



Revista de Ciencias Ambientales (Trop J Environ Sci). EISSN: 2215-3896.

1996. Vol 12(1): 54-69.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15359/rca.12-1.7>

URL: [www.revistas.una.ac.cr/ambientales](http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales)

EMAIL: [revista.ambientales@una.cr](mailto:revista.ambientales@una.cr)

Adelaida Chaverri Polini

# Revista de CIENCIAS AMBIENTALES Tropical Journal of Environmental Sciences



## La regeneración natural en el manejo de los robledales de altura en Costa Rica

Natural regeneration in the management of tall oak trees in Costa Rica

*Adelaida Chaverri Polini*



Los artículos publicados se distribuyen bajo una Creative Commons Reconocimiento al autor-No comercial-Compartir igual 4.0 Internacional (CC BY NC SA 4.0 Internacional) basada en una obra en <http://www.revistas.una.ac.cr/ambientales>, lo que implica la posibilidad de que los lectores puedan de forma gratuita descargar, almacenar, copiar y distribuir la versión final aprobada y publicada (*post print*) del artículo, siempre y cuando se realice sin fines comerciales y se mencione la fuente y autoría de la obra.

# LA REGENERACION NATURAL EN EL MANEJO DE LOS ROBLEDALES DE ALTURA EN COSTA RICA

Adelaida Chaverri Polini

## Resumen

Se discute el concepto de la regeneración natural en los bosques y se ofrecen varias clasificaciones de la regeneración, según diferentes autores. Luego se mencionan los factores que influyen sobre el desarrollo de la regeneración, dando énfasis al factor luz. Se explica la diferenciación de nichos debido a la cantidad de luz que reciben las plantas en el bosque bajo cobertura total o en los claros. Se ofrecen varias clasificaciones aportadas por diferentes autores para nominar a las especies, según su requerimiento de luz. Se discute el concepto de la regeneración natural en el manejo forestal. Luego, se describen los robledales de altura, desde los puntos de vista altitudinal, florístico, fisonómico y fitosociológico. Además, se ofrece información cuantitativa acerca del número de especies, el número de individuos, el área basal y el volumen por hectárea, y el cociente de mezcla de varias localidades en los robledales de altura. A continuación se ofrecen datos sobre los números de brinzales y latizales en los robledales. En conclusión, se deduce que los robledales presentan varias características ecológicas y silviculturales que facilitan en manejo forestal sostenible, a saber, una alta homogeneidad florística, regeneración natural adecuada, un alto volumen de las especies maderables, una distribución diámetrica en forma de J invertida y un

temperamento semitolerante de las especies principales.

## Abstract

The concept of natural regeneration is discussed and several classification systems are offered. Factors affecting natural regeneration are mentioned, giving emphasis to light.

Niche differentiation attributed to light in the forest is discussed, and different classification of plants according to light requirements are given. The role of natural regeneration in forest management is discussed. Then altitudinal, floristic, physiognomic, and phytosociological characteristics of high altitude oak forests are described. Quantitative information about number of species, number of trees, basal area, and volume per hectare, and community indexes for several oak forest locations are given. Data for numbers of seedlings and saplings several locations are given. In conclusion, high altitude oak forests present several ecological and silvicultural characteristics that facilitate sustainable forest management, such as high floristic homogeneity, adequate natural regeneration, high volume of timber species, J-shaped diametrical distribution, and existence of semitolerant timber species.

*Palabras claves:* regeneración natural, *Quercus*, robledales, encinares, bosques de altura, manejo forestal sostenible.

### Introducción

¿Qué sería de nuestros bosques si no existiese la regeneración natural? Debido a la mortalidad natural, los bosques irían desapareciendo, de tal manera que si quisiéramos mantener una cobertura boscosa en cualquier sitio, nos tendríamos que dedicar a la tarea de reforestar. En este hipotético caso, muy lejos de lo que sucede en la realidad con los procesos naturales, la manera obvia de aprovechar los bosques, dada la inexistencia de la regeneración natural, sería por medio de la tala rasa, ya que no importaría en absoluto el ambiente bosque, junto con su amplia gama de ambientes de luz, humedad y temperatura, para el desarrollo de la futura masa forestal.

Afortunadamente, la situación descrita arriba no existe en la realidad y podemos contar con el proceso ecológico que llamamos regeneración natural. ¿A qué llamamos regeneración natural? Al proceso natural por medio del cual la vegetación de un sitio se renueva; las diferentes plantas de esa vegetación mueren en algún momento, generalmente no sin antes haber dejado semillas, que a su vez darán vida a plantas jóvenes, que paulatinamente se convertirán en plantas maduras. Este proceso es de singular importancia para los profesionales de nuestro sector, ya que contamos con él para repoblar los bosques, de manera natural, después del aprovechamiento forestal o del acontecimiento de fenómenos naturales, tales como viento, fuego, derrumbes o temblores, que de alguna manera alteren los bosques.

Como tal, la regeneración natural es parte de un proceso ecológico más complejo llamado dinámica forestal, el cual incluye a otros procesos no menos importantes, como la sucesión natural, el crecimiento de las plantas, los procesos fenológicos de las plantas y otros. La sucesión natural se refiere al desarrollo de la vegetación, tanto en sitios de vegetación alterada, como en sitios agrestes sin ninguna vegetación, como pueden ser rocas, lava después de una erupción volcánica o arenas. Puede incluir otros procesos, tales como la diseminación de propágulos y el establecimiento de estos propágulos

en el suelo. Todos estos procesos forman parte de la dinámica forestal.

En el campo forestal es común referirse a la regeneración natural como al conjunto de plantas leñosas de edades jóvenes, que lentamente reemplazan a la vegetación madura. Con mayor precisión, en el presente se ha dado en llamar regeneración natural al conjunto de todas aquellas plantas leñosas cuyos diámetros, a la altura del pecho, son inferiores a 10 cm. Sin embargo, es común denominar regeneración natural a todos los árboles y arbolitos, cuyo diámetro es inferior al diámetro mínimo de corta, que en Costa Rica es de 60 cm.

Como puede notarse, el criterio para diferenciar entre la vegetación "madura" y la regeneración natural no es la edad de la planta, sino sus dimensiones en cuanto al diámetro a la altura del pecho. En este sentido, la regeneración natural se ha clasificado según su tamaño, para diferenciar cinco etapas de su crecimiento. Diferentes autores han definido estas etapas de clasificación de la regeneración natural de diferentes maneras, como puede observarse en el Cuadro 1. En el presente trabajo utilizaremos la categorización definida por Jiménez *et al.* (1991).

### Los requerimientos de la regeneración natural

Como todo ser viviente, las plantas que componen la regeneración natural requieren de una serie de condiciones de su medio ambiente que son indispensables para su adecuado desarrollo. Estas condiciones se suelen clasificar para su estudio en: climáticas, edáficas, bióticas y fisiográficas (ver Cuadro 2).

Entre las condiciones climáticas consideradas de importancia para el desarrollo de las plántulas, se pueden enumerar como principales las siguientes: luz, humedad y temperatura. Las condiciones del suelo, tales como textura, estructura, humedad, pH, cantidad de nutrimentos, capacidad de intercambio catiónico, relaciones C/N, Ca/Mg, Ca/K y otros, conllevan a un mayor o menor desarrollo de las plántulas, de acuerdo a las necesidades de cada una de las especies. Igualmente, las relaciones entre la especie en cuestión y otros organismos también son de importancia para su adecuado crecimiento. Como ejemplos, citamos los

Cuadro 1. Algunas clasificaciones de la regeneración natural de acuerdo a sus dimensiones, según varios autores.

Categorías	Barnard y Dubois, modificado por Becerra, 1981	Jiménez <i>et al.</i> , 1988	Aus der Beek y Sáenz, 1992	Jiménez <i>et al.</i> , 1991	Hutchinson, 1993
plántula		< 1,3 m h			
brinzal	0,3 - 1,5 m h	< 2 cm d	0,3 - 1,5 m d	0,5 m h - 2,0 cm d	0,3 m h - 4,9 cm d
latizal bajo	1,5 - 3,0 m h	2,1 - 5 cm d	1,5 m - 4,9 cm d	2,0 - 4,9 cm d	
latizal alto	5,0 - 10,0 cm d	5,1 - 10 cm d	5,1 cm - 9,9 cm d	5,0 - 9,9 cm d	5,0 - 9,9 cm d
fustal o árbol	≥ 10 cm d	> 10 cm d	≥ 10 cm d	≥ 10 cm d	≥ 10 cm d

h - altura

d - diámetro a la altura del pecho

Cuadro 2. Condiciones ambientales influyentes sobre la regeneración natural.

<u>Factores climáticos</u>	<u>Factores edáficos</u>	<u>Factores fisiográficos</u>	<u>Factores bióticos</u>	<u>Otros factores</u>
-luz	-textura	-exposición	-virus	-inundaciones
-temperatura	-estructura	-pendiente	-hongos (micorrizas, enfermedades)	-aplastamiento
-humedad	-humedad del suelo	-posición topográfica	-bacterias ( <i>Rhizobium</i> )	-fuego
-precipitación	-temperatura del suelo		-insectos	-derrumbes
-gases	-pH		-herbívoros	
-viento	-nutrimentos		-capacidad intrínseca de crecimiento	
	-CIC		-adaptabilidad	
	-relaciones C/N, Ca/Mg, etc.		-competencia entre plantas	

hongos denominados micorrizas y las bacterias *Rhizobium*, *Azotobacter* y otras.

De acuerdo a los conocimientos actuales (reforzados también por investigaciones y experiencias de ingenieros forestales en el pasado), el factor luz es el de mayor importancia para las plantas, ya que es determinante sobre su producción de carbohidratos y, por ende, sobre la tasa de crecimiento de las plántulas, el desarrollo vertical de los tallos y el desarrollo de la ramificación, entre otros. La cantidad de luz puede inclusive determinar parcialmente la especie de planta que se establece en el suelo del bosque. En presencia de suficiente humedad, oxígeno y luz, básicamente cualquier especie de semilla puede germinar; sin embargo, para el adecuado crecimiento de las plántulas de una especie dada, a través de todas sus etapas, se requiere de ámbitos más específicos de luminosidad. Así, en sitios dentro del bosque donde se recibe escasa luz, se desarrollarán algunas especies que necesitan menor cantidad de luz para su crecimiento, mientras que en claros dentro del bosque, las especies que se establecen y desarrollan allí requieren de mayor cantidad de luz. Inclusive dentro de un mismo claro en el bosque, existe una diferenciación de especies presentes en los claros, ya sea si se trata de claros grandes o pequeños, o de orillas de los claros en comparación con el centro de los claros. Las especies que se establecen en cada uno de estos habitats suelen ser diferentes, dependiendo de la luz que reciben y de los requerimientos lumínicos de cada especie.

Hoy día se cree que gran parte de las especies de algunos bosques tropicales requieren de algún tipo de claro para su regeneración natural. Por esta razón, el factor luz es de suma importancia en el manejo de los bosques tropicales, ya que es clave en determinar las especies que se favorecen después de un aprovechamiento forestal. Dada la importancia que el factor luz tiene en el establecimiento de las especies, los ecólogos y silvicultores han prestado especial interés en determinar los requerimientos lumínicos de las distintas especies forestales. Los profesionales forestales han denominado con la palabra "temperamento" al ámbito de requerimientos de luz de las diferentes especies. De esta manera se han

diseñado diferentes clasificaciones para las especies, según sus necesidades de luz. Estas clasificaciones varían desde muy simples, como por ejemplo, plantas heliófitas y esciófitas, hasta medianamente sofisticadas (ver Cuadro 3).

A pesar de que se da mayor énfasis al factor luz, no por esto se debe obviar la importancia de los otros factores climáticos, así como los factores edáficos y bióticos que influyen sobre el establecimiento de la regeneración natural. De igual manera, debe tenerse en cuenta que a pesar de mencionar separadamente todos estos factores, realmente existe una estrecha correlación entre todos ellos, en su influencia sobre las plantas, de tal manera que los ámbitos de tolerancia de las plantas para cada uno de los factores ambientales, pueden variar según se afecten los otros factores.

#### **La regeneración natural en el manejo forestal**

La regeneración natural es un proceso de gran importancia en el manejo de los bosques, cuya meta es la producción y el aprovechamiento de la madera. Significa poder contar con el potencial de recuperación de estos, en el caso de alguna alteración natural (derrumbe, fuego, caída de árboles debido al viento u otros factores), como también en el caso de aprovechamientos forestales. La regeneración natural es la base biológica (o natural) para el manejo orientado hacia la sostenibilidad de los bosques, en cuanto a la producción de madera.

Sin embargo, el manejo forestal basado en la regeneración natural, debe tomar en cuenta una serie de criterios relacionados con la vegetación, para determinar el tipo de manejo que se debe dar a la masa forestal (Chaverri, 1985). Entre estos se pueden mencionar la capacidad reproductiva del bosque, sus ciclos fenológicos, sus requerimientos biofísicos, en especial, su necesidades de luz (temperamento) y su tasa de crecimiento, tanto para el bosque en general, como en forma particular, para cada una de sus especies (ver Cuadro 4).

Dependiendo del tipo de manejo que se desee dar al bosque, así se favorecerá una u otra especie; una apertura grande en el dosel del bosque podrá incentivar el crecimiento de algunas especies que requieren de mayor cantidad de luz, como a la vez, desfavorecer el desarrollo de otras. A su vez la

CIENCIAS AMBIENTALES

Grado de luz		Budowski 1965	Hartshorn 1980	Denslow 1980	Finegan y Sabogal 1988
alto	heliófitas	especie de bosques pioneros	Intolerantes a la sombra	Especialistas en claros grandes	heliófitas efímeras
		especie de bosque secundario temprano			heliófitas durables de crecimiento rápido
medio		especies de bosque secundario tardío		Especialistas en claros pequeños	heliófitas durables de crecimiento regular
					esciófitas parciales
bajo	esciófitas	especies de bosque climax	Tolerantes a la sombra	Especialistas en sotobosque	esciófitas totales

**Cuadro 4:** Aspectos ecológicos de la masa forestal a considerar en la determinación del tipo de manejo forestal

- A. En relación a la masa forestal "madura" ( $d \geq 10$  cm)
  - 1. Composición florística del bosque.
  - 2. Participación numérica de las especies en el bosque (parámetros de densidad o abundancia, frecuencia, dominancia, índices de valor importancia)
  - 3. Temperamento de las especies
  - 4. Distribución diamétrica de las especies
  - 5. Potencial reproductivo de las especies (fenología)
    - época de fructificación
    - periodicidad de fructificación
    - cantidad de frutos
    - viabilidad de frutos
  - 6. Crecimiento de las especies
  - 7. Tamaño de la población de cada especie
  - 8. número de árboles de cada especie (por especie)
  - 9. Potencial maderable de las especies
- B. En relación a la regeneración natural ( $d < 10$  cm)
  - 1. Composición florística (lista de especies)
  - 2. Abundancia y frecuencia de las especies
  - 3. Requerimientos biofísicos (especialmente luz)
  - 4. Tasas de crecimiento
  - 5. Tasas de mortalidad
  - 6. Arquitectura de la plántula
  - 7. Posición de las copas por encima
- C. Diámetro

existencia de una inadecuada regeneración natural de alguna especie semitolerante a la sombra en el sotobosque, podrá indicar al forestal la necesidad de crear, si no las hay, aperturas pequeñas o medianas en el dosel del bosque con el fin de favorecer esa especie semitolerante.

### Los robledales de altura

Existen unas 12 especies de robles (familia Fagaceae) en Costa Rica, que se extienden desde unos 50 m sobre el nivel del mar hasta los 3300 m en las montañas de la Cordillera de Talamanca. De estas especies, una de ellas, el encino *Quercus oleoides*, tiende a formar rodales bastante homogéneos en las tierras bajas del Pacífico seco. Sin embargo, la mayor extensión de bosques de robles relativamente homogéneos, denominados robledales, está localizada en la Cordillera de Talamanca en la zona altitudinal que se extiende desde los 2300 m hasta los 3000 m (Jiménez y Chaverri, 1991).

Cuatro especies de robles se encuentran en la anterior faja altitudinal, denominada piso del premontano (*sensu* Holdridge). A mayor altitud, otro encino, *Quercus costaricensis*, crece en rodales casi puros, entre los 2700 m hasta los 3100 m. A altitudes inferiores a esta faja, este roble se mezcla con la especie de roble más abundante en el país, el roble copey o roble blanco *Quercus copeyensis*. Este árbol sobresale por su gran tamaño, su corteza de color claro, en placas, y sus grandes gambas; a menudo aparecen especímenes de 50 y 55 m de altura, con diámetros encima de las gambas de más de 1.20 m. El roble copey se distribuye principalmente desde los 2200 m hasta los 2800 m, aproximadamente. En la misma faja que crece el roble copey, crece también un roble poco abundante y que algunos taxónomos creen que se trata de un híbrido, el roble *Quercus guglielmi-trelease*. La cuarta especie, también abundante, esta representada por el encino *Quercus seemannii*, el cual tiene una amplia distribución altitudinal, con predominancia entre los 1500 m y los 2500 m.

Además de las diferentes especies de robles y encinos, los bosques de altura contienen una serie de especies maderables, tales como magnolia (*Magnolia sororum* y *M. poasana*), los cipresillos

que conforman las dos únicas especies de coníferas nativas en el país (*Prumnopytis standleyi* y *Podocarpus macrostachyus*), el lloró (*Cornus disciflora*), y algunas iras y quizzarrás (*Ocotea* spp., *Nectandra* spp. y *Phoebe* spp.), éstas, pertenecientes a la familia Lauraceae. Otras especies comunes en estos bosques, en la Cordillera de Talamanca, son: *Cleyera theaeoides*, *Weinmannia pinnata*, *Drimys granadensis*, *Vaccinium consanguineum*, *Rapanea pittieri*, *Styrax argenteus*, *Ilex pallida*, *Zanthoxylum* sp. y algunos géneros (*Dydimopanax* y *Oreopanax*) pertenecientes a la familia Araliaceae (ver Cuadro 5).

Se debe tener en cuenta, sin embargo, que a pesar de que se denominan como robledales los bosques donde predominan los robles y encinos, existen comunidades vegetales muy diferentes entre sí en estos robledales. Cuatro asociaciones vegetales diferentes de robles asociadas al bambú *Chusquea* spp., se diferencian en los bosques del montano a altitudes superiores a los 2300 m, a saber: la comunidad de *Myrsine pittieri-Quercus costaricensis*, la comunidad de *Quercus costaricensis-Quercus copeyensis*, la comunidad de *Geonoma hoffmanniana-Quercus copeyensis* y la comunidad de *Quercus seemannii-Quercus copeyensis* (Kappelle, Cleef y Chaverri, 1989). (Ver Cuadro 6.) Ya que se trata de comunidades diferentes, el manejo forestal que se quisiera dar a cada una debe ir acorde a las características propias de cada asociación, sus especies y los requerimientos de estas especies.

### Características dasométricas de los robledales

A diferencia de la mayoría de los bosques de bajura, los robledales presentan una mayor homogeneidad florística. Por ejemplo, en los robledales superiores a los 2000 m se han encontrado desde unas 30 hasta 60 especies diferentes por hectárea (Jiménez y Picado 1992, Orozco 1991), en comparación con una diversidad mayor a las 100 especies por hectárea en bosques heterogéneos de bajura. En los bosques del montano los cocientes de mezcla varían entre 1/12 y 1/17 (Jiménez y Picado, 1992).

En estos bosques, los robles dominan el

Cuadro 5: Especies forestales comunes o notables en los bosques montañosos en Costa Rica.

<u>Familia</u>	<u>Nombre científico</u>	<u>Nombre común</u>
Fagaceae	<i>Quercus copeyensis</i> * <i>Quercus costaricensis</i> * <i>Quercus seemannii</i> *	roble copey o roble blanco encino o roble encino encino
Magnoliaceae	<i>Magnolia poasana</i> *	magnolia
Lauraceae	<i>Phoebe pittieri</i> <i>Ocotea austinii</i> * <i>Nectandra</i> spp.*	aguacatillo aguacatillo ira, quizarra
Aquifoliaceae	<i>Ilex pallida</i> <i>Styrax argenteus</i> <i>Symplocos austin-smithii</i>  <i>Weinmannia pinnata</i> *	azulillo resina  corral
Symplococaceae	<i>Drymis granadensis</i>	lorito o arrayán
Cunoniaceae	<i>Cleyera theaeoides</i> *	chilemuelo
Winteraceae	<i>Prumnopytis standleyi</i> *	títora
Theaceae	<i>Podocarpus macrostachyus</i> *	cipresillo cipresillo
Podocarpaceae	<i>Vaccinium consanguineum</i>  <i>Miconia</i> sp.	madroño
Ericaceae	<i>Brunellia costaricensis</i>	lengua de vaca
Melastomataceae	<i>Rhamnus</i> sp.	cedrillo
Brunelliaceae	<i>Eugenia</i> spp.	duraznillo
Rhamnaceae	<i>Oreopanax</i> spp.	murta
Myrtaceae	<i>Dydimopanax</i> spp.	cacho de venado
Araliaceae		cacho de venado

\*Especies maderables.

Cuadro 6: Las principales comunidades forestales de *Chusquea - Quercus* en los bosques del montano, Cordillera de Talamanca, Costa Rica.

Comunidad Forestal	Dosel			Subdosel		
	Altura (m)	Cobertura (%)	Especies	Altura (m)	Cobertura (%)	Especies
<i>Myrsine pittieri</i> - <i>Q. costaricensis</i>	30-35	60-65	<i>Q. costaricensis</i>	10-15	40-45	<i>Myrsine pittieri</i> <i>Weinmannia trianae</i> <i>Drymis granadensis</i>
<i>Q. costaricensis</i> - <i>Q. copeyensis</i>	35-40	70	<i>Q. costaricensis</i> <i>Q. copeyensis</i> <i>Podocarpus oleifolius</i> <i>Prumnopitys standleyi</i> <i>Weinmannia pinnata</i>	15-25	40-50	<i>Nectandra salicina</i> <i>Didymopanax pittieri</i> <i>Oreopanax capitatus</i> <i>Styrax argenteus</i>
<i>Geomona hoffmanniana</i> - <i>Q. copeyensis</i>	40-45	70-75	<i>Q. copeyensis</i> <i>Weinmannia pinnata</i> <i>Ocotea</i> <i>Nectandra</i>	20-25	40-50	<i>Ardisia</i> spp. <i>Oreopanax</i> spp. <i>Miconia</i> spp. <i>Cornus disciflora</i> <i>Phoebe pittieri</i>
<i>Q. seemannii</i> - <i>Q. copeyensis</i>	35-40	70-90	<i>Q. seemannii</i> <i>Q. copeyensis</i> <i>Nectandra</i> <i>Phoebe</i> <i>Persea</i> <i>Weinmannia pinnata</i>	15-25	40-50	<i>Oreopanax</i> spp. <i>Styrax argenteus</i> <i>Dendropanax querceti</i> <i>Zanthoxillum Scheryi</i>

Fuente: Kapelle, Cleef y Chaverri, 1989.

dosel, y están presentes en el estrato o estratos que van desde los 35 m hasta los 50 m. Además, los árboles pertenecientes al género *Quercus* representan desde un 35% hasta un 80% del total de los individuos, y desde un 75% hasta un 95% del área basal total por hectárea. La especie *Quercus copeyensis* reúne desde un 35% hasta un 67% del total de los individuos, y representa un área basal que varía desde un 69% hasta un 80% del área basal total (Jiménez *et al.*, 1988; Jiménez *et al.*, 1991).

Los Cuadros 7 y 8 ofrecen datos adicionales acerca del número de individuos, el área basal y el volumen, tanto de las especies *Quercus copeyensis* y *Q. costaricensis*, como de la masa forestal en general, en varias localidades en la cordillera de Talamanca, a altitudes superiores a los 2000 m. De nuevo, se aprecia la importancia del género *Quercus*, dado el alto porcentaje de su representatividad en términos de número de individuos, área basal y volumen por hectárea, lo cual refuerza la posibilidad de poder efectuar un manejo forestal.

#### La regeneración natural en los robledales de altura

El Cuadro 9 muestra algunos datos acerca de la regeneración natural de los bosques del montano en la cordillera de Talamanca. Las cantidades de brinzales, latizales bajos y altos son elevadas en los bosques de San Gerardo de Dota y La Esperanza de El Guarco. Tomando en consideración los números mínimos propuestos por Becerra (1981) como garantía de una adecuada regeneración natural y, por tanto, también de una adecuada reposición de los individuos maduros de bosques, se nota que en la mayoría de los casos la regeneración natural es suficiente.

Becerra (1981) propone las cifras de 2500 brinzales, 400 latizales y 100 fustales por hectárea como garantía de una adecuada regeneración natural. Estas cifras son sobrepasadas en los bosques de La Esperanza, como también en los sitios E, I y II en San Gerardo de Dota, lo cual representaría un aspecto positivo adicional para ser considerado en el estudio de factibilidad de manejo de los robledales.

El bosque de San Gerardo de Dota III presenta la particularidad de contar con un número menor al propuesto por Becerra en relación a la regeneración natural. Este bosque se diferencia de los demás porque la especie dominante es *Q. costaricensis* y no *Q. copeyensis*. Si se toman en consideración ambas especies de robles en este sitio, las cifras en el número de brinzales, latizales y fustales sobrepasan las propuestas por Becerra (1981).

Otros autores proponen otra metodología para asegurar una adecuada regeneración: los índices de ocupación. Según esto, los brinzales, latizales bajos, latizales altos y fustales deben presentar un índice de ocupación del 40%, 50%, 50% y 60%, respectivamente. El Cuadro 10 indica que, en la mayoría de los casos para estas parcelas en La Esperanza, se cumple con los requerimientos mínimos de ocupación, necesarios para considerar una suficiente regeneración natural en el sitio.

A manera de epílogo, es necesario hacer énfasis en el hecho de que varias de las características dasométricas que presentan los bosques de altura, indican la posibilidad de un manejo forestal sostenido (Chaverri y Hernández, 1995). Entre estas características vale la pena destacar las siguientes: una regeneración natural adecuada, volúmenes altos de las especies maderables, una curva de distribución diamétrica de los árboles del bosque y de los robles (las especies que principalmente se desea favorecer) en forma de J invertida y, finalmente, las especies que se desean favorecer presentan un temperamento de especies semitolerantes o especialistas en claros pequeños, lo que se puede traducir como especies que se "regeneran bajo su propia sombra".

Cuadro 7: Número de individuos (N), área basal (G) y volumen aprovechable (V) en varios bosques del montano en Costa Rica.

Localidad	Altitud (m)	N/ha	G (m <sup>2</sup> /ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	Fuente
San Gerardo de Dota	2650	442	47.0	---	Jiménez, 1984
San Gerardo de Dota	2650	504.5	48.9	---	Jiménez, Chaverri, Miranda y Rojas, 1988
Villa Mills (Bosque mixto de encino)	2670-2700	512	48.3	573	Blaser y Camacho, 1991
Villa Mills (Bosque de roble blanco)	2670-2700	455	52.0	713	Blaser y Camacho, 1991
División - Carmelo	2050	613.5	40.4	391.1	Orozco, 1991
Macho Mora - Salitre	2550	670.0	48.3	546.5	Orozco, 1991
Macho Gaff - Salsipuedes	2600	406.9	42.6	508.1	Orozco, 1991
Villa Mills 1	2700	456.5	51.8	707.1	Orozco, 1991
Villa Mills 2	2700	524.5	46.6	553.4	Orozco, 1991
Asunción - Encino	2850	409.0	36.7	401.0	Orozco, 1991

CIENCIAS AMBIENTALES

Cuadro 8. Número de individuos (N), área basal (G) y volumen (V) de varias especies de robles en bosques del montano, Costa Rica.

Sitio	Altitud (m)	<i>Q. copeyensis</i>			<i>Q. costaricensis</i>			Fuente
		N/ha	G (m/ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	N/ha	G (m/ha)	V (m <sup>3</sup> /ha)	
S. Gerardo de Dota "E"	2650	338	33.63	---	44	11.46	---	Jiménez <i>et al.</i> , 1988
S. Gerardo de Dota I	2675	206	43.52	555.55	15	4.29	---	Koomen, 1993
S. Gerardo de Dota II	2500	242	29.29	345.43	25	5.14	---	Koomen, 1993
S. Gerardo de Dota III	2600	137	8.10	83.13	350	40.46	---	Koomen, 1993
La Esperanza de El Guarco	2500	186	40.53	---	---	---	---	Jiménez <i>et al.</i> , en prep.

CIENCIAS AMBIENTALES

Cuadro 9. Número de individuos (d<10 cm) por hectárea para *Quercus copeyensis*, según el muestreo de regeneración en San Gerardo de Dota y la Esperanza de El Guarco.

Categorías	San Gerardo de Dota (E) (Jiménez <i>et al.</i> , 1988)	San Gerardo de Dota I (Koomen, 1993)	San Gerardo de Dota II (Koomen, 1993)	San Gerardo de Dota III (Koomen, 1993)	La Esperanza (Jiménez <i>et al.</i> , en prep.)
<1,30 m h	3800				
<2,0 cm d	700	42441	10742	446	5.672
2,1 - 5,0 cm d	600	119	272	71	346
5,1 - 10,0 cm d	344	128	137	136	129
TOTAL	5444	42688	11157	653	6147

h - altura

d - diámetro a la altura del pecho.

CIENCIAS AMBIENTALES

Cuadro 10. Muestreo diagnóstico. Primeros deseables de la regeneración natural para la parcela 1 y 2 del robledal de la Esperanza de El Guarco, Cartago, 1990. (Fuente: Jiménez y Picado, 1992).

	Categoría de tamaño	% de muestreo	Nº de deseables	Nº de deseables/ha	Nº de cuadrículas ocupadas	% de ocupación
P A R C E L A Nº 1	Fustal	20	45	321	13	92.9
	Latizal alto	20	9	64	9	64.3
	Latizal bajo	10	7	100	7	25.0
	Brinzal	4	28	1000	25	40.0
P A R C E L A Nº 2	Fustal	20	34	243	11	78.6
	Latizal alto	20	7	50	7	50.0
	Latizal bajo	10	7	100	7	50.0
	Brinzal	4	34	1214	34	48.6

REFERENCIAS

- AUS DER BEEK, R.; SAENZ, G. 1992. *Manejo forestal basado en la regeneración natural del bosque: estudio de caso en los robledales de altura de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica*. CATIE, Turrialba. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales No.6. 48 p.
- BECERRA, J. 1981. *Notas sobre muestreo de diagnóstico y sistemas de regeneración en el bosque húmedo tropical*. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. Mimeografiado. 56 p.
- BLASER, J.; CAMACHO, M. 1991. *Estructura, composición y aspectos silviculturales de un bosque de robles (Quercus spp.) del piso montano en Costa Rica*. CATIE, Turrialba, C.R. Colección Silvicultura y manejo de bosques naturales No.1. 68 p.
- BUDOWSKI, G. 1965. "Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes". *Turrialba* 15: 40-42.
- CHAVERRI, A. 1985. *El manejo de los bosques tropicales: una necesidad real*. Universidad Nacional. Serie Ecología y manejo de la vegetación de altura No. 6. 15 p.
- CHAVERRI, A.; HERNANDEZ, O. 1995. "Ecology and management in montane oak forests, an option for conserving biodiversity". In S. P. Churchill; H. Balslev; E. Forero; J. L. Luteyn, eds. *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests. Proceedings of the Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium*. The New York Botanical Garden, 21-26 June 1993.
- DENSLOW, J. S. 1980. "Gap partitioning among tropical rainforest trees". *Biotrópica* 12 (Suppl.): 47-55.
- FINEGAN, B. y SABOGAL, C. 1988. "El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: un estudio de caso en Costa Rica". *El Chasqui* 18: 16-24.
- HARTSHORN, G.S. 1980. "Neotropical forest dynamics". *Biotrópica* 12 (Suppl.): 23-30.
- HUTCHINSON, I.D. 1993. *Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo*. CATIE, Turrialba. Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales. No. 7. 32 p.
- JIMENEZ, W. 1984. *Evolución del crecimiento de Quercus copeyensis Müller en un bosque de robles no intervenido en San Gerardo de Dota, Costa Rica*. Tesis Licenciatura. Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. 192 p.
- JIMENEZ, W.; CHAVERRI, A. 1991. "Consideraciones ecológicas y silviculturales acerca de los robles (Quercus spp.)". *Ciencias Ambientales* 7: 49-63.
- JIMENEZ W.; CHAVERRI, A.; MIRANDA, R.; ROJAS, I. 1988. "Aproximaciones silviculturales al manejo de un robledal (Quercus spp.)" en San Gerardo de Dota, Costa Rica". *Turrialba* 36(3):208-214.
- JIMENEZ, W.; PICADO, H. 1992. *Plan de manejo para el robledal de La Esperanza de El Guarco, Cartago, Reserva Forestal de Río Macho*. Programa ECOMA, Universidad Nacional, Heredia. s.p.
- JIMENEZ, W.; PICADO, H.; QUIROS, G.; LEPIZ, E. 1991. *Estudio ecológico y prospecciones silviculturales para el manejo del robledal de La Esperanza, Reserva Forestal de Río Macho, Costa Rica*. Programa ECOMA, Universidad Nacional, Heredia. 5 p.
- KAPPELLE, M.; CLEEF, A.; CHAVERRI, A. 1989. "Phytosociology of montane Chusquea-Quercus forests, Cordillera de Talamanca, Costa Rica". *Brenesia* 32:73-105.
- KOOMEN, K. 1993. Effect of overstorey density and basal area on natural regeneration of Quercus copeyensis and Quercus costaricensis in a Costa Rican oak forest. Thesis Larenstein International Agricultural College, Holland; Universidad Nacional, Costa Rica. 2 Vol. 71 p., 41 p.
- OROZCO, L. 1991. *Estudio ecológico y de estructura horizontal de seis comunidades boscosas de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica*. CATIE, Turrialba. Colección Silvicultura y manejo de bosques naturales No.2. 35 p.

**Este escrito, cuya autora es investigadora de la Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, fue presentado como ponencia en el taller "El papel de la reforestación industrial en las zonas de amortiguamiento de los parques nacionales de la Región Brunca", 11-13 noviembre 1993, Río Claro, Puntarenas, organizado por Ston Forestal**