

# **RESTAURACION DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA RESERVA FORESTAL MONTE ALTO. HOJANCHA, GUANACASTE.**

Karol Fonseca M  
[karolfonseca@costarricense.cr](mailto:karolfonseca@costarricense.cr)

Laura Vásquez S.  
Instituto Costarricense de Electricidad  
[lvasquez@hotmail.com](mailto:lvasquez@hotmail.com)

## **Resumen**

En la parte alta de la cuenca del Río Nosara, cantón de Hojancha, provincia de Guanacaste, se encuentra ubicada la Reserva Forestal Monte Alto. En esta Reserva se realizó un estudio sobre el proceso sucesional que se desarrolló entre las áreas de potrero en recuperación a bosque primario.

Se identificaron cuatro tipos de fases sucesionales: potrero en recuperación, bosque pionero, bosque secundario y bosque primario intervenido. Estas áreas se encontraron en dos zonas de vida: bosque húmedo tropical y bosque muy húmedo premontano.

En cada etapa sucesional se situaron parcelas rectangulares de 20 m \* 20 m para evaluar a los individuos de diámetros  $\geq 10$  cm (fustales), subparcelas de 10 m \* 10 m para los árboles de diámetros de 5 a 9,9 cm (latizales) y por último subparcelas de 4 m \* 4 m para brinzales (2 a -4,9 cm).

En cada fase sucesional se caracterizó la estructura horizontal a través de cuatro parámetros: 1) Riqueza y diversidad, las cuales se determinaron por la curva área/especie, cociente de mezcla e índices de diversidad (Índice de Shanon-Wiener, Simpson y Jaccard), 2) Cobertura vegetal, que es el porcentaje de suelo recubierto por la proyección perpendicular de cada estrato o del total de la masa vegetal, 3) Estructura florística, por medio del Índice de Valor de Importancia (IVI) y el Índice de Valor de Importancia Familiar (IVIF), 4) Distribución de árboles por clases diamétricas y áreas basales.

También se realizó la caracterización de la estructura vertical por medio del Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA). Además se estimó el carbono almacenado en la biomasa total en las áreas de bosques y en las áreas de pastizales.

Según la curva área-especie, el bosque secundario es el que presentó el mayor número de especies y el bosque primario intervenido fue el más diverso, esta diversidad se refleja en el cociente de mezcla y en los índices de Shannon-Wiener y en el de Simpson. En cuanto al índice de similitud de acuerdo a Jaccard, las etapas sucesionales que presentaron el mayor número de especies en común son el bosque pionero y el bosque secundario y las etapas que presentaron poca cantidad de especies en común son potrero en recuperación y el bosque primario intervenido.

En el potrero en recuperación y en el bosque pionero la mayor cobertura se dio en el estrato inferior, mientras que el bosque secundario y el bosque primario intervenido la mayor cobertura se presentó en el estrato superior.

En el potrero en recuperación y en el bosque pionero las especies tienen valores similares de importancia en la estructura horizontal y vertical, mientras que en el bosque secundario y en el bosque primario intervenido los valores en la estructura vertical y horizontal son diferentes.

En cuanto al área basal y al número de árboles por hectárea se observó que conforme avanza el proceso de sucesional, la cantidad de árboles por hectárea y área basal aumenta.

Por último, los resultados de la estimación de carbono almacenado mostraron que a pesar de que las áreas de la Reserva Forestal Monte Alto están dentro del proceso de restauración, la cantidad de carbono obtenido está dentro de los rangos encontrados para los bosques húmedos tropicales de América y en las áreas de pastizales.

**Palabras claves:** *Sucesión, fases, estructura vertical y horizontal, índices, diversidad, riqueza florística.*

## Introducción

Uno de los problemas más serios que presenta la cuenca del río Nosara ha sido la eliminación de parte de la cobertura boscosa y el manejo inadecuado de la misma, lo que ha provocado la disminución de agua disponible para el consumo humano en el cantón de Hojancha. Ante dicha situación, en el año 1980 se inicia el manejo de la cuenca del Río Nosara, el cual formaba parte de uno de los cinco proyectos del Programa para la Conservación de los Recursos Naturales (CORENA). Dicho programa fue financiado por la Agencia para el Desarrollo Internacional (USAID) de los Estados Unidos (MAG 1986). En el año de 1993 algunos miembros de la comunidad de Hojancha inician el proceso de conservación del área de la cuenca con el fin de garantizar el abastecimiento de agua, dando origen a lo que hoy es la Reserva Forestal Monte Alto. Esta se encuentra ubicada en la parte alta de la cuenca hidrográfica del Río Nosara.

La investigación tuvo como objetivo general interpretar el proceso sucesional que ocurre en los diferentes momentos entre las áreas de potrero a bosque primario, para valorar la dinámica del mismo e identificar acciones que benefician y aceleren dicho proceso en la reserva.

Dentro de los objetivos específicos tenemos: a) Determinar la estructura y composición florística presente en los estados sucesionales del área en estudio; b) Determinar la riqueza y diversidad florística presentes en los diferentes estados sucesionales; c) Estimar la tasa de almacenamiento de carbono de estas masas forestales; d) Proponer algunas acciones que benefician el proceso sucesional y la recuperación de la cobertura vegetal en las áreas de más pobre protección.

## Metodología

Se clasificaron las áreas de la reserva en cuatro etapas sucesionales: potrero en recuperación, bosque pionero, bosque secundario y bosque primario intervenido. Posteriormente se procedió a clasificar la vegetación por su diámetro a la altura del pecho (dap) en: Brinzales (individuos con un dap de 2 a 4,9 cm), latizales (de 5 a 9,9 cm) y fustales (dap  $\geq$  10 cm). Luego se procedió a medir el dap de todos los individuos y se estimó la altura total de los mismos. Se estimó la cobertura vegetal a través de la estructura horizontal, por último se realizó la estimación de carbono almacenado en las fases sucesionales.

Para caracterizar la estructura horizontal se evaluaron diversos parámetros:

- 1) Riqueza y diversidad florística: Se determinó por medio de:
  - ⇒ *Curva área/especie*: la cual brinda información sobre el incremento de especies en superficies crecientes a partir de un diámetro mínimo considerado.
  - ⇒ *Índice de Shannon-Wiener*: refleja la heterogeneidad de un ecosistema, basándose en la combinación de riqueza y equitatividad de especies.
  - ⇒ *Índice de Simpson*: refleja la proporción de la abundancia de las especies.
  - ⇒ *Cociente de mezcla*: refleja la proporción de la abundancia de las especies.
  - ⇒ *Índice de similitud de acuerdo a Jaccard*: se basa en la presencia o ausencia entre el número de especies comunes para dos áreas o comunidades vegetales y el número total de especies.
- 2) Cobertura vegetal: Es definida como el porcentaje de suelo recubierto por la proyección perpendicular de cada estrato o del total de la masa vegetal.
- 3) Estructura florística: Se determinó por medio de los índices de valor de importancia (IVI) y el índice de valor de importancia familiar (IVIF). El IVI evalúa la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies. Mientras que el IVIF toma en cuenta la diversidad, densidad y dominancia relativa de las familias.
- 4) Como último parámetro evaluado en la estructura horizontal, se realizó una distribución de árboles por clases diamétricas y áreas basales.

En la caracterización de la estructura vertical, el parámetro evaluado fue el Índice de valor de importancia ampliado (IVIA), este toma en cuenta la abundancia, frecuencia y dominancia relativa de las especies, así como la posición sociológica de las mismas y la regeneración natural.

Por último, se estimó el carbono almacenado: el cual es definido como el carbono máximo que se puede almacenar, asumiendo una cobertura total del terreno con la vegetación original. Dicha estimación se realizó tanto para las áreas de potrero en recuperación como para los bosques.

## Resultados

Los resultados están conformados para apreciar la dinámica establecida en los cuatro tipos de cobertura vegetal.

En la curva área/especie se observa que en todos los sitios conforme ocurre un aumento en el área, el número de especies aumenta. En el bosque secundario y primario intervenido, hay insuficiencia de muestreo, debido a que partes del área muestreada presenta topografía mayor al 90%, lo que hace del sitio un lugar inaccesible. También la superficie del suelo presenta dentro de su composición material rocoso, imposibilitando el paso, el establecimiento y medición de parcelas.

De las cuatro etapas sucesionales, el bosque secundario presenta el mayor número de especies, géneros y familias. En cuanto a la diversidad florística, el Índice de Shannon-Wiener muestra que a medida que la sucesión avanza en cada área, la diversidad de especies se incrementa, resultando el bosque primario intervenido como el área que presenta el más alto índice, posiblemente

favorecido por la dispersión de semillas por animales o por el viento, por la apertura natural del dosel (formación de claros).

El Índice de Simpson muestra que el potrero en recuperación y el bosque pionero son áreas más homogéneas, es decir, reflejan poca variabilidad de especies. Por su parte el bosque secundario y el bosque primario intervenido son más heterogéneos, reflejando características considerables en la variabilidad de las especies.

Los cocientes de mezcla presentan una tendencia ascendente en el sentido de la sucesión, con la excepción de bosque pionero, debido a que su composición es poco compleja con respecto a la tercer y cuarta etapa sucesional.

Con respecto al Índice de Jaccard, la mayor diferencia se dio entre el potrero en recuperación y el bosque primario intervenido, debido a que el potrero en recuperación tiene una estructura florística menos compleja que el bosque primario intervenido. La mayor similitud la presenta el bosque pionero y el bosque secundario, es decir, estos bosques son semejantes en cuanto a composición florística se refiere.

En cuanto a las características estructurales, la etapa más joven es un potrero en recuperación con una edad aproximada de 7 años y el de mayor edad (90 años) es bosque primario intervenido. Con respecto al número de estratos, el potrero en recuperación y el bosque pionero se encuentran en el estrato inferior, debido a la gran predominancia de gramíneas, hierbas y arbustos. El bosque secundario y primario intervenido tiene el mayor porcentaje de la cobertura en el estrato superior, esto se debe a que en estos bosques dicho estrato es denso, notándose la presencia de especies heliófitas durables y esciófitas.

El Índice de Valor de Importancia (Cuadro 1) es diferente para cada especie, ya que en el proceso de transición las especies que dominan una etapa se tornan menos abundantes y frecuentes en la etapa siguiente. En el potrero en recuperación las especies con mayor IVI son *Schizolobium parahyba* y *Cordia alliodora*, mientras en el bosque pionero la especie con mayor IVI es *Cecropia insignis*, pero las especies como *S. parahyba* y *C. alliodora* son también importantes, pero son menos abundantes y menos frecuentes. Para el bosque secundario *Ficus* sp. y *Croton draco* son algunas de las especies que ocupan un alto IVI y en el bosque primario intervenido las especies que ocupan los mayores índices son *Brosimum alicastrum* y *Neea amplifolia*.

El proceso sucesional que se está desarrollando en la reserva, inicia en potrero en recuperación con seis especies (de las cuales las más abundantes son *S. parahyba* y *C. alliodora*), cinco de ellas se mantienen en el bosque pionero, pero aparecen dos nuevas especies (*Cecropia insignis* e *Inga sapindoides*), las cuales se presentan únicamente en este tipo de bosque, siendo *C. insignis* la de mayor abundancia. En el bosque secundario tres especies que se mantienen de las dos etapas anteriores, las cuales se encuentran en el bosque secundario de 20 años (donde la más abundante es *C. draco*), porque en el de 40 años, las especies que aparecen son propias de esta etapa, la más abundante es *Lonchocarpus minimiflorus*. Las especies que presentan el bosque primario intervenido, no aparecen en ninguna de las etapas anteriores.

Las familias que presentan el mayor Índice de Valor de Importancia Familiar (Cuadro 1) dentro de cada una de las etapas están representadas por las especies que poseen la mayor importancia ecológica. En el potrero en recuperación las familias con los mayores IVIF son Caesalpinioideae a la cual pertenece *S. parahyba* y la Boraginaceae con *C. alliodora*. En el bosque pionero, el IVIF

más alto lo ocupa la Cecropiaceae, seguida de la familia Mimosoideae. Con respecto al bosque secundario y bosque primario intervenido, en ambos la familia con el mayor IVIF es la Moraceae, representada en el bosque secundario por la especie *Ficus* sp. y en el bosque primario intervenido por *Brosimum alicastrum* y *Clarisia mexicana*.

El proceso sucesional que se desarrolla en la reserva a nivel de familias es similar al dado en especies, en el potrero en recuperación las familias más abundantes son Caesalpiniodeae (*S. parahyba*) y Boraginaceae (*C. alliodora*), Cecropiaceae (*Cecropia insignis*) en el bosque pionero, en el bosque secundario la Papilionoideae (*Lonchocarpus minimiflorus*) y en bosque primario intervenido la Moraceae (*Brosimum alicastrum* y *Clarisia mexicana*).

En cada etapa sucesional, en las primeras clases diamétricas se concentra la mayor cantidad de individuos por hectárea, mostrando un comportamiento de “J” invertida, característica de los bosques disetáneos. Lo mismo sucede con el área basal; en el potrero, bosque pionero y secundario la mayoría se encuentra en las primeras clases (10-14,9; 15-19,9; 20-24,9); indicando que existe una relación directa entre el número de individuos y el área basal. El bosque primario intervenido tiene los mayores porcentajes en la clase de 15-19,9 en donde existe relación entre el número de individuos y el área basal, mientras en la clase de 55-59,9 cm, la relación se da entre el grosor de los árboles y el área basal, dicho bosque muestra un comportamiento descendente del área basal en la clase de 60-64,9 cm, aumentando en las clases siguientes, razón que justifica este comportamiento es el grado de intervención que se dio en este bosque hace más de 90 años.

Tanto el número de árboles como el área basal presentan una tendencia ascendente conforme avanza el proceso sucesional.

Para evaluar la estructura vertical, se tomó en cuenta el Índice de Importancia Ampliada (IVIA) (Cuadro 1), el cual además de los parámetros de la estructura horizontal, es decir, abundancia, frecuencias y dominancias, toma en cuenta la posición sociológica que poseen las especies así como el potencial de regeneración natural de las mismas. En el potrero *S. parahyba* y *C. alliodora* alcanzan los mayores IVIA, estas presentan un alto IVI, alta posición sociológica y buena regeneración natural. Para el bosque pionero *C. insignis* posee el IVIA más alto, dicha especie presenta un alto IVI y una alta posición sociológica, pero escasa regeneración, le sigue *C. alliodora* con una posición sociológica y regeneración alta.

En el bosque secundario, entre las especies que ocupan altos IVIA están el *Lonchocarpus minimiflorus*, ya que posee alta posición sociológica y regeneración y el *Ficus* sp., el cual posee solamente un IVI alto. En el bosque primario intervenido, las especies que ocupan los mayores IVIA son *Capparis indica* porque presenta una alta posición sociológica y regeneración y el *Brosimum alicastrum* el cual presenta un alto IVI, no así una posición sociológica ni una regeneración natural.

Resumiendo lo anterior, en el potrero en recuperación la especie con mayor IVI es *S. parahyba*, el mayor IVIA lo ocupa *C. alliodora* y la familia Caesalpiniodeae es la que presenta el mayor IVIF. En el bosque pionero *C. insignis* presenta los mayores índices (IVI, IVIA e IVIF) y a nivel de familia el mayor IVIF lo presenta la Mimosoideae. Para bosque secundario *Ficus* sp. posee el mayor IVI, *L. minimiflorus* el mayor IVIA y el mayor IVIF es la familia es la Moraceae, esta precisamente ocupa el más alto IVIF en el bosque primario intervenido, donde *B. alicastrum* es la especie que presenta tanto el IVI como el IVIA más alto, en segundo lugar está la Meliaceae y la especie *Neea amplifolia*.

En cuanto a la estimación de carbono almacenado en la biomasa total, el bosque primario intervenido es el que presenta la mayor tasa de almacenamiento, debido a que por tratarse de árboles longevos y de tamaño relativamente grande, almacenan más carbono que los bosques de etapas jóvenes, alcanzando así un nivel de equilibrio en la absorción del mismo. Para el bosque pionero y secundario el almacenamiento de carbono en estas fases está dentro de un rango razonable, debido a que son bosques abiertos y aún están en desarrollo, almacenando menores cantidades de carbono y cumpliendo la función de absorber el dióxido de carbono. En el potrero la cantidad de carbono almacenado en los pastos es de 8,9 t<sub>m</sub>C/ha, lo cual es aceptable de acuerdo a informes del IPCC, ya que han estimado que esta etapa sucesional almacena aproximadamente unas 10 t<sub>m</sub>C/ha.

Cuadro 1. Índices de valor de importancia, valor de importancia ampliado y valor de importancia familiar relativos para especies y familias más representativas de cada etapa sucesional. Reserva Forestal Monte Alto, Hojancha, Guanacaste. 1998.

FAMILIA	POTRERO EN RECUPERACION			BOSQUE PIONERO			BOSQUE SECUNDARIO			BOSQUE PRIMARIO INTERVENIDO		
	IVI	IVIA	IVIF	IVI	IVIA	IVIF	IVI	IVIA	IVIF	IVI	IVIA	IVIF
<b>Bignoneaceae</b>			6.0									
<i>Tabebuia ochraceae</i>	3.4	2.7										
<b>Boraginaceae</b>			22.3			9.2			3.4			
<i>Cordia alliodora</i>	26.1	35.7		12.8	18.1		4.9	4.4				
<b>Caesalpinioideae</b>			28.2			10.9			3.0			
<i>Schizolobium parahyba</i>	38.4	33.2		13.8	11.4		3.2	2.3				
<b>Euphorbiaceae</b>			9.4			9.3			11.9			
<i>Croton draco</i>	8.9	7.8		6.3	5.2		11.8	10.4				
<i>Alchornea costaricensis</i>							3.1	2.5				
<b>Mimosoideae</b>						14.9						
<i>Albizia adinocephala</i>	10.1											
<i>Inga sapindoides</i>	7.4	6.0		6.5	5.7							
<b>Papilionoideae</b>			5.8						16.8			
<i>Machaerium kegellii</i>	3.2	2.6										
<i>Lonchocarpus minimiflorus</i>							7.8	11.4				
<i>Gliricidia sepium</i>							6.5	8.4				
<b>Sterculiaceae</b>			9.5			10.6						
<i>Guazuma ulmifolia</i>	9.0	9.4		12.0	10.8							
<b>Cecropiaceae</b>						19.7						
<i>Cecropia insignis</i>				67.1	98.5							
<b>Anacardiaceae</b>									6.9			
<i>Spondias mombim</i>							8.4	7.1				
<b>Moraceae</b>									20.5			17.8
<i>Ficus</i> sp.							16.5	10.9				
<i>Brosimum alicastrum</i>										13.8	10.6	
<i>Clarsia mexicana</i>										5.6	6.0	
<b>Combretaceae</b>												6.1
<i>Terminalia oblonga</i>										6.5	4.3	
<b>Lauraceae</b>												9.4
<i>Nectandra</i> sp.										4.6	3.7	
<b>Meliaceae</b>												16.1
<i>Guarea glabra</i>										6.3	5.5	
<i>Virola surinamensis</i>										6.0	5.0	
<b>Nyctaginaceae</b>												6.4
<i>Neea amplifolia</i>										7.0	7.6	
<b>Tiliaceae</b>												8.0
<i>Luehea seemannii</i>										4.6	3.0	

## Conclusiones

1. De acuerdo a los resultados obtenidos, las cuatro etapas sucesionales estudiadas son diferentes florística y estructuralmente, aunque tienen características (especies, familias, estratos, entre otras) en común con aquellas etapas o fases sucesionales contiguas.
2. La riqueza florística aumenta conforme avanza el proceso sucesional, pero según la curva área - especie el bosque secundario es el que presenta el mayor número de especies. En cuanto a diversidad florística (cociente de mezcla, índice de Shannon–Wiener y el índice de Simpson), el bosque primario intervenido posee la mayor diversidad florística, mostrando así que a medida que avanza la sucesión en cada etapa, la diversidad aumenta.
3. Los bosques más similares son las dos etapas contiguas en la sucesión: bosque pionero y bosque secundario y las más diferentes son la primer y cuarta etapa de la sucesión.
4. La primer etapa sucesional (potrero en recuperación) presenta la mayor cobertura en el estrato inferior, debido a que las especies pioneras que allí se desarrollan no proporcionan sombra suficiente para que las especies herbáceas y poáceas sean eliminadas. En la segunda etapa de la sucesión las especies herbáceas y las gramíneas disminuyen su predominancia; sin embargo, siguen manteniendo la mayor cobertura es el estrato inferior. En las dos últimas fases sucesionales el sotobosque o piso inferior presenta palmas y helechos, pero la mayor cobertura se encuentra en el estrato superior.
5. Las cinco especies con valores de IVI más importantes en el potrero en recuperación pasan al bosque pionero con una importancia similar. Tres de estas especies, *Croton draco*, *Cordia alliodora* y *Schizolobium parahyba*, se encuentran nuevamente en el bosque secundario, pero con menor peso ecológico. Las especies *Cecropia insignis* e *Inga sapindoides* aparecen solamente en el bosque pionero. El bosque secundario y el primario intervenido no tienen en común ninguna especie que muestren altos valores del IVI, pero sí tienen en común especies con valores bajos del IVI, como por ejemplo *Styrax argentus*, *Stemmadenia obovata*, entre otras.
6. Las familias más importantes de la primer etapa de la sucesión, Caesalpinoideae, Boraginaceae, Mimosoideae, Sterculiaceae y Euphorbiaceae se encuentran en el bosque pionero y tres de ellas familias se presentan en la tercer etapa (bosque secundario). La tercera y cuarta fase sucesional no tienen familias con alto índices en común, no obstante sí presentan familias con índices menores en común.
7. El bosque secundario y el bosque primario intervenido tienen la mayor cantidad de individuos por hectárea en las primeras clases diamétricas  $\geq 10$  cm, presentando así una distribución de “j” invertida, típica de los bosques discetáneos. El potrero y bosque pionero podrían presentar una distribución normal, pero no lo hacen debido a la alta regeneración natural en las clases diamétricas menores. Las tres primeras etapas sucesionales muestran que existe una relación directa entre el número de individuos por hectárea y el área basal. En el bosque primario intervenido esta relación se observa en las primeras clases diamétricas, específicamente en la clase de 15-19,9 cm. En la clase diamétrica de 55-59,9 cm el área basal está en función del grosor de los árboles y no de la cantidad de individuos.

8. Las especies que tienen un alto IVIA en el potrero son *Schizolobium parahyba* y *Cordia alliodora*, debido a que tienen la mayor posición sociológica regeneración natural. En el bosque pionero *Cecropia insignis* presenta una alta posición sociológica, mientras que *Cordia alliodora* tiene una alta regeneración natural. En el bosque secundario *Lonchocarpus minimiflorus* registra altos valores de posición sociológica y de regeneración natural. Por último, en el bosque primario intervenido el mayor IVIA es para *Capparis indica*, con la mayor posición sociológica y regeneración natural.
9. Tanto en el potrero en recuperación y en el bosque pionero, las especies tienen similares valores de importancia en la estructura horizontal y vertical, mientras que en el bosque secundario y en el primario intervenido las especies son diferentes en la estructura vertical y horizontal, lo que hace pensar que entre estas dos fases sucesionales han existido varios cambios o etapas intermedias.
10. A pesar de que las áreas de la Reserva Forestal Monte Alto están dentro del proceso de restauración, la estimación de carbono almacenado en la biomasa total se encuentra dentro de los rangos encontrados en los bosques tropicales húmedos de América. Como es de esperarse la cantidad de carbono almacenado es mayor en el bosque primario.

## Recomendaciones

1. En caso de querer estudiar más a fondo el proceso sucesional en esta área, se recomienda establecer parcelas permanentes de muestreo en las zonas de estudio, esta información podría utilizarse para que la reserva forme parte de un corredor biológico.
2. Se recomienda que el proceso de sucesión continúe de forma natural (como hasta la fecha se ha venido dando), debido a que de esta manera la naturaleza misma se encarga de “dirigir” el proceso y no se corre el riesgo de atrasar.
3. En el caso de que la administración de la Reserva Forestal Monte Alto quiera acelerar el proceso de sucesión y que a la vez cuenten con suficientes fondos (económicos), se recomienda que en las áreas de potrero en recuperación el manejo se lleve a cabo mediante la introducción de especies heliófitas durables como *Gliricidia sepium*, *Spondias mombim* además de *Inga sapindoides* y *Alchornea costaricensis*; tomando en cuenta que esta introducción de especies implica un alto costo de establecimiento y mantenimiento (rodajas, chapías, etc.). En etapas posteriores se podría introducir *Lonchocarpus minimiflorus*. Además, es importante llevar a cabo un estudio edafológico (suelos) con la finalidad de establecer con mayor claridad la relación que existe entre la vegetación y los tipos de suelo que ahí se encuentran.
4. Se recomienda introducir especies frutales como fuente de alimento para la fauna que actualmente existe en la Reserva y que a la vez se propicie la llegada de nuevas especies tanto de aves y mamíferos. Estas podrían ser potenciales agentes dispersores de semillas que contribuyan aún más en el proceso de restauración que se está desarrollando en la Reserva.
5. La información generada de esta investigación se puede aprovechar y/o utilizar como parte de un programa de educación ambiental para dicha Reserva o zonas similares, para demostrar a los estudiantes e investigadores, cual es el proceso sucesional que sigue la Reserva, dando



importancia a la clasificación de los terrenos según el uso potencial del suelo; partiendo desde el “abandono” de tierras degradadas para que la sucesión continúe, así como también cuáles son las especies involucradas en dicho proceso.

6. Se recomienda llevar a cabo la construcción e interpretación de senderos en aquellas zonas donde se pueda observar con claridad el proceso sucesional.
7. Se recomienda la elaboración de perfiles en las etapas sucesionales, con el fin de que las personas que visiten o estudien la Reserva puedan tener una idea más clara sobre la restauración de la cobertura vegetal en dicha área, dicha información puede ubicarse en el centro de información de la Reserva.
8. Es de gran importancia conocer el potencial de la Reserva Forestal Monte Alto con respecto al tipo de productos forestales no maderables, manejados sosteniblemente, debido a que estos pueden generar beneficios para la misma. Un ejemplo de ello es el jardín de orquídeas que se ha generado en la Reserva, y las plantas de uso medicinal que se encuentran en allí (*Gliricidia sepium*, *Bursera simarouba*, *Enterolobium cyclocarpum* y otras).
9. Los datos de la estimación de carbono almacenado que este trabajo arrojó podrían utilizarse para acceder al pago de servicios ambientales por concepto de mitigación de gases con efecto invernadero.
10. Es importante que la administración de la Reserva contacte personas interesadas en llevar a cabo estudios de la fauna presente en estas áreas, con el fin de relacionar dichas investigaciones con el presente estudio.

## Bibliografía

Alfaro, M. 1997. Almacenamiento y fijación de carbono en ecosistemas forestales. Revista Forestal Centroamericana (C.R.) 19: 9-12.

Barnard, R. 1950. Linear regeneration sampling. Malayan Forester (Malasia) 13: 129- 136.

Becerra, J. 1981. Notas sobre muestreo de diagnóstico y sistemas de regeneración en el bosque húmedo tropical. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Ambientales. 56 p Mimeografiado.

Beek, R. aus der; Sáenz, G. 1992. Manejo basado en la regeneración natural: estudio de caso en los robledales de altura de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Turrialba, CATIE. 48 p (Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales nº 6).

Bolaños, R; Watson, V. 1993. Mapa ecológico de Costa Rica, según Sistemas de clasificación de zonas de vida del Mundo de L.R. Holdridge. Escala: 1:200,000. Centro Científico Tropical, Costa Rica.

Brown, S. 1996. Papel actual y potencial de los bosques en el debate mundial sobre el cambio climático. Unasylva 47 (185): 3-10.

- Budowski, G. 1958. Algunas relaciones entre la presente vegetación y antiguas actividades del hombre en el trópico americano. Actas, 33° Congreso Internacional de Americanistas. San José, Costa Rica. 20-27 de Julio de 1958. Tomo I. San José, Costa Rica. Lehmann, p 1959. 259-263.
- Budowski, G. 1961. Studies on forest succession in Costa Rica and Panamá. Unpublished Ph.D. dissertation. New Haven. Yale University. 189 p.
- Budowski, G. 1965. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. Turrialba 15: 40-42.
- Chaverri, A. 1992. La regeneración natural en el manejo de los robledales de altura en Costa Rica. Ciencias Ambientales (C. R.) 12: 59-69.
- Chaverri, A. 1993. Manejo de los bosques tropicales: Una necesidad real. Ciencias Ambientales (C. R.) 9: 69-80.
- Cain, S.A. 1938. The species-area curve. American Midland Naturalist. 19: 573-581.
- Clark, D.A; Clark, D.B. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en el bosque muy húmedo tropical, aspectos teóricos y prácticos. Revista de Biología Tropical (C.R.) 35 (supl, 1): 41-54.
- Carranza, C; Aylward, B; Echeverria, J; Tosi, J; Mejías, R. 1996. Valoración de los servicios ambientales de los bosques de Costa Rica. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. 40 p
- Ewel, J.J. 1983. Succession. In: F.B. Galley Elsevier Scientific Pub. Co. p 217-223.
- FAO (Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación). 1994. El desafío de la ordenación forestal sostenible. Perspectivas de la silvicultura mundial. Roma, Italia. p 27-39.
- Finegan, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales. 21 p. (Serie técnica/ Informe técnico n° 188).
- Finegan, B. 1995. Bases ecológicas para la silvicultura: VII curso intensivo internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. CATIE- USAID. Turrialba, Costa Rica. 212 p.
- Finegan, B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forest; the first hundred years of succession. Trends in Ecology and evolution. 11: 119-124.
- Finegan, B. 1997. Bases ecológicas para el manejo de bosques secundarios de las zonas húmedas del trópico americano, recuperación de la biodiversidad y producción sostenible de madera. In: Memorias del taller internacional sobre el estado actual y potencial de manejo y desarrollo del bosque secundario tropical en América Latina. Pucallpa, Perú. p 106-119.
- Finegan, B; Sabogal, C. 1998. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: Un estudio de caso en Costa Rica. El Chasqui (C.R.) 18: 16-24.

- Finol, H. 1970. Estudio silvicultural de algunas especies comerciales en el bosque Universitario "El Caimital", Estado de Barinas. *Revista Forestal Venezolana* 10-11: 17-63.
- Fournier, L; Herrera, M.E. 1977. La sucesión ecológica como un método eficaz para la recuperación del bosque en Costa Rica. *Agronomía de Costa Rica* 1 (1): 23-29.
- Greig-Smith, P. 1964. *Quantitative plant ecology*. 2n ed. Butterworths. Londres. 256 p.
- Gómez-Pompa, A *et al.* 1977. Recuperación de los ecosistemas tropicales. Trad. por José Ramón Pérez Lías. *In: Ecosistemas Frágiles*. Fondo de Cultura Económica de México. D.F. p 181-192.
- Gómez-Pompa, A; Vásquez-Yanes, C. 1985. Estudios sobre la regeneración de selvas en regiones cálido-húmedas de México. *In: Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*. Alhambra Mexicana S.A. v 2. 25 p.
- González, E. 1990. Estudio estructural y de composición en dos tipos de bosque de la zona húmeda de Costa Rica y sus posibilidades de manejo. Tesis de Licenciatura en Manejo Forestal. Heredia, Costa Rica. UNA. 149 p.
- Hallé, F; Oldeman, R.A.A; Tomlinson, P.B. 1978. *Tropical and forest; an architectural analysis*. Berlin. Springer – Verlag. p 366-385.
- Hartshorn, G; et al.1982. Costa Rica-Perfil ambiental; estudio de campo. Centro Científico Tropical, Costa Rica. p 45-47.
- Hocker, H. 1984. Introducción a la biología tropical. Trad. Flor A. Bellomo López. México, D.F. AGT Editor S.A. p 125-128.
- Holdridge, L.R. 1982. *Ecología basada en zonas de vida*. Trad. de la 1ª edición inglesa por Humberto Jiménez Saa. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- Horn, H. S. 1974. The ecology of secondary succession. *Annual Review of ecology and systematics*. 5: 25-37.
- Hutchinson, I.D. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica CATIE. 32 p. (Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales n° 7).
- Instituto Geográfico Nacional, 1982. Hoja cartográfica Matambú n° 3146-III. Costa Rica. Escala 1: 50000. Color.
- IPCC. 1996. *Guidelines for National Green House Gas Inventories. Reference Manual*.
- Janzen, D. s.f. El crecimiento y la regeneración del bosque seco natural en el Parque Nacional Santa Rosa. Costa Rica. (Mimeografiado). 15 p.
- Jacobs, J. 1975. Diversity, stability and maturity in ecosystems influenced by human activities. *In: Van Dobben, W. H and Lowe- Mc Connell (eds) Unifying concepts in ecology*. p 187-207.

Jiménez, J.J; Morera, A. 1996. Propuesta para el manejo silvicultural de los bosques secundarios de altura, cercanos al Área Piloto Villa Mills, Reserva Forestal Río Macho, Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Ciencias Forestales. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 96 p.

Jiménez, W; Chavarri, 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.

López, G; González, J. 1978. Aspectos funcionales de una sucesión ecológica y su papel en la recuperación de los ecosistemas. Universidad de El Salvador. Facultad de Ciencias y Humanidades. 5 p.

Lamprecht, H.1964. Ensayo sobre la estructura florística de la parte suroriental del bosque universitario “El Caimital”. Revista Forestal Venezolana, 7(10): 77-119.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. Dr. A Carrillo. República Federal de Alemania. TZ-Verlagsgesellschaftmbtt, 70 p.

MAG-DGF-FAO- Programa de Conservación de Recursos Naturales. 1986. Plan de Manejo Cuenca Superior del Río Nosara. Hojancha, Costa Rica. 280 p.

Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. University College of North Wales, Bengor. London, Sydney. Ed. Croom Helm. 61-80 p.

Matteucci, D; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico. Secretaría de la Organización de Los Estados Americanos. Washington, D.C. 168 p.

Mori, S; Boom, B; de Carvalho, A; dos Santos, T. 1983. Southern Bahian Moist Forest. The Botanical Review (EEUU) 49 (2): 155-232.

Montagnini, F; González, E; Sancho, F. 1996. Relación entre área basal arbórea y propiedades químicas del suelo en un bosque tropical secundario de 10 años de edad. Yvyrareta 7:47-56

Mueller-Dombois, D; Ellenberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. United states of America. Wiley international edition. p 212-214.

Müller, E; Guillén, L; Fedlemeier, CH; Cartín, F. 1992. Bosque Secundario: Una reforestación natural. Proyecto CATIE / COSUDE-COSEFORMA. Costa Rica. 5 p.

Oficina Costarricense de Implementación Conjunta. 1996. Propuesta para la consolidación territorial de los parques nacionales y reservas biológicas de Costa Rica como depósitos de gases con efecto invernadero bajo el marco de implementación conjunta. San José, Costa Rica. 44 p.

Orozco, L. 1991<sub>a</sub>. Estudio ecológico y de estructura horizontal de seis comunidades boscosas de la Cordillera de Talamanca, Turrialba, Costa Rica. CATIE. 35 p (Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales n° 2).

Orozco, L. 1991<sub>b</sub>. Estudio ecológico y de estructura horizontal de seis comunidades boscosas de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Manejo Forestal. Heredia, Costa Rica. UNA.

ECOMA (Programa Ecología y Manejo de la vegetación en montañas altas de Costa Rica). 1992. Plan de manejo para el robledal de la Esperanza de el Guarco, Cartago, Reserva Forestal Río Macho. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. p 23-52.

Quesada, R. 1998. Identificación y descripción de especies forestales en bosques secundarios de diferentes estadios sucesionales de la Estación Experimental Forestal Horizontes. Documento del proyecto n° 53. COSEFORMA, Costa Rica.

Rico- Bernal, M; Gómez- Pompa, A. 1979. Estudio de las primeras etapas de una selva alta perennifolia en Veracruz, México. Segunda edición. México, D.F. Compañía Editorial Continental. p 112-116.

Rollet, B. 1969. La regeneración natural en un bosque denso siempre verde de la llanura de la Guyana Venezolana. Boletín Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. 35: 39-73.

Stadmüller, T. 1994. Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropical, medidas para mitigarlo; una revisión bibliográfica. Turrialba, Costa Rica, CATIE-COSUDE, Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales n° 10. 62 p. (Serie Técnica n° 246).

Spittler, P; Alfaro, E; Berrocal, A; Bertie, G. 1999. Día de campo para profesionales forestales: "Dinámica y potencial económico de los bosques secundarios secos en la región chorotega. Guanacaste, Costa Rica. 55 p.

Spurr, S; Barnes, B. 1982. Ecología Forestal. Trad. Carlos Luis Raigorodsky Z. México D.F. A.G.T. Editor S.A. p 403-409.

Vandermeer, J; *et al.* 1990. Regeneración inicial en una selva tropical en la costa caribeña de Nicaragua después del huracán Juana. Revista de Biología Tropical 38 (2b): 347-359.

Vargas, D. 1992. Análisis estructural y florístico de las comunidades boscosas del Parque Nacional Manuel Antonio, Costa Rica. Tesis Licenciatura Manejo Forestal. Heredia, Costa Rica. Universidad Nacional. 112 p.

Ward, S. s.f. La Reserva Forestal Monte Alto, un esfuerzo comunal de conservación ambiental. Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. 14 p.