetal. Es este último factor natural el que representa una preponderancia significativa en los procesos de recuperación de potreros abandonados en la región Pacífico Central, pues la cobertura vegetal constituye la defensa natural de un terreno contra la erosión (Salomão, 1995).

Bertoni y Lombardi (2000), establecen que la vegetación produce efectos imprescindibles en la mitigación de los procesos erosivos, como lo son la dispersión y quiebre de la energía de las aguas de escurrimiento superficial, el aumento de la infiltración por la producción de poros en el suelo debido a la acción de las raíces, la protección contra el impacto directo de las gotas de lluvia y el aumento de la capacidad de retención de agua por la reestructuración del suelo, debido al efecto de la producción e incorporación de materia orgánica.

En diversas regiones del Pacífico, desprovistas actualmente de bosque debido a la tradición ganadera y productora de granos para el consumo nacional y de exportación (Sáenz, 1970; von Platen, 1982), la erosión de los suelos ha provocado un deterioro progresivo en la fertilidad para aquellos sitios que presentan una cobertura vegetal pobre o ausente.

SIRECO (1998) para un proyecto de recuperación de zonas degradadas en la cuenca del río Picaigres, en Puriscal, compara los suelos de tres unidades de cobertura: bosque, ecotono y pastizal, con una pendiente del 55%, se obtuvo que el pastizal presenta las peores condiciones de fertilidad para el establecimiento de nueva vegetación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Concentración de nutrimentos de las muestras de los tres suelos en Barbacoas, Puriscal, Costa Rica.

Sitio	pH	Ca ¹	Mg	K	Acidez	CICE	P ²
Bosque	5,8	38,8	7,8	0,42	0,2	47,22	8,0
Ecotono	5,3	27,3	6,6	0,24	0,3	34,44	9,4
Pastizal	5,0	7,9	3,6	0,23	0,4	12,13	5,0

Notas:

pH = acidez, Ca = Calcio, Mg= Magnesio, K= Potasio,
CICE= Capacidad de intercambio catiónico, P= Fósforo,
1 = cmol(+)/L. 2 = mg/L.
SIRECO (1998).

De acuerdo con las prácticas agrícolas tradicionales en la región, es de esperarse que el constante uso de cultivos anuales y principalmente la práctica de quemas para limpiar los terrenos, haya generado un deterioro gradual y persistente en sitios con topografía ondulada de toda la región del Pacífico Central, donde la tradición agropecuaria es copiosa (Sáenz, 1970).

Efecto del fuego en la fertilidad del suelo

Una de las prácticas tradicionales en la agricultura artesanal, es el uso de quemas periódicas para diferentes propósitos: eliminar la cobertura vegetal existente y poder sembrar cultivos o bien, para renovar pastos. En otros casos, el fuego aparece como incendio forestal devastando áreas de tamaño variable. Aunque en principio se genera una disponibilidad de nutrientes alta para los cultivos, es conocido que ambos fenómenos pueden estar ocasionando efectos indeseables para la conservación de los suelos y la restauración de nueva cobertura boscosa a largo plazo (Wadsworth, 2000).

El efecto del fuego en el suelo ha sido estudiado con respecto a cómo la intensidad de temperatura afecta las propiedades químicas, físicas, la supervivencia de organismos y el aumento en el riesgo de erosión (TRAGSA, 2003).

TRAGSA (2003), establece valores umbrales de intensidad de fuego que serían críticos para originar modificaciones en las propiedades del suelo:

- ? Hasta 220°C un incendio no modifica significativamente los parámetros físicos del suelo y sí aumenta la disponibilidad de nutrientes.
- ? Entre 220 y 460°C se produce una combustión de la materia orgánica y empieza a deteriorarse la calidad física, aunque la deshidratación de los agregados aumenta la estabilidad frente a los procesos erosivos. La disponibilidad de nutrientes es alta.
- ? Temperaturas superiores a 460°C causan graves alteraciones en las propiedades físicas del suelo con grave riesgo de erosión.

Sin embargo, los parámetros anteriormente citados están desestimando el efecto sobre los microorganismos. El efecto esterilizante del fuego en la microfauna, ocurre cuando las quemas controladas se realizan durante años consecutivos. Así, los hongos son destruidos más fácilmente por el calor que las bacterias. Las bacterias nitrificantes son destruidas a bajas temperaturas, en el orden de 100°C en suelos secos y 50°C en suelos húmedos. De acuerdo con TRAGSA (2003), a pesar de todo, la microflora del suelo no es drásticamente eliminada, pero sí varía su equilibrio y distribución con las nuevas condiciones creadas. La razón es que el suelo, al ser un mal conductor de calor, genera diferencias de temperatura importantes desde la superficie hacia el interior de las capas de suelo, por lo que los organismos encuentran un mayor resguardo en el suelo conforme la

profundidad aumenta. Este efecto ha sido cuantificado TRAGSA (2003), quién encontró temperaturas superficiales por el orden de 200°C y 700°C a 2.5 cm de profundidad.

El uso del fuego como práctica agrícola, pese a su simplicidad y economía, debe ser considerado como una actividad degenerativa, en el tiempo, de las características bióticas y abióticas en las áreas afectadas.

Topografía y relieve

Costa Rica está dividida por un sistema montañoso central, originado en distintos momentos geológicos desde el periodo Cretácico hasta el Holoceno en la actualidad (Valerio, 1998; Mata y Blanco, 1994). Así, por acciones intrusivas, sedimentarias o volcánicas (Díaz, 1981) y debido a su extensión horizontal, las grandes masas de cordilleras, depresiones, cerros, volcanes y ríos, modifican el paisaje topográfico de los sectores adyacentes, convirtiendo a toda la región de estudio en un complejo de unidades geomorfológicas diversas (Díaz, 1981). Estas unidades presentan características topográficas distintas, desde llanuras hasta sitios con pendientes fuertes de un 100%. Una vez más, la topografía es un factor determinante en los procesos de erosión al igual que la vegetación analizada anteriormente, el porcentaje de pendiente y la ausencia de vegetación hacen que la velocidad del agua aumente y por consiguiente, se den los procesos de erosión laminar o lineal, ocasionando un paisaje desprovisto de vegetación con cárcavas o derrumbes.

El uso del suelo suele estar determinado, entre otros factores, por el relieve del paisaje. Toda la región del Pacífico Central posee una tradición agropecuaria claramente marcada, donde la cobertura forestal ha sido considerada un estorbo para el desarrollo económico de las poblaciones. Una de las actividades de mayor impacto degenerativo en terrenos quebrados (mayor al 40% de pendiente), ha sido la ganadería extensiva (SIRECO, 1998). Esta actividad, tanto en su intensidad como en su efecto sobre el deterioro de la vegetación, ha propiciado una pérdida progresiva de la capacidad de uso de los suelos, debido a los altos grados de compactación y de erosión.

En relación con los patrones florísticos, el grado de pendiente de una unidad biofísica es un factor discriminatorio para el establecimiento de nuevas especies. De acuerdo con Louman *et al* (2001), la pendiente puede influir en aspectos del suelo, como la profundidad (mucho menor en pendientes fuertes que en terrenos planos) y el drenaje (generalmente mejor en pendientes que en valles); esto requiere que la vegetación establezca adaptaciones específicas para prosperar en este tipo de terrenos.

La altitud juega un papel igualmente importante en la disponibilidad de energía, y por lo tanto, en la capacidad regenerativa del sitio (Holdridge, 1947; Gentry, 1982). Conforme aumenta la altitud, menor es la diversidad de especies y menor es la capacidad de respuesta a los procesos de regeneración en las zonas altas (Holdridge, 1947; Gentry, 1982).

Al tomar en cuenta la legislación vigente sobre las zonas de protección por pendiente, salta a la luz una necesidad subyacente en cuanto a la protección de terrenos quebrados. Los principios, criterios e indicadores son claros en cuanto a la protección de zonas de cobertura boscosa con una pendiente superior al 60%, debido principalmente al impacto generado por la extracción de madera y los efectos erosivos que se crean al perder cobertura boscosa en pendientes fuertes. Por eso, es necesario formar una relación coyuntural entre las políticas gubernamentales y los procesos de recuperación de áreas degradadas, generando bienestar social y económico a los pobladores del Pacífico Central. Claro ejemplo de esta necesidad se ilustra en la figura 1, que muestra un paisaje recurrente en la región, causado por la deforestación y la ampliación de la frontera agrícola durante la iniciación y desarrollo agrícola hasta la actualidad, donde su uso desarticulado entre actividades productivas y conservacionistas ha causado el paisaje actual, en una de las regiones topográficamente más diversas del país (Dengo, 1962).



Figura 4. Vista general de la depresión del río Candelaria, en los cantones Puriscal y Acosta (Foto: R, Quesada. Junio 2006).

Esto hace necesario tomar consideraciones puntuales a la hora de definir qué prácticas realizar para fomentar los procesos de recuperación. Asimismo las características topográficas de la región del Pacífico Central y la parte sur de la región Chorotega, responden a eventos diferentes en su naturaleza y localizados en tiempo y espacio variables, tales como terremotos, fuertes lluvias, erosión, inundaciones, entre otros que afectan el proceso de regeneración natural.

Toda la región del Pacífico Central y la parte sur de Guanacaste, poseen una composición de sistemas montañosos y cerros muy variados que se derivan a partir de la cordillera de Talamanca y terminan en las llanuras costeras de la costa Pacífica. Los ríos formados en las regiones montañosas de la cordillera de Tilarán, cordillera Volcánica Central y cordillera de Talamanca surcan y forman líneas divisorias a lo largo de su descenso hacia la costa (Bergoing, 1998).

Partiendo de la zona sur de la región Chorotega en el golfo de Nicoya, se aprecia que por acción sedimentaria o aluvial de sistemas montañosos cercanos se ha formado una mezcla de condiciones fisiográficas enorme. Un agente protagonista de esta actividad son las cuencas presentes a lo largo de la vertiente, como lo es la cuenca del río Tempisque, que generó un sistema aluvial de suelos de relieve plano y que en la actualidad son áreas agrícolas de gran extensión. De la misma, forma, como se aprecia en la figura 5, la costa de la vertiente pacífica en el área de estudio, contiene una serie de macrocuencas procedentes en su mayoría del sistema montañoso central. Entre las más importantes se citan: las de los ríos Tempisque, Tárcoles, Parrita, Savegre y Barú.

Cada cuenca en sí posee un valor socioeconómico particular, ya que estas modifican el paisaje topográfico y edáfico de su área de influencia y establece las condiciones para que se den todo

tipo de actividades antropogénicas como asentamientos, comercio, industria, agricultura y ganadería. Tal es el caso de la cuenca del río Grande de Candelaria, con asentamientos de carácter rural y urbano, como San Ignacio de Acosta, Cangrejal, Sabanillas, etc. Luego en unión con el río Pirris se forma el río Parrita, constituyendo así su macrocuenca y con ello, surge otra forma de actividades agrícolas y urbanas, adaptadas a condiciones biofísicas que variaron producto de los cambios en el relieve.

En forma conjunta, con la distribución de cuencas a lo largo de la región Pacífico Central y parte sur de la región Chorotega, se muestra una variación altitudinal, causada por el sistema de fallas tectónicas presentes en la región y a eventos geológicos del pasado, descritos anteriormente. Primeramente, al norte del área de estudio aparece la depresión del río Tempisque como gran unidad de topografía plana, esta termina hacia el este con la Cordillera de Tilarán, Montes del Aguacate y los Cerros de Colorado y Abangares, continuando con la meseta de Esparza y Orotina, donde se genera un centro de actividad económica de importancia. Posteriormente aparece el macizo de Turubares, con los cerros que llevan el mismo nombre y que se conjugan con un sistema de filas, que a la vez forman parte de la sección terminal de la Cordillera de Talamanca, como la Fila Bustamante con el Cerro Caraigres. Posteriormente aparece la Zona de Los Santos y se da inicio a la Fila Costeña que continúa hasta Panamá.

En la costa, iniciando desde el Macizo de Turubares se genera un sistema de aluviones cuaternarios causada por las cuencas de los ríos Damas, Parrita y Savegre, continuando hasta Dominical (Salazar, 2000; Bergoening, 1998).

Toda esta mezcla de condiciones fisiográficas a lo largo de la región, suponen un esquema de variaciones ecológicas que pueden tomarse en conjunto, y de manera correspondiente, generar mecanismos tendientes a promover la recuperación de zonas degradadas.

La regeneración natural: estudios previos

Desde tiempos prehistóricos, hace unos 10 000 años atrás, los primeros cazadores extinguieron la mayoría de los herbívoros que constituían la megafauna. Esta primera intervención antropogénica alteró irremediamente la composición y la estructura de la vegetación (Janzen, 1995). Janzen y Martin (1982) afirman que durante esta época se extinguieron alrededor de quince géneros de grandes mamíferos herbívoros en América Central, los cuales dispersaban las semillas de ciertas especies en particular; al extraer tales individuos del ciclo reproductivo de las plantas, su distribución fue alterada. En los milenios siguientes hasta la actualidad, los remanentes naturales de bosques y relictos de ecosistemas naturales que escaparon de la perturbación antropogénica, permanecen fragmentados y por consiguiente aislados (Janzen, 1995).

La destrucción de áreas naturales, y su consecuente fragmentación, no sigue un patrón aleatorio y por lo general está determinado por las actividades culturales humanas (Catan, 2002). En tales sitios, cuando el grado de degradación es alto, la preservación de los bosques tropicales se ha vuelto irrelevante debido a la poca extensión de su área. No obstante, estos pequeños parches boscosos pueden contener, al menos parcialmente, la diversidad original de plantas (Gradwohl y Greenberg, 1988) y así convertirse en una fuente importante de información biológica necesaria para la restauración de áreas degradadas adyacentes. A pesar de esto, la restauración ecológica no debe ser considerada como sustituto de la preservación de aquellas áreas que aún mantienen interacciones ecológicas intactas (Gradwohl y Greenberg, 1988; Zedler *et al*, 1994), tales como extensos bosques no perturbados. Janzen (1995) sin embargo, afirma que el concepto de preservación es relativo, y bosques catalogados como deficientes por no tener hábitat suficiente para sustentar poblaciones de jaguares o dantas, puede contener 10 000 especies de insectos y más de 500 especies de plantas, y albergar un porcentaje considerable de la biodiversidad autóctona.

Algunos autores coinciden que la recuperación de ecosistemas degradados inicia con dos procesos básicos. El primero consiste en la identificación de los agentes que degradan el sitio, y el segundo yace en contrarrestar tales efectos mediante distintos métodos (Zedler *et al*, 1994; Janzen, 1995, entre otros). Zedler *et al* (1994) discuten acerca de un tercer proceso, el cual consiste en el componente animal. Específicamente, se refiere a las especies existentes dentro de los núcleos boscosos cercanos a las áreas degradadas; así deben de contener aquellos dispersores y polinizadores críticos para la supervivencia y expansión de las plantas que puedan colonizar las áreas adyacentes.

Existe una copiosa cantidad de problemas en sitios desprovistos de vegetación, muchos de los cuales han sido provocados por el uso anterior del suelo. Generalmente, los proyectos de restauración tienen como fin último convertir estas áreas degradadas en áreas productivas. Esta estrategia se aplica, normalmente, en sitios que presentan alta erosión y alta compactación del suelo (Gradwohl y Greenberg, 1988). Asimismo, Holl *et al* (2000) aseguran que existen problemas que permanecen constantes para aquellas áreas que han sido sometidas a algún tipo de perturbación antropogénica, tales como la falta de fuentes viables de semillas y limitaciones nutricionales.

Para entender los obstáculos que impiden la regeneración natural, se explican a continuación las etapas de la sucesión secundaria, las cuales inician una vez que los sitios han sido abandonados y por lo tanto es permisible la germinación de nuevas especies vegetales y la conformación de una estructura más compleja.

Sucesión secundaria: etapas de desarrollo de la vegetación

Muchos especialistas han estudiado los cambios estructurales y funcionales de los ecosistemas en recuperación (Guariguata y Ostertag, 2000). Holdridge (1947) explica una serie de estadios sucesionales, que por lo general conforman el proceso de recuperación en áreas anteriormente dedicadas a desarrollar actividades productivas, comúnmente agrícolas y ganaderas.

La primera etapa oscila aproximadamente desde unos pocos meses a dos años. En el sitio se establecen las primeras plantas colonizadoras y es posible encontrar plantas herbáceas, arbustos, lianas y bejucos, además de pequeños brinzales de especies arbóreas de rápido crecimiento. Budowski (1963) afirma que la composición florística de estas comunidades pioneras está limitada a unas pocas especies con una distribución natural muy amplia y una alta abundancia. Además, asevera que existe poca variación en las especies representadas, sin importar las diferencias en el suelo y en el clima. Así, independientemente de la zona donde se encuentre el sitio, dentro del Pacífico Norte y Central, es probable encontrar, al menos, ciertas especies que son generalistas en relación al ámbito climático en el cual pueden desarrollarse. Holdridge (1947), menciona que es posible encontrar helechos, especies del género *Heliconia* y Zingiberaceae. Las especies arbustivas pertenecen, comúnmente, a las familias Acanthaceae, Piperaceae, Solanaceae, Asteraceae y Rubiaceae. Las lianas y los bejucos son frecuentes y entrelazan los arbustos y demás plantas presentes. El clima es determinante, especialmente, dependiendo en la asociación climático-vegetal, en la cual está inmerso el sitio (por ejemplo, en la estacionalidad de las lluvias y los periodos de alta luminosidad).

La segunda etapa inicia cuando las especies arbóreas emergen de la densa cobertura vegetal existente cercana al suelo. En bosques secos tropicales esta etapa toma más tiempo, por el contrario, en un bosque más húmedo, la disponibilidad de agua en el suelo y por precipitación pluvial a lo largo del año permiten un crecimiento más rápido de la vegetación. Las especies arbóreas en esta fase se dispersan, usualmente, por medio del viento o a través de las aves, las cuales consumen sus frutos numerosos y producidos en grandes cantidades desde edades tempranas. Estas especies germinan en condiciones naturales, en los claros de los bosques y a lo largo del curso de los ríos, donde la disponibilidad de luz y humedad es mayor. Así, en sitios donde

ambos recursos son más abundantes, es posible encontrar de manera constante, las especies pioneras.

La tercera etapa empieza cuando las especies arbóreas alcanzan una altura considerable y logran dominar el dosel superior de la comunidad. Al estar bajo una cobertura, aunque algo difusa, la vegetación del sotobosque sufre un cambio en las condiciones microclimáticas. El suelo se ve protegido por el sistema radical de los árboles, el cual es más profundo que el de aquellas plantas herbáceas y arbustos de las etapas anteriores. La temperatura en el estrato inferior disminuye, la cantidad de luz es menor y además se incorpora materia orgánica al sitio. Esto provoca la disminución de competencia en el sotobosque, y en conjunto con estas condiciones microclimáticas permiten la germinación de especies arbóreas más duraderas y más tolerantes a condiciones de sombra. Estas especies son, claramente, menos competitivas que las especies pioneras a campo abierto, además de no necesitar tanta luz para su desarrollo inicial. Las especies esciófitas (aquellas que presentan cierta tolerancia a la sombra) ganan altura y tamaño con el tiempo, y a medida que las especies pioneras terminan su ciclo de vida, las anteriores toman su lugar en el sitio, formando un dosel más diverso, alto y durable.

En la cuarta etapa, algunas especies de crecimiento aún más lento podrían establecerse en el sotobosque y eventualmente dominar el dosel superior. Los cambios ahora son menos notorios y es difícil distinguir entre una y otra etapa de la sucesión. Conforme avanza el proceso sucesional, la complejidad en la estructura del bosque aumenta, y así es posible distinguir los rasgos del ecosistema natural que se presentaron en tal sitio.

Determinantes en la colonización de sitios

Las tasas de deforestación varían considerablemente de región a región. En los trópicos, los bosques están restringidos a pequeños relictos y a aquellos bosques que siguen el curso de los ríos (bosques de galería). En sentido general, el número de bosques fragmentados está en incremento continuo (Gradwohl y Greenberg, 1988). De esta forma, el estudio de bosques fragmentados y áreas degradadas toma importancia, inclusive por encima del estudio de ecosistemas prístinos no alterados (Holdridge, 1947).

Janzen y Hallwachs (1992), proponen ocho pasos fundamentales para la implementación de proyectos que incentiven la restauración ecológica y la recuperación de áreas degradadas, estas son:

1. Determinar qué áreas deben ser restauradas.
2. Determinar la función principal de cada área protegida con respecto al contexto social y el uso de la tierra de la zona, y con respecto a la economía financiera e intelectual.
3. Identificar en cada área los principales procesos de degradación que deben ser disminuidos o detenidos para que el proceso de restauración pueda proceder naturalmente.
4. Conseguir capital para sufragar operaciones de mantenimiento del proyecto.
5. Formación y capacitación del personal necesario para el área protegida.
6. Crear condiciones óptimas para el buen desempeño del recurso humano encargado de las labores de restauración.
7. Seguir las normativas y la legislación que permita un correcto desarrollo del proyecto.
8. Realizarlo a corto plazo.

No obstante, existen obstáculos que, sin duda, retardan el proceso de regeneración y que deben incluirse dentro del plan de acción. Frecuentemente, estas limitantes son específicas del sitio y consecuencia directa del uso anterior del suelo; sin embargo, es posible generalizar ciertos factores que demoran la colonización. Para contrarrestar estas restricciones y permitir la sucesión ecológica, es necesario implementar ciertas medidas correctivas que funcionan como catalizadores de la regeneración, las cuales mejoran las cualidades del ecosistema. Así, la recuperación es más

efectiva y sucede en un lapso menor. A continuación se presentan ciertas técnicas, obtenidas de estudios previos, que fomentan la regeneración natural en pastizales y áreas degradadas.

Plantación de especies forestales: árboles y arbustos

La plantación de árboles en áreas degradadas agrega un cierto valor económico al sitio, además de permitir la preservación de zonas boscosas fragmentadas (Gradwohl y Greenberg, 1988). Por ejemplo, Fournier (1991) recomienda la plantación de estocones de árboles de crecimiento rápido y aptos para la reproducción vegetativa. Además, afirma que el empleo de especies de la familia Fabaceae, tales como *Erythrina poeppigiana* (poró gigante), *E. fusca* (poró blanco) y *Gliricidia sepium* (madero negro), aportan nitrógeno atmosférico al suelo, incrementando la fertilidad y la concentración de macronutrientes. Asimismo, otras especies forestales, comúnmente utilizadas en cercas vivas, tales como *Bursera simarouba* (indio desnudo) y *Spondias purpurea* (jocote) producen un sistema radical óptimo para el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, además de producir frutos atractivos para las aves a temprana edad.

Fournier (1991) también recomienda un enriquecimiento mediante la plantación de especies forestales más valiosas, desde el punto de vista maderable. Así, la composición y la estructura de las primeras fases de la sucesión serán más diversas, y por consiguiente menos vulnerables al ataque de plagas y enfermedades, problema común en asociaciones monoespecíficas. De esta forma, Holl *et al* (2000) afirman que la plantación de especies nativas y exóticas puede incrementar y mejorar la dispersión de semillas, provocar sombra en los estratos inferiores y así eliminar la competencia de los pastos, además de disminuir el efecto de las condiciones microclimáticas tan severas, que se presentan en los primeros estadios de la sucesión. Por el contrario, Gradwohl y Greenberg (1988) consideran que la plantación de especies exóticas por su parte es inconveniente, y a largo plazo contraproducente, para efectos de la restauración. Esto se debe a la capacidad de las especies nativas de mantener la fauna autóctona del sitio. De esta forma, Janzen (1986) concuerda con Gradwohl y Greenberg (1988), y afirma que la introducción de especies exóticas es innecesaria, pues existen especies nativas con buenos rendimientos; y además las especies exóticas retardan o empeoran el balance ecológico del área degradada que se trata de restaurar.

El éxito de la reforestación con especies nativas, sin embargo, es variable. La razón es, principalmente, la inconstancia en las tasas de crecimiento para las mismas especies en distintos sitios. Las condiciones del clima, las propiedades del suelo, la degradación del sitio y la vegetación existente hacen persistente este patrón (Holl *et al*, 2000). No obstante, estos mismos autores, insisten en la importancia de pruebas a pequeña escala que permita la escogencia adecuada de las especies que permitan acelerar la recuperación en estas zonas perturbadas.

Janzen (1986) por su parte, comenta la posibilidad de plantar especies de rápido y lento crecimiento en la parte baja de las cortinas rompefuegos; y así eliminar eventualmente la necesidad de invertir en el mantenimiento estas zonas. Igualmente Janzen (1986) recomienda plantar las siguientes especies: *Cedrela odorata* (cedro amargo), *Swietenia macrophylla* (caoba), *Bombacopsis quinata* (pochote), *Enterolobium cyclocarpum* (guanacaste), *Samanea saman* (cenízaro), *Hymenaea courbaril* (guapinol), *Manilkara chicle* (níspero) y *Sideroxylon capiri* (tempisque).

Finalmente, Fournier (1991) menciona que, durante etapas intermedias de la sucesión ecológica, es posible encontrar especies forestales con alto valor comercial; y que por la densidad de sus poblaciones y los métodos de dispersión comúnmente anemócoros, se ven promovidas durante la regeneración natural de sitios perturbados. Algunas de las especies que pueden encontrarse en estos sitios son: *Cordia alliodora* (laurel), *Schyzolobium parahyba* (gallinazo), *Jacaranda copaia* (jacaranda), *Shefflera morototoni* (pava); especies que alcanzan una madurez de corta entre 20 y 25 años de edad.

Fuentes y disponibilidad de semillas en sitios degradados

La dispersión de semillas se convierte en un factor limitante en la restauración ecológica a medida que la distancia entre fragmentos de bosque aumente (Zedler *et al*, 1994). Janzen (1995) afirma que en una situación ideal las poblaciones de especies se encuentran fragmentadas; al momento de la recuperación de las áreas degradadas –adyacentes a tales poblaciones- el proceso degradante se revierte y permite la expansión de las especies a un área mayor, interactuando entre sí y creando un ecosistema regenerado naturalmente, dada la composición florística de los fragmentos restantes.

McArthur y Wilson (1967) plantean la teoría de la “Biogeografía de islas”, la cual está basada en los principios de la ecología de poblaciones. Así, se explica que la colonización de “islas” (por ejemplo: claros, pastizales, sitios desprovistos de vegetación) depende del área y la distancia entre poblaciones. De este modo, áreas extensas y alejadas de fuentes semilleras viables se recuperan en un periodo mayor que aquellas áreas pequeñas y cercanas a una provisión de semilla constante. Kattan (2002) afirma que el postulado central de esta teoría es que existe un balance positivo entre el número de especies y el área en que se encuentran, donde las islas grandes albergan más especies que aquellas islas más pequeñas.

En las primeras etapas de la sucesión ecológica, las especies que ocurren se dispersan en una alta proporción por mecanismos anemócoros, especialmente en el lado del sotavento. Las semillas, ligeras y producidas en grandes cantidades, pueden viajar hasta 200 m del árbol semillero. Sin embargo, son ineficientes al establecerse en áreas grandes, pues no poseen el alcance de dispersión suficiente (Janzen, 1986). En tales sitios, las especies con dispersión zoócora logran colonizar estos sitios más alejados, pues dependen de vectores de dispersión (mamíferos, aves, y otros) que les permiten tener un rango mayor de alcance. Janzen (1986) asevera que en el Parque Nacional de Guanacaste, el bosque seco tropical presenta una diversidad alta de animales que dispersan semillas dentro de pastizales y áreas degradadas en general. Asimismo, Zedler *et al* (1994) discuten una estrategia utilizada por Janzen, la cual consiste en alimentar caballos con semillas de especies forestales de importancia dentro del bosque -tal como *Enterolobium cyclocarpum* (guanacaste) y *Samanea saman* (cenízaro)-, y así mejorar la dispersión de semillas dentro de pastizales y áreas extensas.

Otras especies de aves y murciélagos raramente cruzan claros grandes, sin embargo, cruzan áreas pequeñas con mayor facilidad, posándose temporalmente en árboles aislados. Igualmente, mamíferos terrestres suelen refugiarse en los árboles que ocurren esporádicamente (Janzen, 1986). Dentro de un área desprovista de vegetación, la existencia de árboles remanentes que han sido preservados para dar sombra al ganado o por su valor económico, incrementan significativamente la dispersión de semillas en el sitio y promueven el establecimiento de vegetación (Holl *et al*, 2000). Por consiguiente, se consideran focos de regeneración, bajo los cuales es posible encontrar semillas dispersadas por aves y otros mamíferos. Holl *et al* (2000) afirman que los árboles remanentes proveen de condiciones microclimáticas que fomentan la regeneración natural, tales como:

1. La cantidad de hojarasca es 20 veces mayor que en pastizales abiertos y por lo tanto agregan materia orgánica en sus cercanías.
2. La infección de hongos micorrízicos es mayor.
3. Los niveles de luz son más favorables para el establecimiento de plántulas, comparado con los altos niveles lumínicos en pastizales y bajos niveles lumínicos en el bosque.

Estos autores recomiendan la plantación de árboles en los alrededores de árboles grandes remanentes.

Quemas e incendios forestales: estrategias para la prevención y control

Los incendios forestales y las quemas intencionales mal manejadas son un elemento clave en el proceso de degradación (Zedler *et al*, 1994). Janzen (1986) afirma que la acción del fuego es la mayor amenaza en la restauración en ecosistemas secos. Comúnmente, las áreas dominadas por jaragua (*Hyparrhenia rufa*), un pasto introducido de África, representa un combustible vegetal que al quemarse produce suficiente calor para eliminar toda la vegetación existente incluyendo plántulas y árboles ya establecidos, especialmente durante la época seca (Gradwohl y Greenberg, 1988). En sitios donde las quemas son frecuentes, la remanencia de la vegetación está asociada a la tolerancia a altas temperaturas y resistencia al fuego. Por demás, sólo aquellas especies de pastos y arbustos con alta habilidad de rebrote son capaces de adaptarse a tales condiciones. En general, el fuego y la competencia con pastos, son las dos limitantes que inhiben la sucesión ecológica en sitios que experimentan quemas e incendios (Gradwohl y Greenberg, 1988).

Janzen (1986) recomienda la implementación de cortinas rompefuegos, áreas sin vegetación que sirven de barrera al paso del fuego, y además afirma que su mantenimiento es esencial para permitir la regeneración natural. Estas cortinas deben colocarse en el perímetro y a través del área a proteger; estas zonas de protección se crean mediante la corta y posterior quema controlada de franjas con pastos húmedos. A continuación se queman fajas de 100 a 200 m entre las franjas iniciales, algunos meses después. Durante la estación seca, se requiere de vigilancia continua para localizar cualquier incendio que se puede estar generando.

Varios autores coinciden en la necesidad de reducir o erradicar, para detener el proceso de degradación y la invasión de pastos (Zedler *et al*, 1994; Janzen, 1986). Extensas áreas de la provincia de Guanacaste y la parte norte del Pacífico Central se han convertido en pastizales a través del tiempo y la explotación forestal y agropecuaria; y además un porcentaje menor se ha convertido en ecosistemas secos similares a sabanas, con algunos árboles dispersos en áreas dominadas por plantas herbáceas y arbustivas, o en bosques secundarios con una pobre composición florística.

Regeneración natural en el Pacífico Central y la parte sur del Pacífico Norte

A través del istmo centroamericano, desde el sur de Nicaragua hasta la parte norte de Panamá, las condiciones climatológicas, vegetales e incluso sociales varían considerablemente. La heterogeneidad en las condiciones ambientales permanece constante, dentro y en los alrededores de la zona de estudio. Así por ejemplo, Murphy y Lugo (1986) afirman que la estacionalidad influye en la vegetación, al menos en algún grado en aquellos bosques secos y húmedos, inclusive muy húmedos y pluviales, y además es un factor influyente en la estructura y función de los ecosistemas. Además, la precipitación disminuye conforme se asciende latitudinalmente y asimismo conforme se aumenta altitudinalmente en las regiones montañosas; condición que impera en las regiones del Pacífico Central. Así, la dinámica que se presenta dentro de la matriz sociocultural está determinada por el clima y, a su vez, por la vegetación y el tipo de ecosistema que ésta sustenta. En sentido general, la estacionalidad provocada por la distribución de las lluvias, disminuye desde el Pacífico Norte, donde es posible encontrar bosque seco, hacia el Pacífico Central hasta la cuenca del Río Barú, donde ocurren bosques más húmedos.

La precipitación y su distribución, afecta otros componentes de la región del mismo modo. Las prácticas agrícolas y muchas de las actividades productivas varían de una región a otra dependiendo de las condiciones climáticas locales. Así, la diversidad de sitios y la condición actual de los bosques permiten dirigir un esfuerzo justificado para promover la regeneración y recuperación de áreas degradadas; también nombradas fincas, mantienen potreros y pastizales que han sido degradados por un uso agrícola intensivo y generalmente mal ejecutado del suelo.

Las fincas se localizan en zonas montañosas, comúnmente con pendientes fuertes y sujetas a problemas de erosión, y por consiguiente en constante estado de degradación. A lo largo de la zona de estudio es común observar sitios en abandono debido a la baja productividad de los suelos y de la imposibilidad de mantener una producción agrícola sostenible. Tales sitios requieren de protección, una medida correctiva está basada en permitir la regeneración natural del suelo, incluyendo las prácticas explicadas anteriormente y que puedan ser aplicadas a las fincas específicamente.

Con base en lo expuesto, la sucesión ecológica depende de factores tanto ambientales como sociales. Las actividades agrícolas y ganaderas específicas de cada sitio, así como las condiciones climatológicas, determinarán las posibles técnicas que se puedan emplear para fomentar la recuperación de los pastizales y de esta forma convertir las áreas degradadas en bosques secundarios. Es necesario proveer a los campesinos del conocimiento básico que les permita entender la dinámica ecológica de sus fincas, y así incentivar la toma de decisiones a favor del bienestar ecológico y social de la región.

METODOLOGÍA

Dentro de la unidad productiva del campesino, existirán áreas que por muy diversas razones no son empleadas por el propietario y están en una condición de abandono, o bien, en un periodo de descanso (término empleado para indicar que se tiene un terreno en recuperación de fertilidad del suelo porque las condiciones del sitio no son aptas para actividades agrícolas, no lo puede trabajar).

Algunas de las características que pueden tener o deben de tener en común las áreas a recuperar bajo el proceso de regeneración natural son:

- ? Cobertura actual de pastos o potreros.
- ? Recién abandonadas (ya no serán empleadas más como potreros porque no rinden dividendos).
- ? Normalmente con topografía ondulada mayor a 25%, y quebrada menor a 60%.
- ? Normalmente con escasos o ningún árbol.
- ? La presencia de manto rocoso en la superficie.
- ? Que no hay fuentes de agua cercanas para el ganado vacuno o caballar.
- ? Capa suelo orgánico escaso o sin ella.
- ? Pastura de bajo rendimiento.
- ? Potreros en descanso de varios años.

Las mismas pueden considerarse en forma individual o combinada.

A continuación se ilustra con ejemplos reales las diferentes actividades en las que se debe involucrar el campesino para lograr la conversión del potrero en bosque, a través de la regeneración natural. Dichas actividades son:

- ? La prevención contra incendios.
- ? La protección contra la invasión del ganado.
- ? Técnicas de enriquecimiento.
- ? Rotulación.
- ? Identificación de especies arbóreas de interés (muy variado, principalmente especies que produzcan frutos, floraciones atractivas para los insectos o aves pequeñas).
- ? Actividades que no se deben hacer: pastoreo en pendientes fuertes, quemas, socolas y pastoreo en bosque.
- ? Protección de las áreas de quebradas, ríos y nacientes.

DEFINICIÓN DE BOSQUE SECUNDARIO

El concepto de “bosque secundario” es utilizado por la comunidad científica desde mediados del siglo XX con aportes de Richards (1955), Greig-Smith (1952) y ECO (2000). Dada la importancia desde el punto de vista ecológico que toma este ecosistema, los estudios de Budowski (1961 y 1963) y Gómez-Pompa y Vásquez-Yanes (1974), son los primeros que tratan del tema de bosques secundarios en una forma clara, que definen el desarrollo y potencial de estos bosques, particularmente en América tropical.

Existen diversas definiciones de bosques secundarios en los trópicos húmedos. El rasgo común a cualquiera de ellas es el disturbio o perturbación del ecosistema, causado naturalmente por fenómenos atmosféricos, geológicos, fauna silvestre, o en la mayoría de los casos por el hombre.

El impacto de los fenómenos naturales sobre el sitio muchas veces es muy diferente del impacto que lleva la actividad del hombre, ya que este elimina el bosque original con el objetivo de sembrar cultivos o pastos. En este caso normalmente existe, entre la destrucción del bosque y el nacimiento del bosque secundario, un periodo durante el cual el terreno está sometido a otros usos.

Usos como la agricultura y la ganadería, en muchos casos conllevan a la degradación del sitio, que es la causa del abandono posterior. Mientras que después de una catástrofe natural como un incendio, el bosque puede regenerarse inmediatamente. Por esta razón, algunos expertos en la materia excluyen los fenómenos naturales como origen de un bosque secundario.

De tal manera que el bosque secundario se ha definido de muchas maneras, en el Cuadro 2 se resumen algunas de estas definiciones.

Cuadro 2. Resumen de definiciones de bosque secundario.

Definición	Fuente
Una vegetación leñosa de carácter sucesional (proceso de regeneración natural del bosque) que se desarrolla sobre tierras, donde el bosque original ha sido destruido por actividades humanas. Su grado de recuperación dependerá mayormente de la duración e intensidad del uso anterior por cultivos agrícolas o pastos, así como de la proximidad a fuentes semilleras para recolonizar el área alterada.	Smith <i>et al</i> (1997).
Indican que el crecimiento forestal que se produce naturalmente después de una modificación drástica al bosque como lo es una tala rasa, incendios graves o ataque de insectos, es un crecimiento secundario. Por lo cual el bosque secundario aparece después de aclareos.	Ford y Robertson (1971) citados por Wadsworth (2000)
Bosque secundario como un concepto que abarca todos los estadios de una sucesión, desde el bosque inicial, que se forma en una superficie abierta natural o antropogenia, hasta su fin, excluyendo el estadio de bosque climático, el cual ya no es abarcado por el concepto. En la práctica se entienden como bosque secundario sobre todo los estadios tempranos de desarrollo, que son fáciles de reconocer.	Lamprecht (1990),
Bosque secundario como una continúa regeneración boscosa mediante procesos naturales, luego de fuertes disturbios humanos sobre vegetación original en un momento dado o a través de un periodo de tiempo, y provocando una diferencia mayor en estructura y/o composición del dosel respecto de bosques primarios en sitios semejantes.	Wong <i>et al</i> (2001).
Bosque secundario es una secuencia de cobertura boscosa que: (i) surge después de la devastación antropogenia total (de más de 90%) de la cobertura boscosa primaria, (ii) medrando en una superficie de tal dimensión, que el cambio del microclima y las diferentes condiciones de regeneración conducen a una estructura distinta a la del bosque original, con otra composición de especies arbóreas y otra dinámica, sin haber aún alcanzado de nuevo su estado original, es decir que se diferencia claramente del estado del bosque original.	ECO (2000).
Bosque secundario es definido como la vegetación leñosa que se desarrolla en tierras que son abandonadas después de que su vegetación original es destruida por la actividad humana.	Finegan (1992).
Bosque secundario es una vegetación que coloniza áreas cuya vegetación original desapareció parcial o totalmente debido a perturbaciones naturales o humanas.	UNESCO (1978).

Distribución de los bosques secundarios en el mundo tropical y en Costa Rica

En el informe sobre la Situación de los bosques del mundo para el 2005 (FAO, 2005), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) incorpora el elemento bosque secundario y lo define como bosques que se regeneran en gran medida mediante procesos naturales después de alteraciones importantes (de origen humano o natural) de la vegetación forestal original en un único momento o durante un extenso periodo y que representa diferencias importantes en su estructura o en las especies que compone en vuelo con respecto a bosques primarios cercanos situados en lugares similares (FAO, 2005).

La superficie ocupada por los bosques secundarios en los trópicos está aumentando de manera espectacular y en muchos países tropicales supera actualmente la superficie de bosques primarios.

Aunque las cifras varían en función de la definición que se utilice, se estimaba para el año 2002 una extensión de bosques degradados y secundarios en las regiones tropicales de 245 millones de ha en África, 335 millones de ha en América y con 270 millones de ha en Asia, lo cual suma un total de 850 millones de ha de bosques secundarios (FAO 2005).



Figura 5. Panorámicas de dos bosques secundarios; la superior un bosque secundario joven en el Pacífico Sur cerca de Golfito, la inferior un bosque secundario maduro en la región Huerta Norte. (Foto: R, Quesada. Junio 2005 y noviembre 2006).

En Costa Rica el desarrollo del bosque secundario no es la excepción con respecto a lo que se ha presentado en el resto de las regiones tropicales (FAO, 2005), donde el abandono de pastizales como resultado, entre otras cosas, de la reducción de políticas de incentivos a la ganadería y de la caída de los precios internacionales de la carne en la década de 1980, ha favorecido el proceso de regeneración (recuperación de áreas) a través del proceso de sucesión secundaria o bosque secundario (Berti, 1999). En Costa Rica se estimaba que en 1991 existían alrededor de 400 000 ha con un ritmo de crecimiento de 8% anual (Spittler, 2001). Para el año 2000, según CADETI (2000) se contaba con una superficie mayor a las 600 000 ha de bosques secundarios, distribuidos en las tres zonas de vida más importantes: bosque húmedo tropical, bosque seco tropical del piso basal y bosque húmedo premontano.

El panorama que se presenta con los bosques secundarios se caracteriza por: bosques fragmentados, dispersos a lo largo y ancho del país, con un tamaño promedio inferior a 15 ha (Berti, 1999), en manos de pequeños propietarios y con diferentes estados sucesionales (con edades de desarrollo muy variadas).

En el país, se ha estudiado con más frecuencia y continuidad el desarrollo del bosque secundario en la zona húmeda de las regiones Huetar Norte y Atlántica. No así en el Pacífico Central y en el Pacífico Norte; lo cual está directamente relacionado con la cobertura de este ecosistema, que es mayor en las regiones húmedas, debido principalmente a factores antropogénicos del uso de la tierra.

Sin embargo, aspectos como la composición florística, diferencias de desarrollo y valores dasométricos hacen necesario definir que los procesos de recuperación de bosques o sucesión secundaria, en las dos grandes regiones climáticas (húmeda y seca) del país difieren y que éstas se manifiestan en los periodos de recuperación y las características de los bosques producto de este proceso natural.

Estos factores unidos a las diferentes zonas climáticas o zonas de vida, uso anterior del suelo, fuentes semilleras, entre otros, convergen en que el panorama para el manejo del bosque secundario sea complejo.

¿Por qué se desarrolla el bosque secundario?

Diversos autores señalan que el principal origen de los bosques secundarios en Costa Rica, se encuentra en la regeneración natural de los bosques en grandes áreas de pastizales, que fueron abandonadas por sus propietarios ante la crisis de rentabilidad que enfrentó la ganadería de carne a partir de 1980 (Fedmeier, 1996; Kaimowitz, 1996; Ortiz, 1996; Müller y Solís, 1997).

La ganadería en Costa Rica tiene una larga trayectoria que se inicia en el siglo XIX, pero no fue sino hasta la década de los años 50, cuando la actividad inició un proceso de expansión acelerado, que trajo como una de sus principales consecuencias una disminución significativa de la cobertura boscosa, resultado directo de la conversión del bosque natural en pastizales.

Ortiz (1996), afirma que en el periodo de 1950 a 1984, el área de pastizales paso de 12% (aprox. 624 mil ha) a un 42% del territorio nacional (más de 2 millones de ha), incremento que se dio a expensas del bosque natural. En este periodo, fue cuando se registró la mayor tasa de deforestación del país, de más de 40 000 ha/año.

Se promovieron políticas de fomento a la expansión ganadera que favorecieron la colonización de nuevas tierras y promovían la incorporación de estas a la actividad agropecuaria a través de fuertes inversiones en la infraestructura vial, además de políticas de fomento a la ganadería de carne para exportación, a través de líneas de créditos preferenciales y favorecidas por una demanda creciente de carne de parte del mercado estadounidense.

Sin embargo, los años 80 marcan el comienzo de una nueva etapa para el sector ganadero costarricense. Una recesión de dicha actividad producto de la implementación de los Programas de Ajuste Estructural (PAES) y la reducción de la demanda de carne en el mercado estadounidense. Esta nueva política de los PAES, fomentó un proceso de desarrollo orientado a la promoción de una amplia gama de productos no tradicionales, forzando a una reorientación de las políticas de fomento entre los diferentes sectores productivos del país.

La reorientación hacia nuevas políticas tuvo su efecto en los productores de carne para exportación, debido a la brusca caída de la rentabilidad de su actividad, por lo que muchos optaron por el abandono de sus pastizales como única opción de hacer frente a la crisis (Cuadro 3).

Cuadro 3. Crisis de la actividad ganadera y su efecto sobre el sector forestal (1979-1994).

Características de la crisis ganadera	Efectos sobre el sector ganadero	Resultado sobre el sector forestal
Reducción del porcentaje de crédito agropecuario asignado a la actividad ganadera, 34.3% en 1983 a 13% en 1994.	Reducción del hato ganadero de 2.1 millones de cabezas en 1988 a 1.6 millones en 1994.	Aumento en el área de bosques secundarios de 230 000 ha en 1984 a 425 000 ha en 1994.
Incremento de tasas reales de interés de 7.8% en 1980 a 16.4% en 1990.	Reducción del área de pastos de 2.4 millones de ha en 1994 a 2 millones de ha en 1998.	Reducción en las tasas de deforestación de 18 000 ha/año y llegando a 8 500 ha/año a finales de 1994.
Reducción en la demanda de carne en EEUU en 7.8% anual.		
Reducción de las exportaciones de carne a EEUU en 13%.		
Caída de los precios internacionales de la carne en 15% entre 1986 y 1994.		

Berti (1999).

Con el panorama anterior, es de esperar que en la actualidad el área de bosque secundario se concentre en las que fueron regiones típicas ganaderas, especialmente Guanacaste, las regiones Norte y Atlántica y en menor escala el sur del país. Paralelamente los bosques secundarios de mayor edad estarían en las mismas zonas, siempre y cuando hayan podido desarrollarse sin ningún grado de perturbación humana,

¿Cómo se desarrolla el bosque secundario?

Los bosques secundarios en Costa Rica, se originan principalmente a partir del abandono de tierras de producción agrícola y pecuaria. Las razones del abandono han sido, entre otras, la degradación del suelo a través de la compactación, de la erosión y de la pérdida de fertilidad del suelo, que junto a otros factores incidieron en la reducción del mercado de la carne y por ende, en el abandono de tierras de explotación ganadera (CCT y WRI, 1991).

Otra razón más que afectó el abandono de las tierras fue la carencia de mano de obra para el cuidado de fincas y pastizales. En el pasado era posible que las distintas labores en la fincas se

repartieran entre los miembros de la familia propietaria (incluyendo niños); sin embargo, desde 1950 cayó la tasa de crecimiento de la población de un 4% a un 2.3% para el periodo 1980-1987 (Ellenberg, 1986), con lo cual el área de producción agrícola antiguamente utilizada ya no se podía manejar con la mano de obra interna de la familia y debía recurrirse a mano de obra externa. Paralelamente el aumento de salarios para los trabajadores agrícolas, en comparación con las ganancias de la explotación agropecuaria, fue muy superior a lo normal, lo cual provocaba pérdidas (Fedlmeier, 1996). Todas estas razones incidieron en que muchos campesinos en todo el país redujeran sus áreas de explotación agropecuaria y abandonaran las áreas de menor rendimiento.

Con base en las diferencias climáticas, principalmente la precipitación y su distribución, las cuales juegan un papel muy importante en el desarrollo de la vegetación, unido además a la composición florística, la disponibilidad de fuentes semilleras, variabilidad de suelos, periodo de crecimiento (diamétrico y en altura), se establece en Costa Rica dos grandes clasificaciones para los bosques secundarios, basados en la Zonas de Vida para Costa Rica (ambas ubicadas en el piso basal según la clasificación de Zona de vida de Holdridge, 1982):

- ? Zonas húmedas de bajura.
- ? Zonas secas de bajura.

Desarrollo del bosque secundario en zonas bajas calientes y húmedas

Las características fundamentales de esta zona son las precipitaciones superiores a los 3500 mm/año, distribuidas a lo largo del todo el año, y por ende sin estación seca bien definida y temperaturas por encima de un promedio anual de 27°C. Estas características se presentan en toda las zonas Atlántica, Norte y Sur del país. Hacia la zona del Pacífico Central se presenta una estacionalidad marcada, con tres a cuatro meses secos; las regiones húmeda y seca en la vertiente pacífica del país es la diferencia que las delimita.

Los bosques secundarios en esta región del país han sido los más estudiados, en parte por constituirse en un potencial importantísimo como fuente de materia prima a futuro y por ser abundantes. Finegan y Sabogal (1988), Finegan (1992) y Guillén (1993), fueron los primeros en sistematizar y proponer un modelo que resume el desarrollo del bosque secundario en zonas bajas (Figura 6). Se establecen tres fases de desarrollo o etapas del bosque secundario, con las siguientes características:

- ? Primera fase: en los primeros meses después del abandono, el sitio es colonizado por especies pioneras herbáceas, arbustivas y bejucos de muy variadas familias, que forman una comunidad baja que puede ocupar el sitio hasta dos o tres años; a menudo las especies heliófitas efímeras se establecen rápidamente durante esta fase. El periodo de duración se prolonga hasta los 10 años.
- ? Segunda fase: las heliófitas efímeras forman una comunidad de muy baja riqueza florística que es dominada por una o pocas especies. Crecen muy rápidamente formando un dosel cerrado, eliminando las especies de la primera fase por su sombra. Se establecen las heliófitas durables y surgen las primeras especies esciófitas que nacen a la sombra de las heliófitas. Esta etapa se prolonga de los 10 a los 25 años.
- ? Tercera fase: después de los 25 años, la dominancia de las heliófitas durables comerciales es evidente y el incremento en la presencia de las esciófitas en los estratos inferiores del bosque es significativo. Con el deterioro de las heliófitas durables por su madurez o envejecimiento, son reemplazadas por las esciófitas que se están desarrollando simultáneamente en el dosel inferior y que inician su ascenso al dosel superior. La duración de esta fase se prolonga por más de 100 años.

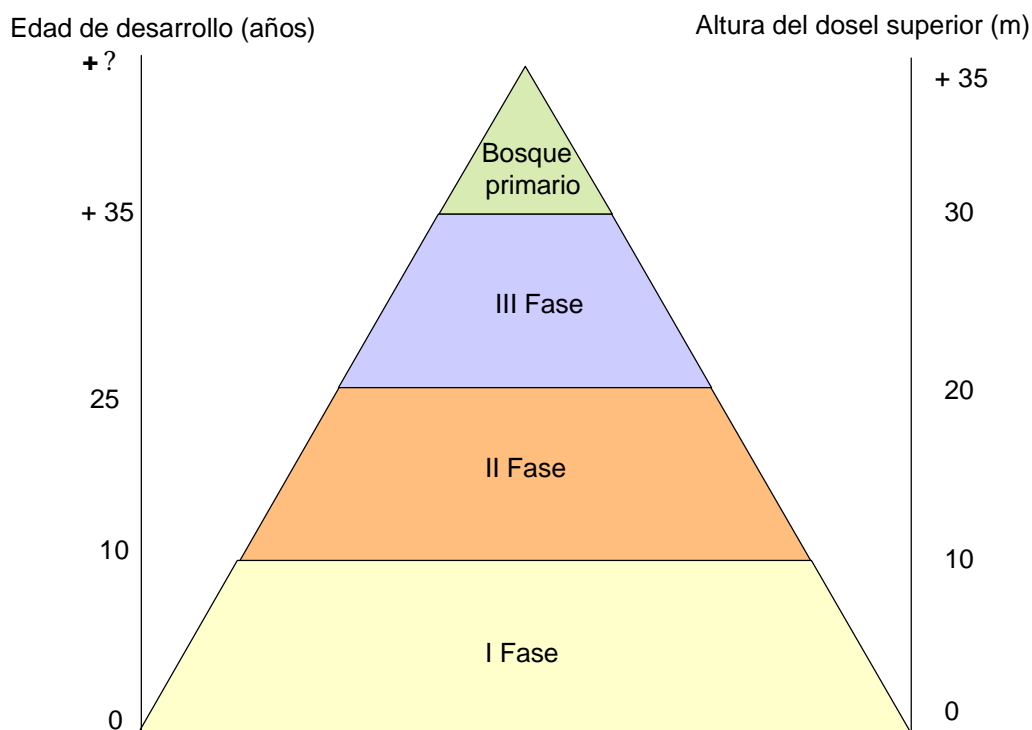


Figura 6. Esquema de desarrollo de un bosque secundario de zonas bajas caliente y húmeda en Costa Rica. Basado en el modelo de Finegan y Sabogal (1988) y Finegan (1992), modificados por el autor.

Desarrollo del bosque secundario en zonas bajas calientes y secas

Los bosques secundarios de las zonas secas de Costa Rica han sido poco estudiados, sin embargo el trabajo de Spittler (2001), presenta una excelente referencia sobre su desarrollo y caracterización.

En estos bosques se pueden identificar a grandes rasgos las mismas fases de desarrollo que en las zonas húmedas. Sin embargo, se trata de un proceso de crecimiento más lento, debido a los largos periodos secos, además de que los suelos utilizados como pastizales durante largos periodos de tiempo, normalmente se recuperan más lentamente que otras áreas perturbadas por motivos naturales o humanos (Ewel, 1977 y Aide *et al*, 1995, citados por Spittler, 2001).

Spittler (2001), propone las siguientes fases de desarrollo para bosques secundarios secos:

- ? Primera fase sucesional – pastizal arbustivo: este periodo describe la vegetación de los primeros 3 a 4 años después del abandono del área. Dicha fase se caracteriza por la presencia de especies arbustivas y de las primeras especies arbóreas pioneras, las cuales dominarán las siguientes fases de desarrollo hasta el bosque secundario intermedio.
- ☞ El ingreso de esta vegetación ocurre en forma de “islas de regeneración”, es decir que la regeneración se establece en las cercanías de la vegetación previamente existente. La dispersión de semillas a través de animales (zoochoría) cumple una función importante en esta fase, en donde los individuos remanentes sirven como lugar de descanso y de alimentación de aves. En general los árboles remanentes fueron dejados en pie en los pastizales, con el fin de ofrecer sombra al ganado.

- ☞ De esta manera se crea un paisaje de sabanas arboladas, con pequeñas islas de vegetación. El pasto predominante es la especie *Hyparrhenia rufa* (jaragua).
- ? Segunda fase sucesional - arbustal: aproximadamente después de 4 años, el pastizal arbustivo comienza a cerrarse, manteniéndose una alta dominancia de especies arbustivas y arbóreas pioneras. Esta se mantiene hasta el noveno o décimo año después del abandono del pastizal. Durante esta fase paulatinamente se van creando las condiciones microclimáticas necesarias para el establecimiento masivo de regeneración natural: mayores áreas de sombra, aumento de la humedad relativa y reducción de la temperatura del ambiente. Bajo dichas condiciones los pastos son desplazados progresivamente del sitio, aunque siguen sobreviviendo en aquellos sectores en los que ingresa luz directa. La vegetación está conformada por un dosel de aproximadamente 5 m de altura, el cual se extiende de manera más o menos uniforme y densa y en el cual se desarrolla una gran cantidad de especies forestales heliófitas efímeras y durables.
- ? Tercera fase sucesional – bosque secundario temprano: esta fase comienza después de unos 10 a 15 años, por primera vez se puede observar una cobertura forestal cerrada, que provoca el desplazamiento definitivo de los pastos. Ya se comienza a dar un aspecto boscoso, en el cual se pueden diferenciar claramente dos estratos: un estrato arbóreo y un sotobosque. El dosel superior alcanza alturas de aproximadamente 12 m y es dominado por especies arbóreas pioneras. El sotobosque está compuesto por especies arbustivas y por especies heliófitas durables y especies esciófitas recién establecidas. La diversidad de especies arbóreas aumenta rápidamente.
- ? Cuarta fase sucesional – bosque secundario intermedio: esta fase comienza más o menos a los 15 años después del abandono del área y puede permanecer hasta los 35 años. El factor más importante de esta fase bastante prolongada es la reducción en la dominancia de las especies pioneras, las cuales son superadas por las especies heliófitas durables y por las especies esciófitas. Se pueden diferenciar dos estratos arbóreos, alcanzado el dosel superior alturas de hasta 15 m.
- ? Quinta fase sucesional - bosque secundario tardío: esta fase comienza a los 30 ó 35 años de edad después del abandono del pastizal y es difícil o imposible de definir un límite superior, ya que sus características cada vez se asemejan más a las del bosque primario. Las especies heliófitas efímeras (pioneras) en su mayoría han desaparecido, quedando muchos individuos de especies heliófitas durables y algunas especies oportunistas que buscan los escasos claros en el denso dosel. Las especies heliófitas durables dominan (en términos de área basal) la mitad del bosque secundario, mientras que las especies esciófitas luchan por el resto del espacio disponible. El dosel superior alcanza alturas de hasta 25 m.

A pesar de que en toda la zona seca de Costa Rica deberían presentarse las mismas fases de desarrollo, el proceso puede ser frenado o acelerado por diversos factores como: tipos de suelos, cercanía de árboles semilleros, incendios, uso constante por el hombre para pastoreo, extracción de productos como leña, forraje, por lo cual los límites de edad podrían variar, según sea el caso o la intervención.

Con base en tiempo de recuperación y empleando el área basal como variable para cuantificar la productividad del sitio, Spittler (2001), propone el siguiente esquema de fases de desarrollo (Figura 7).

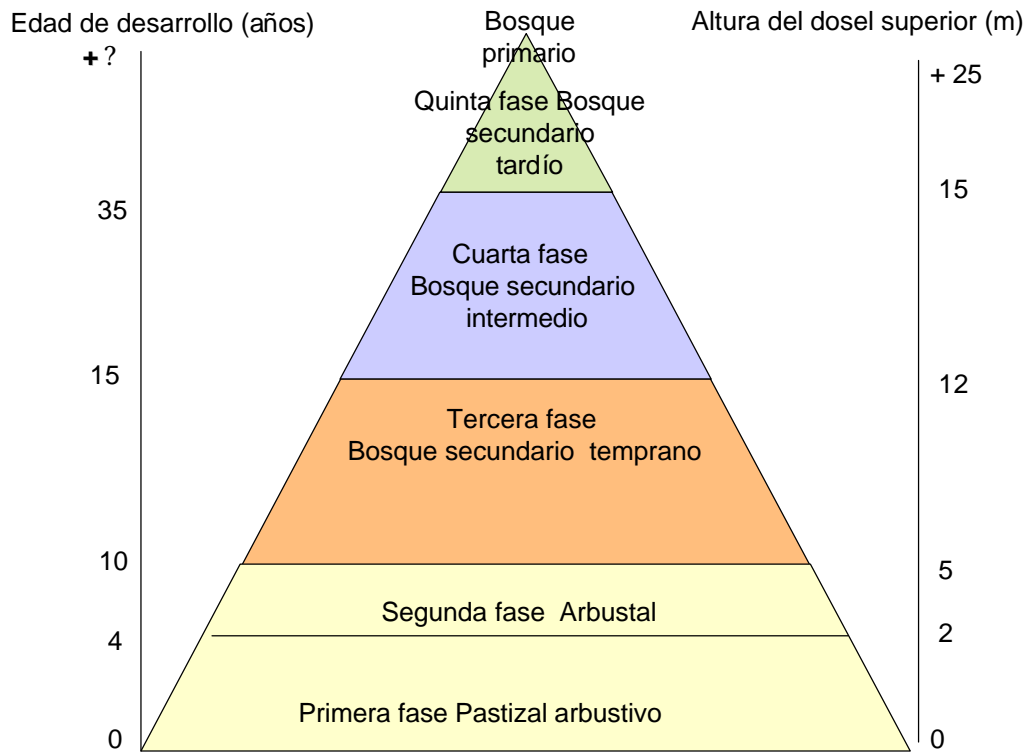


Figura 7. Esquema de desarrollo de un bosque secundario de zonas bajas caliente y seca. Modificado por Spittler (2001).

CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA DEL BOSQUE SECUNDARIO

Existe una serie de factores biológicos y ecológicos que contribuyen a identificar las características básicas de cualquier proceso de sucesión vegetal (Finegan, 1996):

- ? El tipo de perturbación, es decir la intensidad de la perturbación, su duración en el tiempo y tamaño, factores que en conjunto determinan las condiciones de sitio en el momento de iniciarse la sucesión y en las primeras fases de la misma.
- ? Los propágulos que existen en el suelo en el momento de iniciarse la sucesión (abundancia y composición) y los que son diseminados de fuentes aledañas.
- ? Las especies que logran establecerse, crecer y desarrollarse en el sitio.
- ? El efecto producido por la vegetación establecida y en desarrollo.
- ? La competencia, tanto intra como interespecífica, y otras interacciones bióticas.

Adicionalmente, la dinámica que se establece en los bosques secundarios estará regida por reglas ecológicas básicas que regulan el producto final, esto es, un ecosistema complejo y diverso, como se expone a continuación (Rollet, 1980):

1. Organización – estructura y funcionamiento: se refiere a la disposición o el arreglo de objetos dentro de un todo, implica además que la disposición de los objetos tiene algún sentido o coherencia, o que obedece a alguna ley o al menos no es aleatoria. Otra forma de interpretar la organización sería como cualquier situación estable o evolutiva de una población o comunidad, en la cual aunque mínima pueda detectarse algún tipo de organización representable por un modelo matemático o una ley estadística de distribución (Rollet, 1980). Las variables más comunes de evaluar son la estructura vertical y horizontal que representan las especies en bosque.
2. Procesos dinámicos: estos se refieren a la forma en que reacciona el ecosistema ante una perturbación. Los mismos se pueden presentar en el ecosistema a diferentes estadios; tanto en su estructura como en diferentes momentos de su desarrollo (fases).
3. En la historia del bosque y considerando la distribución geográfica del mismo, se presentan variaciones macro y microclimáticas que en su conjunto moldean el bosque. Estas interacciones se mantienen por cientos de años y sus consecuencias pueden ser a corto o largo plazo.
4. Estrategias de perpetuación: La evolución es el resultado de un proceso de prueba y error en diferentes ambientes del bosque y en situaciones climáticas cambiantes. Este proceso ha determinado las características propias de cada especie, como lo es su estrategia de perpetuación.

Se identifican dos estrategias generales de reproducción: especies *r* que tienen altas tasas de producción de semilla y que son exigentes de condiciones ambientales, como mucha luz (estrategia de más hijos de menor estatura) y las especies de estrategias *K*, que toleran alta competencia y sombra y que pueden formar poblaciones densas sin mayor demanda de recursos (estrategia de menos hijos de mayor estatura). Las especies de ambas estrategias se complementan para responder a las características de la dinámica del bosque (Hallé *et al*, 1978, citado por Valerio y Salas, 1997).

El principio básico de las especies r y k , se deriva del modelo logístico que describe el crecimiento de una población:

$$\Delta N = Nr + (K-N)/K$$

donde:

r = tasa intrínseca de reproducción de la población

K = tamaño máximo de la población alcanzable en un ambiente dado

N = tamaño de población

Δ = cambio en el número de individuos

En el siguiente cuadro se presenta un resumen las principales características de cada grupo.

Cuadro 4. Principales características de las estrategias de reproducción.

Características	Especies r	Especies K
Clima	Se establecen en climas variables o impredecibles.	Se establecen en climas más o menos constantes o predecibles.
Mortalidad	No tiene relación con la biología de las especies, se ve afectado por factores abióticos.	Es más dirigida, se da por bioregulación, afectando así el microclima.
Sobrevivencia	Es probable. Es corta con respecto a la mayoría de las plántulas o de los individuos establecidos, plántulas y brinzales.	Es probable, se convierten en especies longevas pero únicamente una parte de los individuos establecidos.
Tamaño de la población	Es variable en el tiempo. Usualmente no alcanza el punto de equilibrio, se ubica bajo la capacidad ambiental. En comunidades no saturadas, ocupan varios espacios ecológicos. La recolonización es anual o sucesional.	Es más o menos constante en el tiempo, presentando un nivel de equilibrio cerca del punto de capacidad ambiental. Se presentan en comunidades saturadas. No hay recolonización pero sí reemplazo gradual.
Competencia	Son especies que no son buenas en competencia consigo mismas (intraespecífica), ni con individuos de otras especies (interespecífica).	Son hábiles para competir no sólo con individuos de su propia especie (intraespecífica), sino también con los de otras especies interespecífica).
Longevidad	Son de vida corta, anuales o pioneras.	Son más longevos que los de especies r , duran cientos de años.
Características de selección	Crecimiento rápido. Tasas de reproducción altas y continuas. Cuerpos pequeños, arbustos o árboles de porte bajo. Reproducción temprana.	Crecimiento lento. Tasas de reproducción relativamente baja. Árboles de porte mayores. Reproducción tardía relativamente baja. Mayor habilidad competitiva.

(Valerio y Salas, 1997).

El comportamiento de los organismos en la naturaleza responde a la interacción de las características genéticas, definidas a través de la evolución y de los factores ambientales; esta combinación permite diferenciar expresiones de comportamiento que forman un continuo, más que

manifestaciones discretas, por eso un decir popular reza "...en la naturaleza no hay ni negros ni blancos, sino diferentes matices de gris...".

Tradicionalmente, se ha definido los grupos ecológicos que permiten, para cualquier bosque tropical, reconocer y agrupar especies que poseen características biológicas y ecológicas similares (Valerio y Salas, 1997).

Los gremios de especies, se entienden como "grupos de especies que utilizan uno o varios recursos del medio de la misma manera". En el bosque húmedo tropical, el recurso principal en la determinación del comportamiento de las especies es la luz, razón por la cual se mantiene en la terminología la referencia a la tolerancia e intolerancia. A las especies intolerantes se les denomina heliófitas y a las tolerantes esciófitas (Finegan, 1993).

En términos generales, el espectro de tipos de especies entre los extremos representados por los gremios -heliófitas efímeras y esciófitas totales-, corresponden a la base teórica de especies "r" y "K".

La clasificación más utilizada en la actualidad es la planteada por Finegan (1992), en la cual se contemplan cuatro gremios o grupos:

1. Especies heliófitas efímeras: son intolerantes a la sombra, requieren de luz para establecerse, crecer, reproducirse y que tienen una vida muy corta. Todas sus características juegan un papel fácilmente reconocible en la rápida colonización y ocupación de sitios abiertos: producción a una edad precoz de una gran cantidad de semillas ampliamente diseminadas presentes, vivas y enterradas en el banco de semillas del suelo. Alta capacidad fotosintética en condiciones de buena iluminación, permitiendo un crecimiento muy rápido, con la asignación de una proporción relativamente alta de los recursos conseguidos a la producción de hojas y a la reproducción. Ejemplos de géneros botánicos: *Cecropia*, *Heliocarpus*, *Ochroma*, *Trema*, *Alnus*, *Guazuma*, *Schyzolobium*.
2. Especies heliófitas durables: intolerantes a la sombra, de vida relativamente larga. Esta estrategia en términos relativos, es una versión menos extrema de la estrategia de las heliófitas efímeras; el conjunto de sus características les permite la explotación de sitios abiertos y a la vez, poseen una altura de grande a muy grande y una vida relativamente larga. Estas especies no llegan tan rápido a los sitios abiertos, como lo hacen las heliófitas efímeras, pero se apoderan de dichos sitios después que las efímeras desaparecen y los ocupan por un periodo mucho más largo. Ejemplo de algunas especies: *Cedrela odorata*, *Ceiba pentandra*, *Swietenia* sp., *Qualea polychroma* y el género *Vochysia*.
3. Especies esciófitas parciales: toleran la sombra en las etapas tempranas del desarrollo, pero requieren necesariamente de un grado elevado de iluminación para alcanzar el dosel, para pasar de las etapas intermedias hacia la madurez. Ejemplo de especies: género *Virola*, *Pentaclethra macroloba*, *Carapa guianensis*, *Lecythis ampla*.
4. Especies esciófitas totales: se establecen a la sombra y no tiene la capacidad de aumentar significativamente su crecimiento si se abre el dosel.

En el cuadro 5, se presenta con mayor especificidad, algunas características biológicas y ecológicas de las especies de los cuatro gremios forestales.

Caracterización dasométrica del bosque secundario

La mayoría de trabajos referentes a los bosques secundarios, se han realizado en la zona húmeda del país, en especial en las regiones Huetar Norte y Atlántica. Sin embargo se cuenta con evaluaciones silviculturales para algunas localidades del la zona seca de Guanacaste, que pueden emplearse de referencia para caracterizar silviculturalmente estos ecosistemas (Quesada, 2005; Spittler, 2001).

Cuadro 5. Características biológicas y ecológicas generales de las especies de los cuatro gremios forestales de los bosques húmedos tropicales.

Gremio ecológico	Heliófitas		Esciófitas	
	Efímeras	Durables	Parciales	Totales
Capacidad fotosintética	Muy alta, PCL alto	Alta, PCL alto	Baja: PCL bajo	
Asignación proporcional de recursos	Más hojas, flores y frutos	Intermedio	Más madera (estructuras permanentes).	
Tasa anual de crecimiento diamétrico (máxima)	Hasta 6 cm	2 - 3 cm	0.5 – 2 cm	0.2 – 0.5 cm
Edad de madurez reproductiva	2- 4 años	5 - 15 años	25 o más años	más de 100 años
Duración de vida	10- 15 años (hasta 35 años)	50 – 150 años.	150 – 450 años	
Altura máxima (m)	20-25 m (hasta 40 m)	30 – 40 m (hasta 60 m).	30- 50 m (hasta 60 m)	variado hasta emergentes
Estructura de la población	Coetáneo o regular	Coetáneo o regular	Todas las clases disetáneo.	
Modo de diseminación de semilla o fruto	Pájaros, murciélagos, viento	Viento, pájaros, murciélagos	Murciélagos, otros mamíferos arbóreos y terrestres, pájaros, gravedad	
Tamaño de semilla	Relativamente pequeña	Pequeña a mediana	Mediana a grande	
Fructificación	Continua	Anual en épocas bien definidas, tamaño de cosecha variable.	Épocas bien definidas, cosechas grandes e irregulares, con periodos de poca producción.	
Presentes en banco de semillas	Sí	Algunas especies	No	
Densidad de la madera (gr/cm ³)	Muy liviana (0.2 - 0.3).	Liviana moderada (0.3 – 0.5).	Moderada a pesada (0.45 – 0.9).	

PCL: Punto compensación de luz.
(Finegan, 1993 modificado).

Bosques secundarios de la región seca

En el Cuadro 6 se presentan valores del número de árboles (densidad), área basal (m²/ha), diversidad (número de especies/unidad de superficie), la fase sucesional según la metodología de Spittler (2001) y la zona de vida para tres referencias de la zona seca y húmeda de Guanacaste.

A pesar de que se ubican en la misma condición climática del bosque seco tropical, con sus variaciones a bosque húmedo tropical transición a seco y bosque húmedo tropical, no se puede encontrar que existan tendencias en relación con las variables indicadas y que están vinculadas al desarrollo del bosque.

Las causas de esta situación se centran en el hecho de que muchos de los bosques secundarios de esta región del país son empleados para el pastoreo del ganado en la estación seca, con lo cual la escasa regeneración que se haya establecido desaparece, ya que el ganado ramonea todo lo que esté a su alcance. Igualmente en forma periódica e intencional, los incendios forestales afectan los bosques. Y para el ciclo, estos bosques en forma descontrolada suplen a la población de leña, postes para reparar cercas, construir ranchos y otros usos (Quesada, 2005); así que el ciclo y los procesos de recuperación natural son constantemente interrumpidos, sin importar la fase de desarrollo en la cual se encuentra el bosque secundario, y contribuyen en forma desmedida al deterioro del bosque.

Cuadro 6. Variables dasométricas según la fase de desarrollo, edad, número de árboles/ha, área basal/ha, número de especies, y masa remanente, para bosques secundarios en Guanacaste, Costa Rica.

Fuente	Zona de vida	Fase de desarrollo (Spittler 2001)	Edad (años)	Variables dasométricas				
				Densidad (N/ha)	Área basal (G/ha)	Número de especies	Masa remanente N	G
Spittler (2001)* EEFH	bs-T	Pastizal arbustivo	1	35.3	0.2	8	21.2	0.3
		Arbustal (charral)	6	743.8	4.2	39	84.5	9.8
		Bosque secundario temprano	13	785.1	10.5	63	14.3	2.8
		Bosque secundario intermedio	17 a 25	902.2	14.5	68	11.8	2.7
		Bosque secundario tardío	50	991.1	28.4	64	5	2.2
González y Quesada (2004)** PNPV	bs-T	Arbustal (charral)	6	164	6.04	16		
		Bosque secundario temprano	11	256	8.1	20		
		Bosque secundario temprano	15	230	9.5	21		
		Bosque secundario intermedio	20	288	10.6	22		
			22	690	17.4	16		
			24	296	18.5	35		
	27	720	20.1	16				
	29	330	21.5	34				
Quesada (2005)*** Nicoya Hojancha Nandayure	bh-T ****	Bosque secundario temprano	10	261	8.6	57		
			10	303	9.9	60		
	bh-T ****		10-15	230	12.9	70		
			10-15	332	14.3	76		
	bh-T	Bosque secundario intermedio	>20	322	25.8	112		

* composición florística se expresa en unidades de 154 m²

* diámetro de referencia 10 cm

*** composición florística en 0.3 ha

**** bosque húmedo Tropical transición a seco

bh-T = bosque húmedo Tropical piso basal

bs-T = bosque seco Tropical piso basal

EEFH = Estación Experimental Forestal Horizontes.

PNPV = Parque Nacional Palo Verde.

N = número de árboles por hectárea.

G = área basal / hectárea expresada en m².

Estudios realizados por Janzen (1986) en el Parque Nacional Santa Rosa, indican la importancia de los árboles remanentes, que por muy variadas razones quedaron en las áreas que luego se convierten en bosque secundarios, aspectos relacionados con la teoría de islas de vegetación. Spittler (2001) valora el aporte de la masa remanente, no sólo como la oportunidad que tiene la fauna silvestre para pernotar o posarse en estos individuos, sino como fuente semillera para la futura repoblación del sitio.

Fedlmeier (1996) analiza esta variable para bosques secundarios húmedos y evalúa el aporte como fuente semillera, que es muy favorable para la regeneración natural del nuevo bosque secundario

Bosques secundarios de la región húmeda

Por constituir la mayor cantidad de área de bosques secundarios del país y ubicarse en un área donde la problemática forestal siempre ha sido tema de discusión nacional, el bosque secundario de las regiones húmedas de Costa Rica ha sido más estudiado.

A manera de resumen se presentan valores característicos de estos bosques en el cuadro siguiente:

Cuadro 7. Resumen de variables dasométricas según edad, número de árboles/ha, área basal/ha, para un diámetro de mínimo de medición 5 cm, en bosques secundarios en zonas húmedas de Costa Rica.

Fuente	Edad (años)	Variables dasométricas	
		Densidad (N/ha)	Área basal (m ² /ha)
Redondo <i>et al</i> (2000)	12	1135	20,01
	15	1023	19,62
	20	1224	27,07
	25	1121	31,56
	6	770	6,08
	Solís (2000)	7	750
8		825	7,99
9		945	9,80
15		1510	21,81
16		1370	20,59
17		1310	21,46
18		1410	23,36
21		1435	26,16
22		1375	25,86
23		1330	26,31
24		1440	28,40
2,5		375	1,4
Fedlmeier (1996)		5,5	1390
	9	2010	14,9
	12	1680	17,8
	18	1650	28,0

N = número de árboles por hectárea; G = área basal / hectárea expresada en m²
Fuente: autor

Posibles contribuciones de los bosques secundarios al desarrollo sostenible

Los bosques secundarios pueden cumplir gran cantidad de funciones de las que la humanidad se beneficia o se podría beneficiar, las cuales merecen su atención. Hay que tener en cuenta que varias de estas funciones y servicios son demandados simultáneamente. Según ECO (2000), se pueden diferenciar cuatro grupos de usos potenciales para los bosques secundarios:

- ? Usos forestales: que abarcan la producción y el procesamiento de la madera para usos varios, la leña y los productos no maderables del bosque (PNMB), incluyendo el desarrollo artesanal en el entorno de los bosques secundarios.
- ? Usos agrícolas: que incluye el uso agroforestal del bosque secundario como barbecho forestal, la introducción de cultivos agrícolas y el pastoreo en el bosque.
- ? Potencial de protección: como la protección hídrica, edáfica, climática y contra las emisiones, conservación de la biodiversidad, fijación de CO₂.
- ? Potencial de turismo y recreación.

Grupos de usuarios

Para analizar la importancia de la política de desarrollo, las posibles funciones del bosque secundario deben considerarse desde el punto de vista de la importancia que tienen bajo ciertas condiciones para un determinado grupo de usuarios.

Se diferencian tres grupos de usuarios del bosque, que naturalmente podría dividirse en muchos subgrupos, con intereses de uso y capacidades distintas. Estos grupos son:

- ? La población rural local (entre otros, agricultores, campesinos sin tierra, comerciantes locales, artesanos, cooperativas).
- ? La población regional y nacional (consumidores, políticos, grupos ambientalistas, industrias de la madera, organizaciones no gubernamentales (ONG`s), fundaciones, científicos).
- ? La comunidad internacional (consumidores, gobiernos, expertos, industrias especializadas, agencias de cooperación).

El cuadro 8 resume las funciones que cumplen los bosques secundarios.

Cuadro 8. Intereses predominantes de los diferentes grupos metas con relación a las distintas funciones que cumplen los bosques secundarios.

Función del bosque secundario	Grupos de usuarios		
	Población rural local	Población regional y nacional	Comunidad internacional
Madera para procesamiento			
? comercialización	-	+	+
? subsistencia	+	-	-
Leña			
? comercialización	+/-	+	-
? subsistencia	+	-	-
PNMB			
? comercialización	+/-	+/-	+
? subsistencia	+	+	-
Barbecho forestal.	+	-	-
Pastoreo en el bosque	+	+/-	-
Agricultura (introducción de cultivos)	+	-	-
Protección del suelo, del clima, del agua, y contra emisiones de gases	+/-	-	-
Protección del hábitat de la fauna y la flora, conservación/mejoramiento de la biodiversidad.	+/-	-	+
Fijación de CO ₂ .	-	-	+
Sustitución para el uso del bosque primario.	-	-	+

Notas:

+ = gran interés, - = poco interés.

PNMB = productos no maderables del bosque

Modificado de ECO (2000).

Usos forestales

A los bosques secundarios de Costa Rica, al igual que en la mayoría de los países latinoamericanos, se les ha atribuido un significado mínimo. Los dueños de los bosques secundarios son vistos como personas que han descuidado la atención de sus fincas. Una razón que explica este comportamiento se basa en que frecuentemente, los campesinos sin tierra solicitan estos sitios que “evidentemente” han sido dejados de utilizar, con lo cual los dueños de tierras tienen que recurrir a procedimientos legales para impedir la toma ilegal de sus tierras.

Para la mayoría de los propietarios de las fincas donde existe bosque secundario, es conocido el efecto en el mejoramiento de los suelos que se da en las áreas de producción agrícola, al dejarlas en recuperación o barbecho. Sin embargo, en este periodo de tiempo tan corto (entre 1 a 3 años), solamente se desarrolla un bosque secundario arbustivo, que deberá eliminarse para que el terreno vuelva a ser utilizado en actividades de producción agrícola.

En Costa Rica, instituciones como el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), la Universidad Nacional (UNA), el Centro Científico Tropical (CCT), proyectos como el Proyecto Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero (COSEFORMA), organizaciones no gubernamentales como la Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos (CODEFORSA), y el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) a través del Área de Conservación Tempisque y Guanacaste (ACT, ACG), han llevado a cabo investigaciones que demuestran la capacidad de producción de madera que poseen los bosques secundarios y derivan de ellos el alto potencial económico que representan para los propietarios. Picado (1991), reporta una producción media de 9.2 m³/ha de madera para aserrío en un bosque de 35 años de edad en el sur del país. Se indica que el 75% de las especies contaban con un mercado en la categoría de mediano a alto valor comercial, el restante 25% poseída un uso local. Fedlmeier (1996), en la zona norte en un bosque muy húmedo tropical, obtuvo rendimientos entre 10 a 20 m³/ha/año en bosques secundarios de edades entre 8 a 17 años.

Spittler (2001), en la zona de vida bosque seco tropical, determinó que el bosque secundario representa la segunda fuente más importante para los aserraderos de la región Chorotega, aportando el 31.9% del volumen requerido. Este volumen proviene de bosques de 13 años de edad, los cuales tienen un incremento volumétrico de 49 m³/ha, hasta los bosques más adultos con 180 m³/ha.

Productos no maderables del bosque (pnmb))

En Costa Rica, el estudio del uso, valoración, comercialización y ecología de los productos no maderables del bosque (PNMB), se desarrolló en forma muy exitosa por el Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central -Proyecto OLAFO desarrollado por el CATIE- (Robles *et al*, 2000).

Por otra parte estudios más específicos como los realizados por Berrocal (1998), Mena (2002) y Quesada (2004) en bosques secundarios de la región seca y húmeda, demuestran el potencial que existe en éstos bosques, lo cual le incorpora un valor más para el propietario.

Significado ecológico

Muchos sitios en Costa Rica han sido tan severamente degradados a través de la explotación agrícola (especialmente en pendientes fuertes), que su regeneración únicamente se podría lograr a través de la clausura como áreas productivas y permitir en ellos el establecimiento de la sucesión secundaria. La forestación artificial en suelos tan degradados es normalmente insuficiente (Fedlmeier, 1996). De manera sencilla, las especies pioneras pueden colonizar y conducir las hacia la sucesión. Poco a poco se podrían recuperar las condiciones del sitio a través de esta vegetación

pionera, para que luego se puedan establecer las especies más exigentes a condiciones de fertilidad y sombra.

Los bosques secundarios traen consigo mejoría, tanto en las condiciones del suelo como en la calidad del agua, en el mantenimiento del material genético, los nutrimentos, el soporte orgánico y la humedad del suelo (Fedlmeier, 1996). Desde el punto de vista para la fauna silvestre, los bosques secundarios constituyen y cumplen una función como corredores naturales y brindan una gran variedad de nichos ecológicos.

Potencial de protección - servicios ambientales (SA)

Si se analiza el potencial de los bosques secundarios como generadores de servicios ambientales, se debe considerar su capacidad para proteger las fuentes de agua, mantener la biodiversidad, almacenar carbono, mejorar la calidad de los suelos y proveer la belleza escénica para la región (Rodríguez, 1997 y Thren, 1997, citados por Berti, 1999; Fedlmeier, 1996; Finegan, 1996).

Ortiz *et al* (1998) citado por Berti (1999), indican que los bosques secundarios deben recibir especial atención debido, por un lado, a su mayor tasa de secuestro de carbono y además por el hecho de que en sus primeras etapas sucesionales, estos ecosistemas son altamente vulnerables al cambio de uso de la tierra, lo que se significaría perder capacidad para almacenar carbono en el futuro.

Otro aspecto de los bosques secundarios que es necesario considerar, es su importancia para conservar y mejorar la productividad del suelo. Dada su rápida sucesión, el bosque secundario desempeña funciones reguladoras decisivas, ya que después de 5 a 10 años existe suficiente biomasa (follaje y raíces) que sobrepasa la producción primaria neta del bosque primario (ECO, 2000).

De Camino (1999), menciona que, como la mayoría de los bosques secundarios se encuentran en áreas que fueron utilizadas para la cría de ganado, en muchos casos al momento del abandono, los suelos se encuentran con altos grados de compactación que no sólo dificultan las actividades de cultivo, sino que además favorecen la escorrentía y la erosión.

De tal manera, es evidente que el potencial económico de los bosques secundarios, considerando los distintos bienes y servicios que éstos brindan actualmente y pueden brindar en el futuro, justifica la necesidad de valorar adecuadamente cada uno de ellos y promover acciones que faciliten su uso y conservación.

Marco legal para el manejo del bosque secundario en Costa Rica

En el mundo actual, el concepto de la sostenibilidad está presente en todos los ámbitos de la sociedad y aunque su aplicación no es obligatoria, sirve de pauta para la acción de los diferentes sectores y aspectos de la vida diaria. El concepto del desarrollo sostenible como aquel “que satisface las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de que las futuras generaciones satisfagan su propias necesidades”, es parte de la agenda política de todo el mundo. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro (Brasil) en 1992, logró el compromiso de los gobiernos de promover el desarrollo sostenible, mediante la aprobación de la Agenda 21 (ONU, 1992).

Uno de los elementos principales del concepto actual del desarrollo sostenible es el manejo forestal sostenible, el que de acuerdo a los “Principios Forestales” de la conferencia citada, implica que “los recursos forestales y los terrenos forestales se deberían manejar de manera sostenible para satisfacer las necesidades sociales, económicas, ecológicas, culturales y espirituales de la presente y de las futuras generaciones” (COSEFORMA, 2000).

Como consecuencia de los acuerdos de Río, en las distintas regiones del mundo se iniciaron procesos con el fin de establecer estándares para el manejo sostenible de los bosques, entre ellos:

- ? Proceso de Helsinki (para bosques europeos) (PEFC, 1999).
- ? Proceso de Montreal (para bosques templados y boreales) (CSCE, 1993).
- ? Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT, 1998).
- ? Proceso de Tarapoto (países del Tratado de la Cuenca Amazónica) (OTCA, 2004).
- ? Proceso de Lepaterique (FAO, 1997).

Costa Rica no escapa a estos procesos, y a lo interno, con el apoyo conjunto de La Cámara Costarricense Forestal (CCF), la Oficina Nacional Forestal (ONF), el Proyecto COSEFORMA, las universidades estatales, organizaciones no gubernamentales y el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC-MINAE), se inicia en 1994 las discusiones de los estándares nacionales para el manejo forestal sostenible (MFS) y la certificación forestal, procesos que se prolongan en amplia discusión por parte de los involucrados, durante un periodo casi cinco años.

Con la aprobación de la nueva Ley Forestal N° 7575 (Ley Forestal N° 7575, 1996), en 1996, se dan las bases para la creación de la Comisión Nacional de Certificación Forestal (CNF), la Oficina Nacional Forestal (ONF), el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), que en su conjunto colaboran con el SINAC-MINAE (CNCF, 1999; MINAE, 2002).

Le corresponde a la CNCF la elaboración de los criterios, estándares e indicadores para el manejo sostenible y la certificación forestal en el país. El fruto de todo este proceso participativo es la publicación en La Gaceta N°212 del 2 de noviembre de 1998 (MINAE, 1998), del Decreto Ejecutivo N°27388-MINAE de "Los Principios, criterios e indicadores para el manejo forestal y la certificación en Costa Rica", donde se brindan las pautas a seguir con el fin de realizar un manejo forestal sostenible. Estos principios se basaron en los criterios e indicadores del Consejo de Manejo Forestal (FSC) (CNCF, 1999).

La CNCF inicia un proceso paralelo para establecer un principio exclusivo para el manejo de bosque secundario, con lo cual se logra la incorporación de este tipo de bosque dentro de las leyes nacionales, permitiéndose su manejo y protección. El decreto se publica en La Gaceta N°147, del 29 de julio de 1999, bajo el número Decreto Ejecutivo N°27998-MINAE, (CNCF, 1999; MINAE, 1999).

Para efectos legales la definición de bosque secundario dada por la CNCF (1999) es la siguiente: *"Tierra con vegetación leñosa de carácter sucesional secundaria que se desarrolló una vez que la vegetación original ha sido eliminada por actividades humanas y/o fenómenos naturales, con una superficie mínima de 0.5 hectáreas, y con una densidad no menor a 500 árboles por hectárea de todas las especies, con diámetro mínimo a la altura de pecho de 5 cm. Se incluyen también las tierras de bosque secundario inmediatamente después de aprovechadas bajo el sistema de cortas de regeneración"*.

Entre las justificaciones que llevan a proponer un principio exclusivo para el manejo del bosque secundario se tienen las siguientes (CNCF, 1999):

- ? Los bosques secundarios tienen una composición florística diferente a la del bosque primario.
- ? Los bosques secundarios tienen una alta dinámica y rápido crecimiento.
- ? Se trata de bosques más jóvenes que los bosques primarios, con árboles de diámetros menores, por lo tanto se aprovechan árboles de diferentes dimensiones.
- ? Existen bosques secundarios con una fuerte dominancia de una sola especie, los cuales pueden ser manejados mediante un sistema monocíclico, es decir, cortas de regeneración (lo cual no se permite en los bosques primarios).

- ? Especies de rápido crecimiento y maderas menos densas.
- ? Unidades pequeñas de manejo.
- ? Existe infraestructura en el bosque, patios, caminos, pistas de arrastre.

¿Cómo manejar el bosque secundario?

Por manejo del bosque secundario, debe entenderse todas las acciones conducentes a utilizar de la mejor forma las potencialidades del bosque secundario. El manejo es una actividad integrada, y distribuida a lo largo del ciclo de corta para el bosque. Se incluyen tres intensidades de manejo:

- ? Un manejo intensivo: donde se da un aprovechamiento total del recurso en un sólo momento, sistema monocíclico.
- ? Un manejo extensivo: donde se da un aprovechamiento en forma sostenida y en periodos amplios, equivalente al ciclo de corta el bosque, sistema policíclico.
- ? Un manejo pasivo dedicado a la conservación, en sus muy variadas modalidades.

Los factores que determinan el manejo forestal del bosque secundario, dependen de variables como: interés del propietario por obtener ganancias económicas (prioridades), la región geográfica donde se ubica el ecosistema, la fase de desarrollo en la cual se encuentra el bosque, las fuentes semilleras, el uso anterior del suelo, entre otras.

Adicional a los factores anteriores, es fundamental definir un objetivo general de manejo, en los que se pueden definir tres grandes grupos de interés:

1. Manejo para obtener bienes industriales: madera en sus muy diversas modalidades (aserrío principalmente).
2. Manejo de los productos no maderables identificados en el bosque.
3. Manejo para conservación y protección.

Con el propósito de alcanzar los objetivos en cada grupo de interés, se aplican técnicas silviculturales específicas (tratamientos silviculturales), con las cuales se logra optimizar los recursos disponibles.

La definición del manejo en forma integral debe ir acompañada con periodos de observación y de ajustes al plan de manejo, ya que con el avance en el proceso de sucesión los objetivos pueden cambiar.

En el caso de los dos primeros objetivos de manejo señalados, se obtiene un producto como parte de ese proceso; por lo tanto deben elaborarse los respectivos planes de manejo. Para el tercero, objetivo de un manejo para la conservación y la protección, es importante la edad fase de desarrollo del bosque, porque dependiendo de ésta se mejoraría el cumplimiento de los objetivos de conservación y protección.

En cualquiera de los casos, cuanto más maduro es el ecosistema sujeto a manejo, las posibilidades de alcanzar, lograr y cumplir los objetivos aumentarían. En el cuadro 9 se presentan variaciones de la intensidad de manejo según el tipo de bien a obtener por tipo de bosque secundario.

Cuadro 9. Relación de intensidad de manejo según tipo de bosque secundario y según tipo de producto esperado.

Fase de desarrollo y tipo de bosque	Intensidad de manejo				
	Intensivo		Extensivo		Pasivo
	BI Madera	PNMB	BI Madera	PNMB	Conservación / protección
Bosque húmedo tropical					
Bosque húmedo fase I	-	+	-	+	+
Bosque húmedo fase II	+	++	+	++	+++
Bosque húmedo fase III	++	+++	++	+++	++++
Bosque seco tropical					
Bosque seco fase I	-	-	-	-	- / +
Bosque seco fase II	-	- / +	-	- / +	+
Bosque seco fase III	- / +	+	-	+	++
Bosque seco fase IV	+	++	+	++	+++
Bosque seco fase V	++	+++	++	+++	++++

Notas:

- = poco interés; + = gran interés, BI = bosque intervenido, PNMB = producto no maderable de bosque

Plan de manejo

El plan de manejo es el instrumento que permite al silvicultor la planificación de las actividades que se van a realizar en el bosque; posteriormente se convierte en el objeto orientador de qué hacer y cuándo hacerlo.

La gran heterogeneidad en bosques secundarios debido a factores como: uso anterior, actividad humana, presencia de fuentes semilleras y agentes dispersores, entre otros, provocan que no se pueda establecer una receta de manejo, por el contrario, cada bosque debe ser evaluado y manejado según sus características silviculturales.

Debido a que existen diferencias, principalmente en relación a las variables de la estructura vertical y horizontal de las especies presentes en el bosque secundario en comparación con bosques primarios, se hizo necesario planear un modelo de manejo, o bien, una metodología sobre los aspectos básicos que deben contemplar el plan de manejo para un bosque secundario, los cuales se publicaron en La Gaceta N°147, del 29 de julio de 1999, bajo el Decreto Ejecutivo N°27988-MINAE, con el nombre de Principio, Criterio e Indicadores para el manejo sostenible de bosques secundarios y la certificación forestal en Costa Rica (CNCF, 1999; MINAE, 1999). Las diferencias que afectan la ejecución del plan de manejo para un bosque secundario, se fundamentan en los siguientes aspectos:

- ? Dominancia de especies de crecimiento mayor en las primeras fases de desarrollo.
- ? Abundancias absolutas mayores de especies de rápido crecimiento.
- ? Especies con características físico-mecánicas diferentes, debido a su crecimiento mayor.
- ? Dimensiones menores, diámetros mínimos diferentes a 60 cm, en general menor para la mayoría de las especies.
- ? Volúmenes irregulares según las especies.
- ? Variación en relación con la proporción de especies con usos comerciales.
- ? Periodos de rotación menores.
- ? Uso de maquinaria diferente, según dimensiones, por lo cual se prevé el empleo de fuerza animal para la extracción, o bien, maquinaria de menor tamaño como el tractor agrícola.
- ? Distancias de arrastre mínimas a patios.

- ? Uso de infraestructura antigua, caminos secundarios, y primarios.
- ? Según sea el desarrollo y estructura del bosque, se puede aplicar un aprovechamiento total, solamente dejando una proporción de la masa para repoblar el sitio.

Tratamientos silviculturales

El objetivo que se busca con la aplicación de un tratamiento silvicultural, es conseguir la mayor productividad de un sitio, concentrándose en los mejores individuos arbóreos para la cosecha final. Igualmente, con la aplicación de tratamientos se busca provocar una mejor distribución de la luminosidad, lo cual repercute en el crecimiento de los mejores individuos.

Otra opinión se refiere a que los tratamientos son operaciones que modifican la estructura del bosque y van dirigidos a solucionar un problema específico, o en general, a reducir la intensidad de la competencia (lumínica) sobre los árboles de interés (Quirós, 2001).

Sin embargo, hoy día la aplicación de tratamientos tiene otra perspectiva que está sujeta a la necesidad real de invertir en esta actividad, debido a que las ganancias económicas son a largo plazo. En el proceso de toma de decisiones, se han incorporado otras variables que consideran aspectos ecológicos y sociales del manejo forestal, dando valor a los bienes y servicios que el bosque brinda y que no son necesariamente madera, principalmente tratamientos tendientes a favorecer los productos no maderables del bosque.

Cosecha o aprovechamiento

Tradicionalmente y en forma errada se creía que el aprovechamiento del bosque era el manejo forestal de un bosque, lo cual es un error de concepto, debido a que constituye un tratamiento como parte del manejo. Sin embargo el aprovechamiento o cosecha es considerado muchas veces como el primer y más importante tratamiento silvicultural, destinado al manejo de un bosque natural.

En el caso de los bosques secundarios, el aprovechamiento está en función de la fase de desarrollo del bosque, del crecimiento de las especies típicas de las fases de sucesión y de la presencia de árboles remanentes en el bosque.

Las actividades del aprovechamiento se realizan según los principios del aprovechamiento mejorado o de bajo impacto, donde se realizan las siguientes operaciones:

- ? Inventario forestal.
- ? Censo comercial.
- ? Trazado de caminos primarios y secundarios.
- ? Pistas de arrastre.
- ? Corta dirigida.
- ? Arrastre controlado.
- ? Transporte controlado.
- ? Actividades pos-aprovechamiento.
- ? Clausura de caminos.
- ? Limpieza de cauces de agua.

A pesar de cumplir los principios de aprovechamiento mejorado, el bosque secundario presenta características que marcan la diferencia con el aprovechamiento del bosque primario; por ejemplo, se extraen árboles con diámetros de menores dimensiones, de especies de crecimiento secundario y un volumen comercial en menor proporción. En su conjunto estos aspectos son la base



Figura 8. Aprovechamiento de individuos comerciales en bosque secundario región Huetar Norte (Foto: R, Quesada. Julio 2000).

para que la fuerza animal sea sugerida como el mejor sistema de extracción en sustitución del tractor oruga tradicional (COSEFORMA, 2000).

Liberación

El tratamiento de liberación consiste, en primera instancia, en eliminar la vegetación que impide a los árboles de futura cosecha recibir una iluminación adecuada. También se aplica cuando los árboles están muy juntos, lo cual crea competencia por espacio y nutrientes (Quirós, 2001). El tratamiento consiste en el anillamiento o envenenamiento exclusivamente de los individuos que afectan al mejor individuo o líder deseable.



Figura 9. Ilustración de un bosque secundario en el Pacífico Central, con una alta densidad de árboles de muchas especies. (Foto: R, Quesada. junio 2005).

Refinamiento

Este tratamiento se enfoca a la eliminación de especies no comerciales de los estratos intermedios. Por lo general, se eliminan árboles de copa ancha y densa mediante envenenamiento con un arboricida. Para ello se hace el anillado del fuste, donde luego se aplica el arboricida. En algunos casos se hace un corte profundo inclinado en el fuste con motosierra, donde se puede aplicar el arboricida y acelerar la muerte del individuo. Se prefiere el anillamiento o envenenamiento a la corta del árbol para evitar las entradas excesivas de luz y el establecimiento de vegetación no deseada (COSEFORMA, 2000).



Figura 10. Efectos de la aplicación del refinamiento en árboles no comerciales, bosque secundario de 21 años de edad en región Huetar Norte. Foto: R, Quesada. Setiembre 1999).

Saneamiento o mejoramiento

Este tratamiento consiste en la eliminación de los individuos sobremaduros, deformados, dañados o con problemas fitosanitarios, a partir de un diámetro preestablecido. Su prescripción se basa en muestreos silviculturales que se aplican para conocer el estado silvicultural, es decir, si hay necesidad o no de aplicar tratamientos silviculturales; en particular el muestreo de remanencia que evalúa a los individuos que presentan las dimensiones diamétricas altas (Quirós, 2001).

Durante la aplicación de este tratamiento hay que tener en cuenta el interés de dejar árboles de especies de importancia ecológica, tales como hospederos y fuentes de alimento para aves, murciélagos y otros, que son importantes como polinizadores y dispersores de semillas.

Raleo o aclareo

El raleo o aclareo consiste en la eliminación de árboles de especies comerciales o no, que están o estarían en competencia con los árboles seleccionados. En bosques secundarios, el raleo busca disminuir la competencia de altas densidades de regeneración o de fustales cuando la densidad de árboles de especies deseables es muy elevada (Quirós, 2001). Se aplica a bosques coetáneos, como es el caso de los bosques secundarios, donde se puede eliminar individuos de especies comerciales.

Corta de lianas

Se refiere a la eliminación de bejucos, que causan problemas en el crecimiento de los individuos de especies comerciales, ya que cubren la copa o enrollan el fuste. Este tratamiento se recomienda practicarlo en todo el bosque, tanto a individuos comerciales o no, ya que las copas de los mismos se entrecruzan y los bejucos podrían estar compartiendo varios individuos.

El bejuco se corta muy cerca de la base y debe hacerse una evaluación un año después, ya que algunos brotan con mucho vigor, constituyéndose nuevamente en un problema.

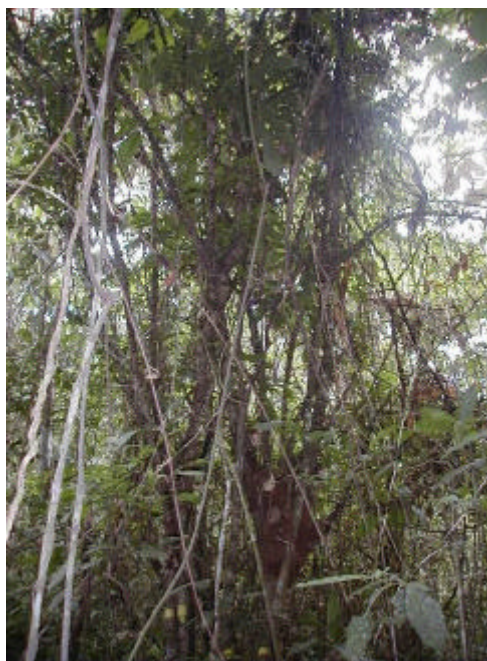


Figura 11. Aplicación de la corta de bejucos en individuos comerciales, bosque secundario de doce años de edad en región Huetar Norte. Foto: R, Quesada. Setiembre 1999).

Quirós (2001) indica que se pueden aplicar las cortas de lianas cuando:

- ? Dificultan el tránsito dentro del bosque.
- ? Hay mayor competencia por luz.
- ? Existen complicaciones en el aprovechamiento y aumento de los costos, daños y riesgo de accidentes cuando se corta un árbol.

Enriquecimiento

Es un tratamiento dirigido a bosques, en los cuales la abundancia de individuos comerciales es escasa o nula. Como su nombre lo indica, el tratamiento consiste en darle un valor al bosque, en este caso con la incorporación de individuos de especies cuya madera o producto final será de alto valor.

De acuerdo con Lamprecht (1990) las plantaciones de enriquecimiento son una forma de mostrar la domesticación de especies de bosque tolerantes a la luz, de manera que la vegetación original siga conservando, al menos parcialmente, el clima anterior del bosque y protegiendo el suelo. Hay que considerar que se pueden introducir especies que no podrían subsistir bajo las condiciones de campo abierto, y que el enriquecimiento es un tratamiento que tiene un alto costo de mantenimiento.

En la regiones Huetar Norte y Atlántica se presenta excelente regeneración natural, existencia de fuentes semilleras, diversidad de bosques secundarios en diferentes estados de desarrollo, un 50% de las especies son comerciales. Por tanto el enriquecimiento no se recomienda por no ser necesario y por su alto costo de inversión.

En bosques muy degradados, con pocas especies comerciales y ausencia de fuentes semilleros, podría ser una opción de manejo.



Figura 12. Enriquecimiento de bosque secundario en primeras fases de desarrollo con especies comerciales de alto valor en la región Huetar Norte. Foto: R, Quesada. Agosto 2004).

Cortas de regeneración

Este tratamiento está dirigido a rodales dominados por una o dos especies, que forman rodales coetáneos. En el Principio 11 para el manejo sostenible de los bosques secundarios, se define como la eliminación de gran parte de la masa comercial, dejando árboles semilleros o portadores, para favorecer el establecimiento de la regeneración de especies forestales de interés comercial, generalmente son especies de carácter heliófito (CNCF, 1999).

En el cuadro 10, se indica la necesidad de aplicar un tratamiento silvicultural, según el tipo de bosque por zona de vida: húmeda o seca y por estado de desarrollo.

Cuadro 10. Intensidad de aplicación de tratamientos silviculturales según el tipo de bosque secundario y su fase sucesional.

Zona de Vida/ Fase de desarrollo (años)	Tratamientos Silviculturales						
	Cosecha	Liberac.	Refinam.	Saneam	Corta de lianas	Enriquec.	Cortas de regener.
Bosque húmedo tropical							
Bosque húmedo fase I (0-10)	-	-	-	-	-	+++	-
Bosque húmedo fase II (10-25)	+	-/+	-	-	+	++	++
Bosque húmedo fase III (> 25)	++	+	+	-/+	++	-	-
Bosque seco tropical							
Bosque seco fase I (0-4)	-	-	-	-	-	+++	-
Bosque seco fase II (4-10)	-	-	-	-	-	++	-
Bosque seco fase III (10-15)	-/+	-/+	-	-	-/+	++	++
Bosque seco fase IV (15-35)	+	+	+	-/+	+	-	++
Bosque seco fase V (> 35)	++	+	+	+	+	-	-

Notas:

Liberac. = liberación; Refinam. = refinamiento; Saneam. = saneamiento;

Enriquec.= enriquecimiento; regener. = regeneración.

- = poco interés; + = gran interés

Establecimiento del bosque secundario en pastizales degradados

Para propiciar el establecimiento del bosque secundario en pastizales degradados en fincas ubicadas en la vertiente pacífica del país, debe brindarse la información necesaria al propietario de los beneficios económicos, ambientales y sociales, que se tienen al tomar esa decisión.

Normalmente, el propietario deja en abandono pastizales, porque ya no son productivos, lo cual es una oportunidad para la recuperación de estas áreas.

Adicionalmente, si se incorpora la pendiente del terreno, se cuentan con las dos variables más importantes bajo las cuales se centra la recuperación de áreas degradadas. La pendiente

establece el límite para realizar labores de preparación de terrero, pero a su vez, se convierte como la variable más importante para definir el uso de la tierra en actividades forestales, según la metodología de capacidad de uso del suelo.

Si el objetivo es ganar cobertura boscosa a través de la recuperación de pastizales degradados, debe hacerse todo lo posible por convencer al propietario de que ese terreno no debe volverse a trabajar o emplear en ganadería, porque los rendimientos son bajos comparados con terrenos con pendientes menores, donde el pastizal crece mejor, la erosión es baja y para los animales es mejor permanecer en terrenos menos quebrados (con pendientes menores a 60%).

Las propiedades de los campesinos que podrían considerarse dentro de un programa para revertir áreas de pastos degradados, en bosques a través de métodos de "regeneración natural", deben presentar características particulares como: ubicación en una Zona de Vida, poseer árboles remanentes que aporten fuentes semilleros y cercanía parches de bosques.

Algunas de las características que tienen que tener en común las fincas o propiedades en las cuales se incentivaría la recuperación a través del proceso de regeneración natural serían:

- ? La cobertura actual de pastos o potreros.
- ? Propiedades o fincas recién abandonadas (ya no serán empleadas más como potreros porque no rinden dividendos).
- ? Normalmente con topografía ondulada mayor a 25% y quebrada menor a 60%.
- ? Normalmente con escasos o ningún árbol.
- ? La presencia de terrenos rocosos constituye una limitante para el pastoreo.
- ? Sin fuentes de agua cercanas para el ganado vacuno o caballo.
- ? La capa suelo orgánico es escaso o ausente.
- ? La calidad de la pastura (especie de gramínea) de bajo rendimiento.
- ? Potreros en descanso por varios años.

Las mismas características pueden considerarse en forma individual o combinada. Algunos de los problemas que pueden presentársele al campesino para continuar trabajando el área serían:

- ? La falta de interés en continuar trabajando el terreno debido a la baja productividad.
- ? La falta de dinero para cubrir los costos de mantenimiento de potreros.
- ? La crisis económica en la venta del hato ganadero.
- ? El desarrollo de otra actividad más rentable.
- ? La desintegración familiar.
- ? La necesidad de fraccionar la unidad productiva.

Considerando todos los puntos citados anteriormente, se pretende que el propietario con sólo tome la decisión de no emplear más esa parte de la finca, si no que además contribuya al establecimiento del bosque secundario y la recuperación del bosque, lo cual debe ser visto como una forma de compensación por permitir recuperar esta parte de su finca, que de seguir empleándola no le daría ganancias y que estaría trabajando con pérdidas, o bien, estaría realizando una actividad que se puede considerar de subsistencia.

Por otro lado, debe establecerse una serie de condicionantes, para que la recuperación de los pastizales degradados sea real y efectiva; y asimismo, debe velarse por el cumplimiento de la normativa existente para tal efecto por parte de FONAFIFO, donde resaltan: el control de incendios y la no extracción de ningún tipo de producto del bosque y/o alteración por parte del hombre (pastoreo, ramoneo).

BIBLIOGRAFÍA

- Bergoing, JP. 1998. Geomorfología de Costa Rica. San José, CR, Instituto Geográfico Nacional. 409 p.
- Berrocal, A. 1998. Potencial económico de los productos no maderables de los bosques secundarios en la Región Chorotega de Costa Rica. Práctica de Especialidad. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. 135 p.
- Berti, G. 1999. Transformaciones recientes de la industria y la política forestal costarricense y sus implicaciones para el desarrollo de los bosques secundarios. Tesis M.Sc. Turrialba, CR, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación. Escuela de Postgrado. 98 p.
- Bertoni y Lombardi. 2000. Efecto del sistema de laboreo en las pérdidas de suelo por erosión en la rotación trigo-avena y praderas en la precordillera andina de la región centro sur. Agri. Tec. 60 (3): 259-269
- Bolaños, M; Watson, V. 1993. Mapa ecológico de Costa Rica, según sistema de clasificación de zonas de vida del mundo de L.R. Holdridge, escala 1:200000. San José, CR, Centro Científico Tropical. 1-9 p.
- Budowski, G. 1961. Studies on forest successions in Costa Rica and Panama. Ph.D. Dissertation. New Haven, US, Yale University. 189 p.
- _____. 1962. Climatological data and natural vegetation. Turrialba, CR, Inter-American Institute of Agricultural Sciences of the O.A.S. s p.
- _____. 1963. Forest succession in tropical lowlands. Turrialba (CR) 13(1):42-44.
- CADETI (Comisión Asesora sobre Degradación de Tierras, CR). 2000. Informe de Costa Rica para la implementación de la Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación. San José, CR, UNDC. sp.
- Calvo-Alvarado, JC; Solano, J; Jiménez, V. 2006. Estudio de monitoreo de cobertura forestal de Costa Rica 2005, II. Parte: Coberturas de áreas reforestadas, plantadas con café y frutales en Costa Rica para el Estudio de Cobertura Forestal 2005. San José, CR. FONAFIFO- FUNDATEC. 18 p.
- CCT (Centro Científico Tropical, CR); WRI (World Resource Institute, US). 1991. La depreciación de los recursos naturales en Costa Rica y su relación con el sistema de cuentas nacionales. San José, CR, Centro Científico Tropical. Washington D.C., US, WRI. 160 p.
- CNCF (Comisión Nacional de Certificación Forestal, CR). 1999. Estándares y procedimientos para el manejo sostenible y la certificación forestal en Costa Rica. Turrialba, CR, CATIE. Unidad de Producción de Medios. 54 p.
- Coen, E. 1991. Clima. *In* Historia natural de Costa Rica. D. H. Janzen (Ed.). San José, CR, Editorial Universidad de Costa Rica. 822 p.
- COSEFORMA (Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero, CR). 2000. Curso práctico desarrollo y manejo de los bosques secundarios de las zonas húmedas. San Carlos, CR, GTZ (Deustch Gessellschaft für Technische Zusammenarbeit). 150 p.
- CSCE (Conferencia de Seguridad y Cooperación en Europa). 1993. El proceso Montreal. Montreal, CA. Consultado el 25 de jun. 2008. Disponible en http://www.rinya.maff.go.jp/mpci/evolution_s.html.
- De Camino, R. 1999. Los bosques secundarios: la necesidad de aprovechar su potencial real. Una propuesta de manejo forestal. Charla dictada en el Colegio de Ingenieros Agrónomos. San José, CR, Colegio de Ingenieros Agrónomos. 15 p. San José, CR. sf.

- Dengo, G. 1962. Estudio geológico de la región de Guanacaste, Costa Rica. San José, CR, Instituto Geográfico Nacional. 224 p.
- Díaz, R. 1981. La Producción Agrícola en Acosta-Puriscal, Costa Rica. Eds H. von Platen, J. Lagermann. Turrialba, CR, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 79 p.
- ECO (Gesellschaft für sozialökologische Programmberatung, DE). 2000. Importancia del manejo de los bosques secundarios para la política de desarrollo. Trad. Carrillo, A; Spittler, P. Eschborn, DE, GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit). 125 p.
- Ellenberg, L. 1986. Geographie von Costa Rica in Bildern. San José, CR, Lehman Editors. 143 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1997. Criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible en Centroamérica. Informe de la reunión de expertos celebrada en Tegucigalpa, Honduras, 20-24 de ene. Roma. IT. CCAD/FAO/CCAB/-AP. 34 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2005. Workshop on Tropical Secondary Forest, Management in Africa: reality and perspectives. (2005, Nairobi, KE) Proceedings. Memoria, p. 9-13.
- Fedlmeier, C. 1996. Desarrollo de bosques secundarios en zonas de pastoreo abandonadas de la Zona Norte de Costa Rica. Trad. O. Murillo. Tesis Ph.D. Goettingen, DE, Universidad Georg-Augusta. 177 p.
- Finegan, B. 1992. The management potencial of neotropical secondary lowland rain forest. *Forest Ecology and Management* 47:295-321.
- _____. 1993. Bases ecológicas para la silvicultura. Parte I. VI Curso Intensivo de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. Turrialba, CR, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 222 p.
- _____. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forest: the first 100 years of succession. *Trends in Ecology & Evolution* 11:119-124.
- Finegan, B; Sabogal, C. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura. Un estudio de caso en Costa Rica. Parte 1. *El Chasqui* 17:3-24.
- Foth, HD; Turk, LM. 1975. Fundamentos de la ciencia del suelo, México, D.F., MX, Compañía Editorial Continental. 527 p.
- Fournier, LA. 1991. El uso de la tierra y la deforestación en Costa Rica: algunas medidas para la recuperación de tierras forestales. *In* El deterioro ambiental de Costa Rica: balance y perspectivas. LA. Fournier y J. García Bondía (Eds.). San José, CR, Universidad de Costa Rica. p 39-44.
- Gentry, AH. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15:1-84.
- Geotecnología S.A. sf. Mapa de la división política administrativa en cantones de Costa Rica, hojas a escala 1:200000. *In* Atlas digital 2004. Ed. Ortiz, E. (CD-ROM).
- Gómez, LD. (Ed.). 1986. Vegetación de Costa Rica. *In* Vegetación y clima de Costa Rica. San José, CR, EUNED. Vol. 1 323 p.
- Gómez-Pompa, A; Vásquez-Yanes, C. 1974. Studies on secondary succession of tropical lowlands: the life cycle of secondary species. In: Proceedings of the First International Congress of Ecology. The Hague, HO. 336-342.
- González, E; Quesada, R. 2004. Dynamic of the tropical dry forest of Palo Verde through permanent plots. *In* Seminario Taller sobre Bosque Seco Tropical Los Inocentes. Upala, CR. sp.

- Gradwohl, J; Greenberg, R. 1988. Tropical forest restoration. *In* Saving the tropical rainforests. Washington, USA. Island Press. p 163-172.
- Greig-Smith, P. 1952. Ecological observations on degraded and secondary forest in Trinidad; British West Indies. General features of the vegetation. *Journal of Ecology* 40:283-315.
- Guariguata, MR; Ostertag, R. 2000. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. *Forest Ecology and Management* N°5292:1-22.
- Guillén, L. 1993. Inventario comercial y análisis silvicultural de bosques húmedos secundarios en la región Huetar Norte de Costa Rica. Tesis Lic. Cartago. CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 75 p.
- Hammel, BE; Grayum, MH; Herrera, C; Zamora, N. (Eds.). 2004. Manual de plantas de Costa Rica. Missouri, US, Botanical Garden Press. Vol. 1. 299 p.
- Hartshorn, GS. 1994. Plants. *In* La Selva: ecology and natural history of a neotropical rainforest. Edited by McDade, *et al.* Chicago, US, The University of Chicago Press. 486 p.
- _____. 2002. Biogeografía de los bosques neotropicales. *In* Ecología y conservación de los bosques neotropicales. M. R. Guariguata, G. H. Catan, (Eds.). Cartago, CR, Ediciones LUR. 692 p.
- Herrera, W. 1985. Clima de Costa Rica: Vegetación y clima de Costa Rica. L. D. Gómez, (Ed.). San José, CR, EUNED. 118 p.
- Holdridge, LR. 1947. Determination of world plant formations from simple climatic data. *Science* 105:367-368.
- _____. 1982. Ecología basada en zonas de vida. San José, CR, Centro Científico Tropical. 216 p.
- Holl, KD; Loik, ME; Lin, EVH; Samuels, IA. 2000. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: Overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology* 8(4):339-349.
- ICE (Instituto Costarricense de Electricidad). sf. Cuencas hidrográficas de Costa Rica, hojas a escala 1:200000. *In* Atlas digital 2004. Ed. Ortiz, E. (CD-ROM).
- Janzen, DH. 1986. Guanacaste National Park: Tropical ecological and cultural restoration. San José, CR, Editorial Universidad Estatal a Distancia. 103 p.
- _____. 1995. Neotropical restoration biology. *Vida Silvestre Neotropical* 4(1):3-9.
- Janzen, DH; Hallwachs, W. 1992. La restauración de la biodiversidad tropical: experiencias del Área de Conservación Guanacaste y posibles aplicaciones en México. *In* México ante los retos de la biodiversidad. J. Sarukhan y R. Dirzo, (Comps.). MX, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. p. 243-250.
- Janzen, DH; Martin, PS. 1982. Neotropical anachronisms: The fruits the Gomphotheres Ate. *Science* 215(1):19-27.
- Jenny, H. 1941. Factors of soil formation. New York, US, McGraw-Hill. 281 p.
- Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation, Central America in the 1980's and 1990's: A policy perspective. Yakarta, ID, CIFOR. 88 p.
- Kattan, G. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. *In* Ecología y conservación de los bosques neotropicales. M. R. Guariguata, G. H. Catan, (Eds). Cartago, CR, Ediciones LUR. 692 p

- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos, los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Carrillo, A. (Trad.). Eschborn, DE, GTZ (Cooperación Técnica Alemana). 335 p.
- Ley de Biodiversidad N° 7788. 1998. La Gaceta. Diario Oficial (CR). N° 101, abr. 23: p.1-10.
- Ley Forestal N° 7575. 1996. La Gaceta. Diario Oficial (CR). Alcance 21 N° 72, feb. 13:1-8.
- Linkimer, L; Aguilar T. 2000. Estratigrafía sedimentaria. *In* Geología de Costa Rica. P. Denyer, S. Kussmaul, (Eds.). Cartago, CR, Editorial Tecnológica de Costa Rica. 520p.
- Louman, B; Valerio, J; Jiménez, W. 2001. Bases ecológicas. Capítulo 2. *In* Silvicultura de Bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, CR, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 265 p.
- Mata, A; Blanco, O. 1994. La Cuenca del Golfo de Nicoya: Un reto al desarrollo sostenible. San José, CR, Editorial de la Universidad de Costa Rica. 336 p.
- McArthur, RH; Wilson, EO. 1967. The theory of island biogeography. New Jersey, US, Princeton University Press. 215 p.
- Mena, O. 2002. Estudio poblacional de productos no maderables del bosque (pnmb) en un bosque secundario en Santa Clara, Florencia, San Carlos. Práctica de Especialidad. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. 218 p.
- Meza, TA. 2001. Geografía de Costa Rica: geología, naturaleza y políticas ambientales. Cartago, CR, Editorial Tecnológica de Costa Rica. 124 p.
- MIDEPLAN (Ministerio de Desarrollo y Planificación, CR). 1985. Decreto Ejecutivo N° 16068-PLAN. La Gaceta N° 57. Diario Oficial (CR). Mar. 26:203 p. (Decreto sobre regionalización oficial de Costa Rica).
- MINAE (Ministerio del Ambiente y Energía, CR). 1998. Decreto Ejecutivo N° 27388-MINAE. La Gaceta. Diario Oficial (CR). N°212. Nov. 2:5-9. (Principios, criterios e indicadores para el manejo forestal y la certificación en Costa Rica).
- _____. 1999. Decreto Ejecutivo N° 27998-MINAE. La Gaceta. Diario. Oficial (CR). N°147. Jul. 29:3-5. (Principio, criterios e indicadores para el manejo sostenible de bosques secundarios y la certificación forestal en Costa Rica).
- _____. 2002. Decreto Ejecutivo N° 30763-MINAE. La Gaceta. Diario Oficial (CR). N°194. Oct. 14:14-18. Los Principios, criterios e indicadores para el manejo de bosques naturales y su certificación en Costa Rica).
- Montagnini, F; Jordan CF. 2002. Reciclaje de nutrientes. Capítulo 8. *In* Ecología y conservación de bosques neotropicales. G. Kattan; M. Guariguata, (Eds). Cartago, CR, Ediciones LUR. 692 p.
- Müller, E; Solís, M. 1997. Potencial de los bosques secundarios en Costa Rica: el Proyecto COSEFORMA. *In* Taller Internacional sobre el Estado Actual y Potencial de Manejo y Desarrollo del Bosque Secundario Tropical en América Latina, (2000, Pucallpa. PE). Memoria 30-31 p.
- Murphy, PG; Lugo, AE. 1986. Ecology of tropical dry forest. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17(1):7-88.
- Núñez, SJ. 1985. Fundamentos de edafología. San José, CR, Editorial UNED. 188p.
- OIMT (Organización Internacional de Maderas Tropicales). 1998. Criterios e indicadores para la ordenación sostenible de los bosques tropicales naturales. Serie OIMT de Políticas Forestales N°7.

- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 1992. Cumbre para la tierra, programa 21 Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo. Río de Janeiro, BR. Consultado 25 de jun. 2008. Disponible en <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/spanish/agenda21sptoc.htm>.
- Ortiz, R. 1996. Bosque secundario por abandono de pastizales en la región Huetar Norte de Costa Rica: análisis de algunos criterios económicos y ambientales. Tesis M.Sc. Heredia. CR Universidad Nacional. 113 p.
- OTCA (Organización del Tratado de Cooperación Amazónica). 2004. Plan Estratégico de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (2004-2012). DOC/XII CCA-OTCA/04. Brasilia, BR. Consultado 25 de jun. 2008. Disponible en: http://www.otca.info/PDF/Strategic_Plan.pdf
- PEFC (Pan European Forest Certification Service). 1999. Promoting Sustainable Forest Management. Helsinki, FI. Consultado 25 de jun. 2008. Disponible en http://www.pefc.org/internet/html/about_pefc/4_1137_498.htm.
- Picado, W. 1991. Investigación aplicada en manejo de bosque natural secundario, estudio de caso en el sur de Costa Rica. Tesis de M.Sc. Turrialba, CR, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 150 p.
- Portig, WH. 1965. Central American rainfall. *Geographical Review* 55 (1):68-90.
- Quesada, R. 2004. Caracterización y evaluación de productos no maderables en bosque secundario. Informe Final Proyecto de Investigación. Cartago, CR, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Vicerrectoría de Investigación y Extensión. 81 p.
- _____. 2005. Estudio poblacional de especies forestales en el Área de Conservación Tempisque, Cantones de Nicoya, Hojancha y Nandayure. San José, CR, Ministerio del Ambiente y Energía; Sistema Nacional de Áreas de Conservación. 220 p.
- Quirós, D. 2001. Tratamientos silviculturales, Capítulo 4. *In* Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M (Eds.). Turrialba, CR, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 265 p.
- Redondo, A; Vilchez, B; Chaszon, R. 2000. Número de individuos, incremento diamétrico y área basal en 4 bosques secundarios de la Región Huetar Norte, Sarapiquí, Costa Rica. *In* Memoria Seminario Avances en el manejo del bosque secundario en Costa Rica. (2000, San José, CR). Ed: R. Quesada. Memoria, San José, CR. 211 p.
- Richards, PW. 1955. The secondary succession in the tropical rain forest. London, UK. 43 p.
- Robles, G; Oliveira, K; Villalobos, R. 2000. Evaluación mundial de los recursos forestales 2000. Evaluación de los productos forestales no maderables en América Central. Proyecto OLAFO. Turrialba, CR, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 109 p.
- Rollet, B. 1980. Organización. *In* Ecosistemas de los bosques tropicales: informe sobre el estado de los ecosistemas. París, FR. UNESCO-PNUMA-FAO. 683 p.
- Sáenz, MA. 1970. Historia agrícola de Costa Rica. San José, CR, Universidad de Costa Rica 1087 p. Serie Agronómica, sm.
- Salazar, MLG. 2000. Geomorfología. *In* Geología de Costa Rica. P. Denyer, S. Kussmul, (Eds.) Cartago, CR, Editorial Tecnológica de Costa Rica. 520 p.
- Salomão, FX de T. 1995. Erosión y ocupación rural urbana. *In* Aspectos biológicos de protección ambiental. F.L Reppeto, C. Santiago Karez, (Eds.). París, FR, UNESCO-UNICAMP- PNUMA. Vol. 1. 245 p.

- SIRECO (Programa de Investigación en Sinecología y Restauración de Ecosistemas Terrestres, CR). 1998. Recuperación de áreas degradadas en la parte alta de la cuenca del Río Picaigres, Puriscal. San José, CR, Universidad de Costa Rica. 94 p.
- Smith, J; Sabogal, C; Jong, W de; Kaimowitz, D. 1997. Bosque secundario como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Tropical. *In* Taller internacional sobre el estado actual y potencial de manejo y desarrollo del bosque secundario tropical en América Latina. (2000, Pucallpa. PE). Memorias. 200 p.
- Solís, M. 2000. Análisis de crecimiento en tres bosques de diferentes edades en la zona de Boca Tapada. San Carlos, durante el periodo de 1995-1998. Tesis Lic. San José, CR, Universidad Estatal a Distancia. 180 p.
- Spittler, P. 2001. Potencial de manejo de los bosques secundarios en la zona seca del noroeste de Costa Rica. Tesis Ph.D. Goettingen, DE, Instituto de Silvicultura Tropical y Subtropical. Universidad Georg-Augusta. Trad. Spittler, P. Programa de Apoyo Ecológico (TÓP).104 p. (Serie TÓP TWF-23s).
- Tosi, J. 1969. Mapa ecológico de Costa Rica. San José, CR, Centro Científico Tropical. 1 mapa.
- Tournon, J; Alvarado, G. 1995. Mapa geológico de Costa Rica. Escala 1:500 000. París, FR, Cooperation Scientifique et Technique - ICE. 1 mapa.
- TRAGSA (Empresa de Transformación Agraria, S.A, ES). 2003 La ingeniería en los procesos de desertificación. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. 1045 p.
- UNESCO. 1978. Tropical forest ecosystems. A state-of-knowledge report prepared by UNESCO/UNEP/FAO. Paris, FR, UNESCO-UNEP. 683 p. (Natural resources research XIV).
- Valerio, CE. 1998. Anotaciones sobre la historia natural de Costa Rica. San José, CR, Editorial de la Universidad Estatal a Distancia. 156p.
- Valerio, J; Salas, C. 1997. Selección de prácticas silviculturales para bosques tropicales. Manual técnico. Santa Cruz, BO, BOLFOR (Proyecto de Manejo Forestal Sostenible). 85 p.
- Von Platen, H. 1982. Farming systems in Acosta – Puriscal, Costa Rica. H. von Platen; G. Rodríguez; J. Lagermann, (Eds.). Turrialba, CR, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 241 p.
- Wadsworth, FH. 2000. Producción forestal para América Tropical. Washington, D.C., USDA Departamento de Agricultura, Servicio Forestal. 603 p. (Manual de Agricultura 710-S).
- Wong, LG; Thornber, K; Baker, N. 2001. Evaluación de los recursos de productos forestales no madereros. Experiencias y principios biométricos. Roma, IT, FAO. 52 p. (Productos no maderables, Documento N°13).
- Yazbek Bitar, O. 1995. Aspectos geológicos en la recuperación de áreas degradadas. *In* Aspectos Biológicos de Protección Ambiental. F.L Reppeto, C. Santiago Karez, (Eds.). UNESCO–UNICAMP- PNUMA. Vol. 1. 245 p.
- Zedler, JB; Meffe, GK; Carroll, CR. 1994. Restoration of a tropical dry forest in Guanacaste National Park. *In* Principles of conservation biology. Editorial Sunderland. San Diego, CA, USA. p. 426-428.