



Crecimiento de los bosques tropicales secundarios

Working Paper - CATIE, Turrialba - Septiembre 2017

Autores:

Jean Pierre Morales

Miguel Cifuentes

Juan José Serrano

Ronnie de Camino

Este documento de trabajo ha sido posible gracias al generoso apoyo de:



En colaboración con:



Índice general

Página

5 Introducción

6 Metodología

9 Resultados

9 // Valores promedio

9 // Área basal

9 // Volumen

10 // Crecimiento

14 // Comparación del crecimiento de los bosques secundarios y los bosques naturales

15 // Ecuaciones de regresión

21 Consideraciones finales

22 Referencias

24 Anexos

Abreviaciones del sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge

- **bh-M:** Bosque húmedo montano
- **bh-MB:** Bosque húmedo montano bajo
- **bh-P:** Bosque húmedo premontano
- **bh-SA:** Bosque húmedo subalpino
- **bh-T:** Bosque húmedo tropical
- **bmh-MB:** Bosque muy húmedo montano bajo
- **bmh-P:** Bosque muy húmedo premontano
- **bmh-T:** Bosque muy húmedo tropical
- **bms-T:** Bosque muy seco tropical
- **bp-M:** Bosque pluvial montano
- **bp-MB:** Bosque pluvial montano bajo
- **bs-T:** Bosque seco tropical
- **be-T:** Bosque espinoso tropical
- **bp-P:** Bosque pluvial premontano

Introducción

La percepción generalizada de los bosques tropicales, quizás hasta hace unos 200 años atrás, es aquella que los relaciona con los bosques naturales originales de las diferentes zonas de vida de los trópicos; normalmente con una estructura de “jota invertida”, con gran cantidad de regeneración y progresivamente menos brinzales, latizales y árboles maduros. Sin embargo, hay una dinámica natural y antropogénica que genera bosques con características diferentes a las esperadas tradicionalmente. Estos son los llamados “bosques secundarios” que, dentro del marco de nuestro análisis entenderemos como ecosistemas que se han regenerado a través de procesos de sucesión natural, después de haber sido alterados parcial (mayor al 60%) o totalmente por el ser humano o perturbaciones naturales en la vegetación original del bosque, en algún momento de su historia y en periodo extendido, que originó una diferencia en la estructura y composición de especies del dosel con respecto a bosques primarios cercanos en sitios similares” (Chokkalingam Jong *et al.*, 2001, citado por Luxembourg Microfinance and Development Fund, 2016).

En los últimos 30 años existen estudios enfocados en elementos como la composición de especies, los gremios ecológicos, su dinámica y los rasgos funcionales de las especies (Finegan, 1992; Finegan y Delgado, 2000). Por otro lado, otros estudios se orientan a la medición de la biomasa total en peso seco o su equivalente de toneladas de carbono tales como Vargas *et al.* (2008), Valencia *et al.* (2009), Alves *et al.* (1997) y López *et al.* (2002)

por mencionar algunos. La relevancia de estudiar este ecosistema en América Latina y el Caribe se explica por la gran cantidad de hectáreas que se contabilizaban en 1990 aproximadamente 165 millones de hectáreas de bosques secundarios y es probable que esta cifra haya aumentado por las dinámicas de uso de la tierra no sostenibles imperantes (Smith *et al.*, 1997).

Para poder estimar el potencial de producción de madera de los bosques secundarios, se configuró una búsqueda por medio del uso de palabras claves, la base fue “bosque secundario” (secondary forest), además se agregaron subcategorías como área basal, volumen y evaluar el potencial productivo. Adicionalmente, se utilizaron bases de datos de parcelas de medición permanentes y temporales del CATIE de bosques secundarios.

El documento desarrolla una estimación para evaluar el efecto de la edad y la zona de vida sobre el área basal y el volumen, para ello se ajustaron modelos de regresión lineal con variables auxiliares. El documento está compuesto por la metodología donde se plasman los conceptos principales y el método seleccionado, una sección de resultados, una comparación entre bosque secundario y primario y unas conclusiones sobre los hallazgos.

Metodología

Para la recopilación de datos inicialmente se utilizó una base de datos de 500 artículos que fue la base de un estudio de ecuaciones alométricas para cálculos de biomasa, adicionalmente se configuró una búsqueda por medio del uso de palabras claves, la base fue “bosque secundario” (secondary forest) la definición de esta como base es para evitar trabajar con datos de otro tipo de bosque al de interés, además se agregaron subcategorías como área basal y volumen con el fin de tener las variables de interés.

El rango de edades con datos va desde los 5 hasta los 85 años de abandono del área y por ende el periodo de la sucesión secundaria. De la base de artículos se extrajo información sobre ubicación geográfica, zona de vida, precipitación, elevación, temperatura, uso anterior y edad de abandono (en el caso de los bosques secundarios), G (m^2/ha), V (m^3/ha) y crecimiento medio anual del volumen (IMAv, $m^3/ha/año$), dichos datos se organizaron en una base de datos electrónica.

La base de datos está compuesta por 324 registros provenientes de 40 referencias donde se priorizaron las zonas de vida con la mayor cantidad de registros¹ que se encuentran en nueve países de América Latina², con el fin de poder hacer la regresión lineal utilizando la zona de vida como variable de referencia del ecosistema y otras condiciones de desarrollo o intervenciones de los bosques. También fueron evaluadas para clasificar mejor los datos.

A los registros totales se les realizó un filtro por la variable de interés del área basal. Esto con el propósito de identificar las zonas de vida con mayor cantidad de datos de área basal, dando como resultado una base de datos final compuesta por 216 registros. Estos registros finales se usaron para construir las curvas de área basal por hectárea, volumen por hectárea y crecimiento en volumen por hectárea.

Para el cálculo de G , V y el IMAv, se utilizaron los siguientes supuestos y procedimientos:

- Se usa el valor de G (área basal) consignado en las publicaciones recopiladas.
- El V (volumen) se calcula mediante una operación matemática que involucra las siguientes variables: G , un factor de forma de 0.65 (representativo para fustes con forma de cono o paraboloide; CATIE, 2012; Gutiérrez *et al.*, 2013); la altura comercial (varió según la clase de edad del bosque).
- El incremento en volumen se calculó mediante el cociente del volumen total por hectárea y la edad del bosque.

Para la altura comercial (H_c) se utilizaron los valores siguientes:

- Una altura aprovechable de 8 m para bosques con edades inferiores a los 20 años,

¹ Bosque húmedo premontano (bh-P), Bosque húmedo tropical (bh-T), Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), Bosque muy húmedo premontano (bmh-P), Bosque muy húmedo tropical (bmh-T), Bosque pluvial montano bajo (bp-MB), Bosque seco tropical (bs-T).

² Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Paraguay, Perú y Venezuela

- Una altura aprovechable de 10 m para bosques con edades entre 20 y 40 años,
- Una altura de 12 m para bosques con más de 40 años de abandono.

Las alturas comerciales definidas por rango de edad del bosque se definieron utilizando la literatura cuando había datos de alturas, asimismo se revisó documentación adicional como referencia. Por ejemplo en Ecuador, hay mediciones de altura total de BS que fluctúan entre 15 y 45 m (Dörfle, 2002); Herrera *et al.* (2004), para BS en edades de 16 y 25 años en Costa Rica, se midieron alturas totales de 15.8 a 23.6 m; Brown y Lugo (1990) reportan alturas totales de entre 12 m y 35 m para BS de 4.5 a 9.5 años de abandono y 24 m para bosques de 50 años, Spittler (2002) reporta alturas para bosques secos tropicales de 12, 15 y 25 metros en bosques con edades de 15, 30 y 35 años respectivamente. Flores (2011) reporta para 10 especies en plantaciones en la Amazonía peruana, una relación entre 0.39 y 0.66 entre la altura comercial y la altura total.

Además, para todos los cálculos se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para disminuir el error en las curvas y tener una base de datos más homogénea y sin datos extremos o irregulares (*outliers*), se trabajó con un rango de datos de 3.5 desviaciones estándar del promedio (Casanoves *et al.*, 2017).
- Los datos analizados se categorizan por la edad desde el fenómeno que generó el bosque secundario (incendio, huracán, plaga) o desde el momento de abandono del uso anterior de la

tierra; generalmente la agricultura de subsistencia o la ganadería en pequeña y hasta gran escala.

- La primera clase de edad (primeros 5 años) es del período inmediato al fenómeno que produjo el cambio de uso, sea abandono o accidente natural.
- Se tomaron clases de edad de 5 años de amplitud, bajo el supuesto que los bosques secundarios son casi coetáneos por clases de edad.

Se realizó una categorización de los datos por zonas de vida³ (*sensu* Holdridge, 1987), considerando los siguientes elementos:

- La biotemperatura media anual (en escala logarítmica). En general, el método estima que el crecimiento vegetativo de las plantas sucede en un rango de temperaturas entre los 0° C y los 32° C. Así, la biotemperatura es una temperatura corregida que depende de la propia temperatura y de la duración de la estación de crecimiento. Las temperaturas por debajo de la de congelación se toman como 0° C, ya que las plantas se aletargan a esas temperaturas. Por otro lado, encima de los 32° C, el método asume que la actividad fotosintética se detiene.
- La precipitación anual en milímetros (en escala logarítmica).
- La relación de la evapotranspiración potencial (EPT). Esta es la relación entre la evapotranspiración y la precipitación media anual; se constituye en un índice de humedad que determina las provincias de humedad ("humidity provinces").

³ Se encontró información para las siguientes zonas de vida: Bosque húmedo premontano (bh-P), Bosque húmedo tropical (bh-T), Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), Bosque muy húmedo premontano (bmh-P), Bosque muy húmedo tropical (bmh-T), Bosque pluvial montano bajo (bp-MB), Bosque seco tropical (bs-T).

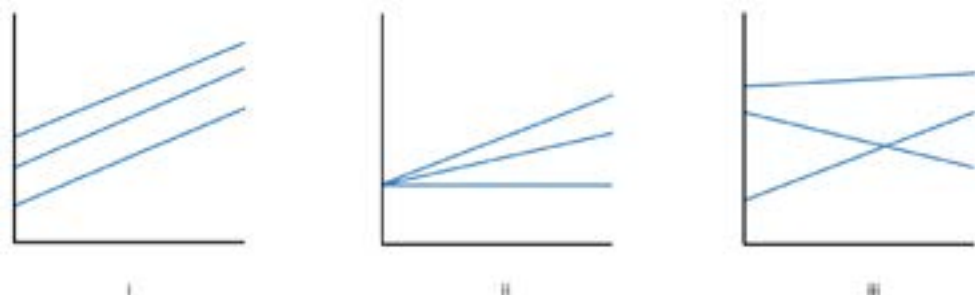
Para el análisis de los datos, se construyeron modelos de regresión con todos los valores para G y V por zona de vida utilizando como variables auxiliares la precipitación, temperatura, elevación y edad.

Utilizando la zona de vida como variable de clasificación para evaluar el efecto de las variables auxiliares sobre el área basal (G) y el volumen (V) se probaron las siguientes hipótesis tanto para área basal como para volumen: i) el crecimiento es igual en todas las zonas de vida pero presentan diferentes valores mínimos, ii) las zonas de vida presentan iguales valores mínimos y distintos valores de crecimiento, iii) las zonas de vida presentan diferentes valores mínimos y diferentes valores de crecimiento.

De manera gráfica las tres hipótesis a probar se verían tal y como representa la Figura 1.

El mejor modelo fue seleccionado utilizando los criterios AIC (Criterio de información de Akaike) y BIC (Criterio de Información Bayesiano) y gráficos diagnósticos (residuos vs predichos). Los análisis fueron realizados en el software estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2017). El uso de evaluar las relaciones de la edad con VOLT y ABT en un único modelo es la potencia en la prueba de hipótesis.

FIGURA 1:
HIPÓTESIS DIFERENCIA ZONA DE VIDA



i) Crecimiento igual, ii) Distintos valores de crecimiento, iii) Diferentes valores mínimos y de crecimiento

Resultados

La información es una referencia del probable comportamiento de las variables de producción de interés como Área Basal (G), Volumen (V) y el Incremento Medio Anual (IMA) en Volumen, debido a que a) la información es de bosques en diferentes condiciones de sitio, b) las series de tiempo no están completas, c) los bosques no presentan ningún manejo. Por ello las variables tienen comportamientos irregulares como decrecimiento en G y V en algunas de las zonas de vida; sin embargo, aprovechamos el gran conjunto de datos para derivar enunciados objetivos, conservadores y con robustez estadística.

Los resultados aquí consignados abarcan la síntesis y análisis de datos para las variables de G, V e IMA para una gama de bosques secundarios que abarcan un gradiente bioclimático desde los bosques secos tropicales hasta los bosques pluviales montano bajo (*sensu* Holdridge, 1987). En los datos a continuación solo se muestran los rangos en los que las funciones tienen validez; es decir, dónde hubo datos disponibles (Cuadro 1, pág. 12).

Valores promedio

Esta sección muestra los valores promedios obtenidos de la recopilación de datos de los documentos utilizados. En el anexo 2 se muestran la cantidad de datos por categoría diamétrica, los valores mínimos y máximos recopilados y la desviación estándar de los valores promedios.

Área basal

En general, el área basal presenta un comportamiento similar entre las zonas de vida analizadas (Figura 1). A partir de la clase de edad de 20-25 años (punto medio 22.5), el valor más bajo de la G ($19.35 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) se encontró en el bs-T y el más alto ($26.07 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) se presentó en el bp-MB (Cuadro 1).

El valor mínimo se obtuvo en bh-T a la edad de 2.5 años con $2.32 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y el máximo en el bp-MB con $46.95 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ a los 32.5 años. Los valores de G son similares a los reportados por Finegan (1992) y Piotto *et al.* (2009) y es importante iniciar intervenciones (liberación, refinamiento y raleos) desde muy temprano, al igual que como se hace en plantaciones para reducir G, mejorar la composición del bosque y estimular el crecimiento de los individuos de las especies deseadas.

Volumen

El volumen total observado en la literatura marca su mínimo en $12.04 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ a los 2.5 años para bh-T y el máximo con $298 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ a los 32.5 años en bp-MB. Considerando que una edad de cosecha podría estar entre los 22.5 y 27.5 años, el volumen total mínimo sería de $110 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ para la zona de vida bmh-MB, mientras que el volumen máximo sería de $234 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ en la zona de vida bp-MB. En todo caso, para todas las zonas de vida se muestran volúmenes satisfactorios en las diferentes clases de edad, que permiten

conseguir productos comercializables desde al menos los 20 años, cuando podrían iniciar los raleos comerciales. Aunque los datos son muy heterogéneos, parece que hay una separación de las curvas en el eje vertical (Figura 3) que es consistente con la gradiente bioclimática, pero luego se estabilizan y son muy similares conforme aumenta la edad de los bosques.

Crecimiento

Entre los 20 y los 40 años, tercera fase de desarrollo del bosque secundario (Finegan 1996), los crecimientos en general fluctúan entre los $3.26 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y los $9.96 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Cuadro 1). De manera gráfica, podemos observar que el rango de G para bosques secundarios con edades entre los 20 y 40 años está entre $15 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y $25 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ (Figura 2). La figura 3, sugiere que podemos obtener un rango de volumen aprovechable entre $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ y $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ en el mismo rango de edad. Los valores

de volumen en bosques secundarios con edades de 20 y hasta 40 años son alcanzables con incrementos medios anuales entre 4 y $8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Figura 4).

En plantaciones forestales de especies nativas o exóticas se alcanzan promedios de crecimiento 10 a $30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ o más, pero si las especies que componen el bosque secundario son maderables y de alto valor, el manejo puede ser rentable tomando en cuenta que lo estratégico es iniciar el manejo del bosque cuando se encuentra al final de la segunda etapa o durante la tercera etapa de la fase de la sucesión, es decir entre los 20 y los 40 años de abandono (Finegan, 1996).

FIGURA 2:
PROMEDIO DEL ÁREA BASAL POR HECTÁREA PARA BOSQUES SECUNDARIOS SEGÚN ZONA DE VIDA

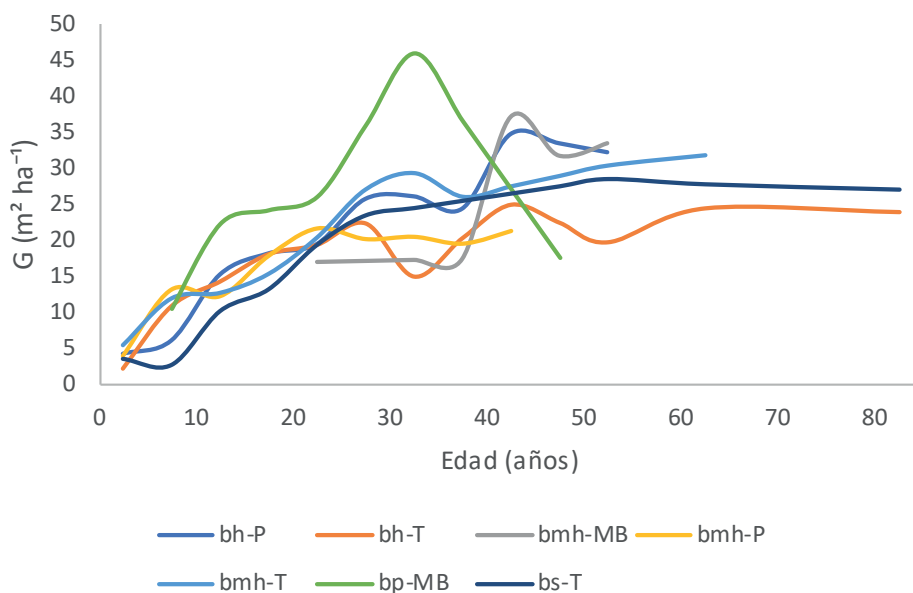


FIGURA 3:
 PROMEDIO DEL VOLUMEN POR HECTÁREA PARA BOSQUES SECUNDARIOS SEGÚN ZONA DE VIDA

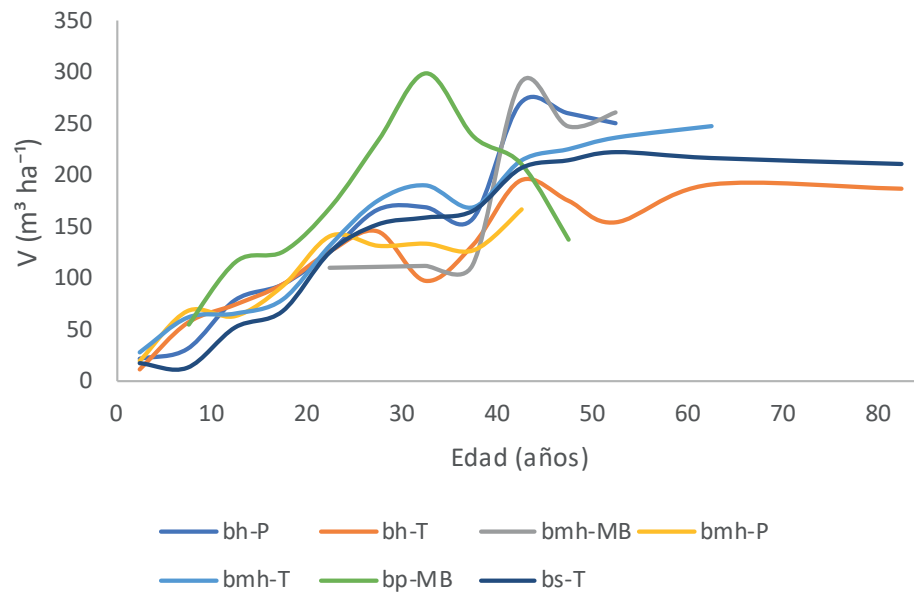
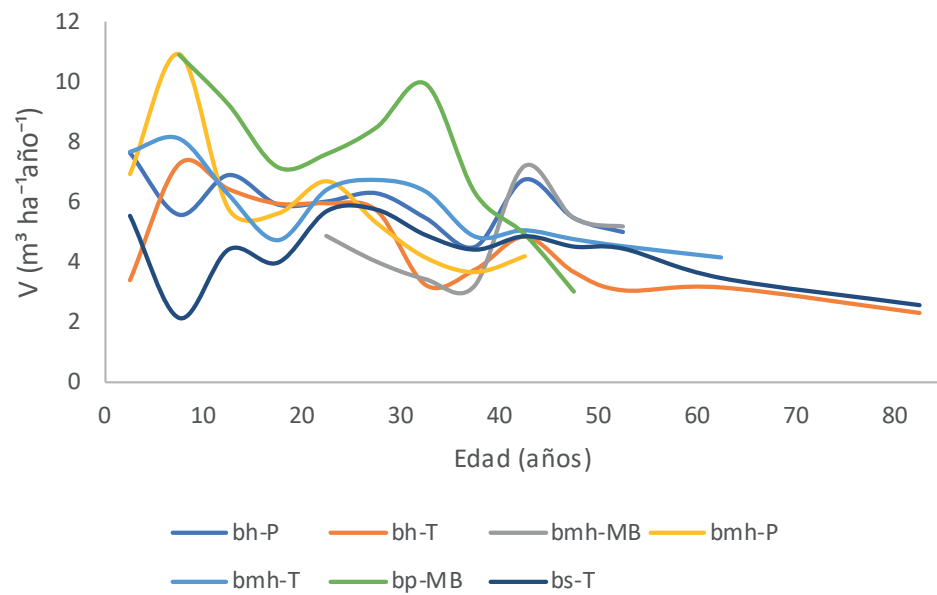


FIGURA 4:
 PROMEDIO DEL CRECIMIENTO DEL VOLUMEN POR HECTÁREA POR AÑO PARA BOSQUES SECUNDARIOS SEGÚN ZONA DE VIDA



CUADRO 1:
 PROMEDIO DEL ÁREA BASAL ($M^2 HA^{-1}$), VOLUMEN ($M^3 HA^{-1}$) E INCREMENTO EN VOLUMEN ($M^3 HA^{-1} AÑO^{-1}$) PARA BOSQUES

Categoría de edad	bh-P			Zona de vida bh-T			bmh-MB			G
	G	V	IMAv	G	V	IMAv	G	V	IMAv	
2.50	4.41	22.93	7.64	2.32	12.04	3.43				3.99
7.50	6.24	32.43	5.59	10.95	56.96	7.30				13.27
12.50	15.31	79.59	6.91	14.35	74.63	6.45				12.33
17.50	18.22	94.75	5.93	18.15	94.36	5.97				17.98
22.50	19.50	126.77	6.03	19.44	126.37	5.99	16.99	110.44	4.90	21.83
27.50	25.73	167.21	6.30	22.40	145.62	5.74	17.13	111.35	4.05	20.34
32.50	26.10	169.63	5.48	15.04	97.79	3.26	17.27	112.26	3.45	20.66
37.50	24.38	158.47	4.53	20.38	132.49	3.79	17.40	113.10	3.23	19.70
42.50	34.66	270.35	6.76	24.99	194.92	4.87	37.10	289.38	7.23	21.48
47.50	33.42	260.64	5.49	22.49	175.38	3.69	31.74	247.57	5.50	
52.50	32.17	250.93	5.02	19.80	154.44	3.09	33.46	260.99	5.22	
62.50				24.49	191.00	3.18				
82.50				23.97	186.95	2.34				

Nota: G: Área basal total, en m^2/ha , V: Volumen total, en m^3/ha (considerando sólo el volumen aprovechable), IMAv: Incremento medio anual de volumen aprovechable, en $m^3/ha/año$.

SECUNDARIOS TROPICALES SEGÚN CATEGORÍA DE EDAD Y ZONA DE VIDA

bmh-P	V	IMAv	Zona de vida			G	bp-MB			G	bs-T		
			G	V	IMAv		V	IMAv	V		IMAv		
20.72	6.92	5.58	29.02	7.70					3.52	18.28	5.54		
68.99	10.92	12.05	62.64	8.14	10.51	54.65	10.93	2.66	13.83	2.14			
64.13	5.76	12.81	66.61	6.25	22.30	115.96	9.28	10.14	52.73	4.42			
93.49	5.61	15.43	80.25	4.72	24.19	125.79	7.19	13.17	68.47	3.98			
141.90	6.68	20.47	133.02	6.43	26.07	169.46	7.63	19.35	125.78	5.70			
132.23	5.29	27.10	176.16	6.75	36.01	234.07	8.51	23.45	152.39	5.74			
134.29	4.13	29.37	190.91	6.36	45.95	298.68	9.96	24.46	158.99	4.89			
128.05	3.66	26.10	169.65	4.85	36.49	237.19	6.32	25.47	165.56	4.41			
167.57	4.19	27.54	214.81	5.05	27.03	210.83	4.96	26.48	206.54	4.86			
		28.98	226.04	4.76	17.58	137.12	3.05	27.49	214.42	4.51			
		30.42	237.28	4.52				28.50	222.30	4.45			
		31.84	248.35	4.14				27.77	216.61	3.47			
								27.03	210.83	2.57			

Comparación del crecimiento de los bosques secundarios y los bosques naturales

Aunque no hay un traslape completo entre los incrementos observados entre las zonas de vida incluidas en este estudio y el estudio de Veillón (1985), vale la pena comparar la información recopilada para bosques secundarios, con el potencial de crecimiento de los bosques húmedos tropicales disetáneos (Cuadro 2). El crecimiento neto es

“cero” en los bosques no manejados, ya que las tasas de crecimiento bruto y la mortalidad tienden a igualarse a nivel del bosque, este supuesto se basa en estimaciones de todo el sistema y no solo a nivel de parcela.

En comparación, el bosque natural bajo manejo logra crecimientos en volumen entre $0.20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y más de $7.00 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ mientras que los bosques secundarios presentan crecimientos entre $4.48 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y $7.97 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ (Cuadro 2).

CUADRO 2:
PROMEDIO DEL INCREMENTO MEDIO ANUAL DEL ÁREA BASAL Y DEL VOLUMEN PARA LOS BOSQUES NATURALES TROPICALES Y LOS BOSQUES SECUNDARIOS TROPICALES

Zona de vida	Bosque natural*		Bosque secundario	
	V**	G***	V**	G***
be-T	0.20	0.20	-	-
bh-M	3.50	0.55	-	-
bh-MB	4.00	0.45	-	0.70
bh-P	7.00	0.55	6.10	1.06
bh-SA	0.80	0.40	-	-
bh-T	7.50	0.65	5.40	0.94
bmh-MB	-	-	5.17	0.74
bmh-P	-	-	6.23	1.06
bmh-T	-	-	6.35	1.14
bms-T	2.00	0.35	-	-
bp-M	-	-	6.69	0.53
bp-MB	-	-	7.97	1.33
bp-P	-	-	6.80	-
bs-T	4.00	0.50	4.48	0.77

* Fuente: Veillón (1985).

** V: Volumen total, en m^3/ha de todas las especies presentes.

*** G: Área basal total, en m^2/ha de todas las especies presentes.

Modelos de regresión

No se encontró relación estadísticamente significativa ($p\text{-value} > 0.05$) entre la precipitación, temperatura y elevación para los valores de volumen y el área basal para las diferentes zonas de vida, esto debido a que estas variables son consideradas en la clasificación (Holdridge, 1987). El volumen y el área basal de los bosques secundarios tienden a aumentar de forma exponencial conforme aumenta la edad, el modelo de regresión presenta una relación significativa entre estas variables ($p\text{-value} < 0.05$) y explican entre el 60 y el 70% de la variación total (anexo 1 y 2).

Se ajustaron 14 ecuaciones, cada una de

ellas permite extender las inferencias a partir de los datos recopilados sobre un rango amplio de edad de bosques secundarios (Cuadro 3).

El área basal máxima se obtiene entre los 30 y los 60 años, dependiendo de la zona de vida (Figura 5). Los bosques en la zona de vida bs-T son los que alcanzan dicho nivel más tardíamente, mientras que los bosques en la mayoría de las zonas de vida restantes lo hacen alrededor de los 30 o 40 años. No parece haber diferencias en el G máximo en respuesta a la zona de vida donde crecen los bosques. Por ejemplo, la G máxima en los bs-T es mayor que la que alcanza el bh-T o el bmh-P.

CUADRO 3:
ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DEL ÁREA BASAL Y EL VOLUMEN EN BOSQUES SECUNDARIOS TROPICALES DE DIFERENTES ZONAS DE VIDA

Zona de vida	Área basal ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$)	Volumen ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)	Edad		N
			Mín	Máx	
bh-P	$G = 2.92 + (1.02 \times \text{Edad}) - (0.01 \times \text{Edad}^2)$	$V = -8.53 + (7.64 \times \text{Edad}) - (0.05 \times \text{Edad}^2)$	3	50	30
bh-T	$G = 4.22 + (0.86 \times \text{Edad}) - (0.01 \times \text{Edad}^2)$	$V = 6.85 + (6.17 \times \text{Edad}) - (0.05 \times \text{Edad}^2)$	3	80	79
bmh-MB	$G = -8.13 + (1.26 \times \text{Edad}) - (0.01 \times \text{Edad}^2)$	$V = -92.89 + (9.82 \times \text{Edad}) - (0.05 \times \text{Edad}^2)$	22	50	6
bmh-P	$G = 7.51 + (0.74 \times \text{Edad}) - (0.01 \times \text{Edad}^2)$	$V = 22.44 + (5.75 \times \text{Edad}) - (0.05 \times \text{Edad}^2)$	2	40	35
bmh-T	$G = 2.88 + (1.03 \times \text{Edad}) - (0.01 \times \text{Edad}^2)$	$V = -4.55 + (7.45 \times \text{Edad}) - (0.05 \times \text{Edad}^2)$	3	60	39
bp-MB	$G = 15.01 + (0.67 \times \text{Edad}) - (0.01 \times \text{Edad}^2)$	$V = 71.86 + (5.30 \times \text{Edad}) - (0.05 \times \text{Edad}^2)$	5	45	8
bs-T	$G = -0.73 + (1.02 \times \text{Edad}) - (0.01 \times \text{Edad}^2)$	$V = -19.45 + (7.11 \times \text{Edad}) - (0.05 \times \text{Edad}^2)$	1	82	19

Esto sugiere que los controles bioclimáticos no son los únicos que determinan el potencial de crecimiento máximo de los bosques secundarios.

Las curvas de volumen acumulado por hectárea muestran comportamientos diferentes según la zona de vida y la edad del bosque (Figura 6). En el bmh-MB el volumen acumulado muestra un comportamiento ascendente acelerado con la edad del bosque. Por otro lado, el bh-P, bmh-T y el bs-T alcanzan un nivel máximo de V entre 200-250 m³ ha⁻¹ después de los 50 años y se estabilizan. Las restantes zonas de vida alcanzan un V máximo aproximadamente a los 30-40 años y posteriormente éste disminuye. Esto último sugiere que la edad óptima para el aprovechamiento de los bosques secundarios en esas zonas de vida no debe sobrepasar dichas edades.

El crecimiento anual del V presenta comportamiento similar entre las zonas de vida analizadas, disminuyendo casi linealmente desde alrededor de los 6 m³ ha⁻¹ a partir de los 10 años de abandono hasta aproximadamente los 4 m³ ha⁻¹ entre los 40 y 50 años de abandono (Figura 7). Solo los bosques secundarios del piso montano bajo (bp-MB y bmh-MB) y los del bs-T presentan comportamientos exponenciales opuestos (decreciente y creciente respectivamente) entre los 10 y los 30 años. Esto podría deberse a la dinámica contrastante de la regeneración en estos bosques, en los pisos montanos, suele haber una densidad muy alta de individuos durante el establecimiento de la regeneración, contrario a lo que sucede en el bs-T, donde la colonización de un sitio abandonado es gradual.

FIGURA 5:
CURVAS DEL ÁREA BASAL POR HECTÁREA PARA BOSQUES SECUNDARIOS SEGÚN ZONA DE VIDA

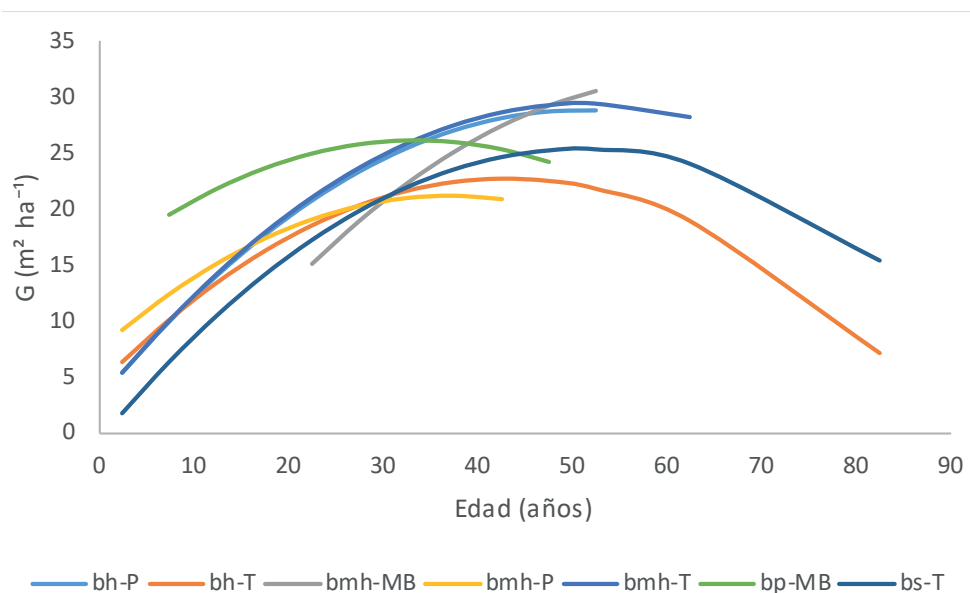


FIGURA 6:
CURVAS DEL VOLUMEN POR HECTÁREA EN BOSQUES SECUNDARIOS SEGÚN ZONA DE VIDA

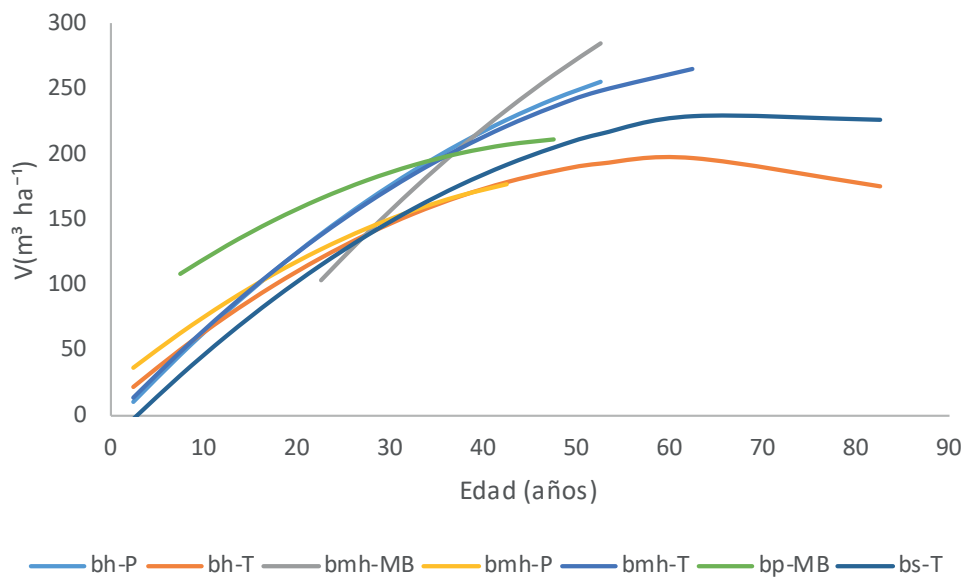
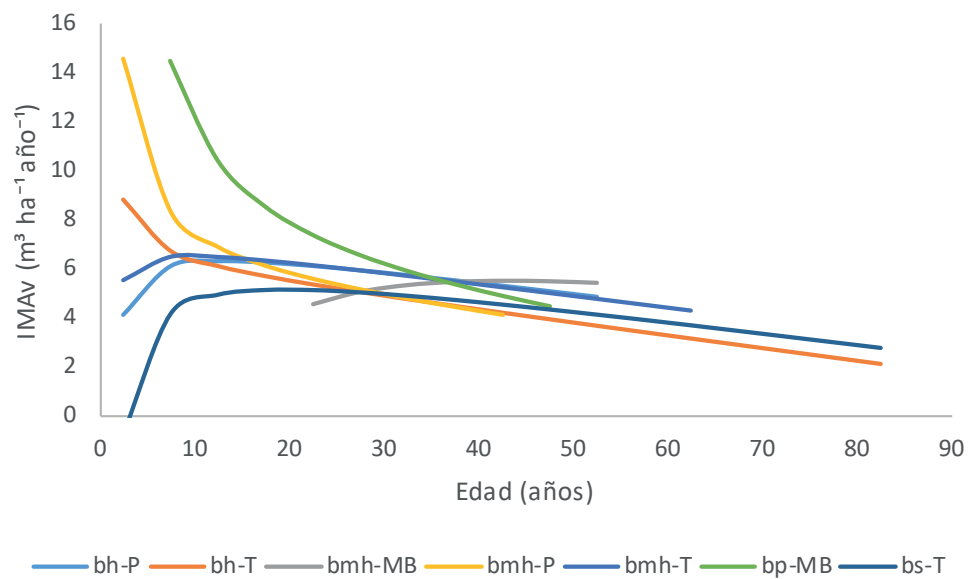


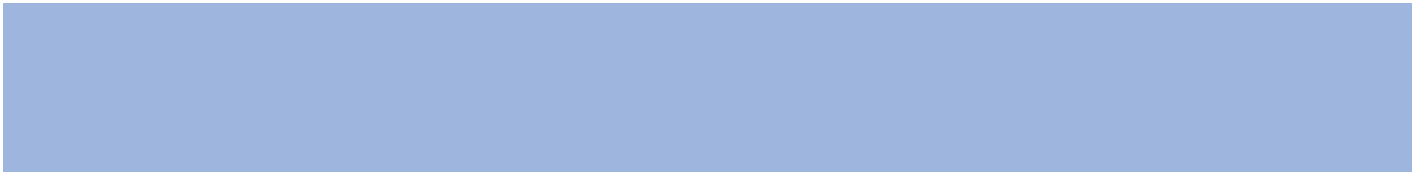
FIGURA 7:
CURVAS DE CRECIMIENTO DEL VOLUMEN POR HECTÁREA POR AÑO PARA BOSQUES SECUNDARIOS DE DIFERENTES ZONAS DE VIDA



CUADRO 4:
VALORES OBTENIDOS DE ÁREA BASAL POR HECTÁREA Y VOLUMEN POR HECTÁREA PARA BOSQUES SECUNDARIOS TROPICALES,

Categoría de edad	bh-P			Zona de vida bh-T			bhm-MB			G
	G	V	IMAv	G	V	IMAv	G	V	IMAv	
2.50	5.41	10.26	4.10	6.31	21.96	8.79				9.30
7.50	10.01	45.96	6.13	10.11	50.31	6.71				12.50
12.50	14.11	79.16	6.33	13.41	76.16	6.09				15.20
17.50	17.71	109.86	6.28	16.21	99.51	5.69				17.40
22.50	20.81	138.06	6.14	18.51	120.36	5.35	15.16	102.75	4.57	19.10
27.50	23.41	163.76	5.95	20.31	138.71	5.04	18.96	139.35	5.07	20.30
32.50	25.51	186.96	5.75	21.61	154.56	4.76	22.26	173.45	5.34	21.00
37.50	27.11	207.66	5.54	22.41	167.91	4.48	25.06	205.05	5.47	21.20
42.50	28.21	225.86	5.31	22.71	178.76	4.21	27.36	234.15	5.51	20.90
47.50	28.81	241.56	5.09	22.51	187.11	3.94	29.16	260.75	5.49	
52.50	28.91	254.76	4.85	21.81	192.96	3.68	30.46	284.85	5.43	
62.50				18.91	197.16	3.15				
82.50				7.11	175.56	2.13				

Nota: G: Área basal total, en m²/ha, V: Volumen total, en m³/ha (considerando sólo el volumen aprovechable), IMAv: Incremento medio anual de volumen aprovechable, en m³/ha/año.



CALCULADOS UTILIZANDO LAS ECUACIONES DEL MODELO DE REGRESIÓN PARA SIETE ZONAS DE VIDA

bmh-P		Zona de vida			bmh-MB			bs-T		
V	IMAv	G	V	IMAv	G	V	IMAv	G	V	IMAv
36.50	14.60	5.39	13.76	5.51				1.76	0.00	0.00
62.75	8.37	10.04	48.51	6.47	19.47	108.80	14.51	6.36	31.06	4.14
86.50	6.92	14.19	80.76	6.46	21.82	130.30	10.42	10.46	61.61	4.93
107.75	6.16	17.84	110.51	6.32	23.67	149.30	8.53	14.06	89.66	5.12
126.50	5.62	20.99	137.76	6.12	25.02	165.80	7.37	17.16	115.21	5.12
142.75	5.19	23.64	162.51	5.91	25.87	179.80	6.54	19.76	138.26	5.03
156.50	4.82	25.79	184.76	5.69	26.22	191.30	5.89	21.86	158.81	4.89
167.75	4.47	27.44	204.51	5.45	26.07	200.30	5.34	23.46	176.86	4.72
176.50	4.15	28.59	221.76	5.22	25.42	206.80	4.87	24.56	192.41	4.53
		29.24	236.51	4.98	24.27	210.80	4.44	25.16	205.46	4.33
		29.39	248.76	4.74				25.26	216.01	4.11
		28.19	265.76	4.25				23.96	229.61	3.67
								15.36	226.81	2.75



Consideraciones finales

Los datos de la búsqueda bibliográfica más los datos de las parcelas se utilizaron para obtener un rango de valores promedio de referencia por zona de vida para las variables de interés, este tipo de datos presentan deficiencias al ser utilizados como un parámetro para explicar el crecimiento de los bosques, ya que son afectados por los valores extremos encontrados en las publicaciones que obedecen a condiciones específicas del sitio o del manejo. Para evitar esto se realizaron ajustes utilizando modelos de regresión por zona de vida, los principales hallazgos de este ejercicio son:

- Los bosques con edad de 20 años que presentaron la menor área basal fueron los ubicados en la zona de vida bosque tropical seco, este es un resultado esperable, ya que estas zonas tienen condiciones más difíciles para los individuos jóvenes como baja precipitación y épocas de sequía que afecta el crecimiento.
- En los bosques pluviales montañosos bajos de 20 años se encontraron las mayores áreas basales registradas al contrario de los bosques secos, ya que estos tienen mejores condiciones de precipitación y humedad que favorece este comportamiento.
- Los bosques de 20 a 40 años presentan áreas basales entre $15 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ y $20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$.
- Para los bosques en el rango de edad 20 a 40 es posible encontrar volúmenes cosechables entre $100 - 150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ sin encontrar diferencias significativas por zona de vida, indicando que los bosques secundarios maduros son estables en

condiciones indistintamente del sitio o manejo previo.

- En el caso de los bosques mayores a 40 años los volúmenes cosechables son de $150 - 200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, en estos datos tampoco se detectaron diferencias significativas por zona de vida.
- El crecimiento en volumen para los bosques en fases iniciales alrededor de los 10 años se presenta una tasa de crecimiento alta que cuando el bosque alcanza la madurez disminuye este comportamiento.
- Los bosques con crecimiento muy bajo no deberían intervenir y dejar que se recuperen algún día en algo similar al bosque original. Una alternativa, que requeriría inversión adicional, sería intervenirlos con técnicas silviculturales de enriquecimiento y liberación, entre otras, para promover una mayor dinámica, crecimiento y eventual rendimiento.

El estudio es un punto de partida para diseñar sistemas de intervención silviculturales más consientes en la dinámica de los bosques y en la potencialización de las variables productivas. Los hallazgos abren sobre el potencial económico de los bosques, ya que es posible realizar tratamientos silvícolas que permitirán acelerar la dinámica de crecimiento sucesional del bosque, con resultados más favorables en términos de G, V y de IMAv (Hutchinson, 1993; Teixeira, 1993; Hutchinson y Wadsworth; 2005). Para el manejo basado en objetivos es primordial entender mejor las dinámicas de las variables de interés.

Referencias

- Alves, D; Vianeí, J; Amaral, S; Mello, E; Almeida, S; Fernandes, O; Silveira, A. 1997. Biomass of primary and secondary vegetation in Rondônia, Western Brazilian Amazon. *Global Change Biology* 3: 451-461.
- Brown, S. Lugo, A. 1990. Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology* 6:1-32.
- Casanoves, F.; Cifuentes Jara, M.; Chacón, M. (eds.) 2017. Manual de buenas prácticas para la recolección, manejo y análisis de datos para la estimación de carbono en Inventarios Nacionales Forestales. Serie Técnica, Informe Técnico. En prensa. 103p.
- CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza). 2012. Producción de madera en sistemas agroforestales de Centroamérica. Detlefsen, G; Somarriba, E (eds). Turrialba, Costa Rica. 244 p.
- Chokkalingam, u; de Jong, W; Smith, J; Sabogal, C. 2001. A conceptual framework for the assessment of tropical secondary forest dynamics and sustainable development potential in Asia. *Journal of Tropical Forest Science* 13(4): 577-600.
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Dörfle, M. 2002. Árboles de bosque secundario en la comunidad Challua-Yaku en la vía Hollín- Loreto. Proyecto Gran Sumaco. 32 p. <https://wolfweb.unr.edu/~ldyer/classes/396/EcuadorTrees.pdf>
- Finegan, B. 1992. El potencial de manejo de los bosques húmedos secundarios neotropicales de las tierras bajas. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales, 188 (5).
- Finegan, B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forest: the first 100 years of succession. *Trend in Ecology and Evolution* 11(3): 129-123.
- Finegan, B., Delgado, D. 2000. Structural and floristic heterogeneity in a 30 year old Costa Rican rain forest restored on pasture through natural secondary succession. *Restoration Ecology* 8(4): 380-393.
- Flores, Y. 2011. Crecimiento y productividad de plantaciones forestales en la Amazonía Peruana. INIA, U. de La Molina, ICRAF, INCAGRO.
- Gutiérrez, E; Moreno, R; Villota, N. 2013. Guía de cubicación de madera. s.l. s.e. s.p. (44 p.)
- Henao, E; Ordóñez, Y; de Camino, R; Villalobos, R; Carrera, F. 2015. El bosque secundario en Centroamérica Un recurso potencial de uso limitado por procedimientos y normativas inadecuadas. Serie técnica. Boletín técnico no.77 .CATIE. 44 p.
- Herrera, B; Campos, J; Klein, C. 2004 .Site productivity estimation using height-diameter relationships in Costa Rican secondary forests. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 13(2): 295-303.
- Holdridge, L. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San Jose, Costa Rica: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
- Hutchinson, I, Wadsworth, F. 2005. Efectos de la liberación en un bosque secundario de Costa Rica. *Recursos Naturales y Ambiente* 46-47:152-157.
- Hutchinson, I. 1993. Silvicultura y manejo en un bosque secundario tropical: caso Pérez Zeledón, Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana*: febrero-abril: 13-18.
- López, M; de Koning, F; Paredes, H; Benítez, P. 2002. Estimación de carbono en biomasa de bosques secundarios y plantaciones forestales en el Noroccidente de Ecuador. Alemania, GTZ. 34 p.
- Piotto, D., Montagnini, F., Thomas, W., Ashton, M., Oliver, C. 2009. Forest recovery after swidden cultivation across a 40-year chronosequence in the Atlantic forest of southern Bahia, Brazil. *Plant Ecology* 205(261). Doi: 10.1007/s11258-009-9615-2
- Smith, J; Sabogal, C; de Jong, W; Kaimowitz, D. 1997. Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. CIFOR. 31 p.
- Spittler, P. 2001. Potencial de manejo de los bosques secundarios en la zona seca del noroeste de Costa Rica. *Investigación de bosques tropicales*. GTZ. 115 p.
- Teixeira, C. 1993. Respuesta a la intervención silvicultural de un bosque secundario en el sur de Costa Rica. Caso de la Finca Seis de ALCOA/IDA/COOPEMADEREROS R.L. Tesis de maestría. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 94 p.
- Valencia, R; Condit, R; Muller, H; Hernández, C; Navarrete, H. 2009. Dissecting biomass dynamics in a large Amazonian forest plot. *Journal of Tropical Ecology* 25:473-482. Doi: 10.1017/S0266467409990095
- Vargas, R; Allen, M; Allen, E. 2008. Biomass and carbon accumulation in a fire chronosequence of a seasonally dry tropical forest. *Global Change Ecology* 14:109-124. Doi: 10.1111/j.1365-2486.2007.01462.x
- Veillon, J. 1985. El crecimiento de algunos bosques naturales de Venezuela en relación con los parámetros del medio ambiente. *Rev. Forest. Venez.*29: 5-122.

Índice de cuadros, figuras y anexos

Índice de cuadros

Página

- 12 **Cuadro 1:** Promedio del área basal ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$), volumen ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$) e incremento en volumen ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{año}^{-1}$) para bosques secundarios tropicales según categoría de edad y zona de vida
- 14 **Cuadro 2:** Promedio del incremento medio anual del área basal y del volumen para los bosques naturales tropicales y los bosques secundarios tropicales
- 15 **Cuadro 3:** Ecuaciones para el cálculo del área basal y el volumen en bosques secundarios tropicales de diferentes zonas de vida
- 18 **Cuadro 4:** Valores obtenidos de área basal por hectárea y volumen por hectárea para bosques secundarios tropicales, calculados utilizando las ecuaciones del modelo de regresión para siete zonas de vida

Índice de figuras

Página

- 10 **Figura 1:** Hipótesis diferencia zona de vida
- 10 **Figura 2:** Promedio del área basal por hectárea para bosques secundarios según zona de vida
- 11 **Figura 3:** Promedio del volumen por hectárea para bosques secundarios según zona de vida
- 11 **Figura 4:** Promedio del crecimiento del volumen por hectárea por año para bosques secundarios según zona de vida
- 16 **Figura 5:** Curvas del área basal por hectárea para bosques secundarios según zona de vida
- 17 **Figura 6:** Curvas del volumen por hectárea para bosques secundarios según zona de vida
- 18 **Figura 7:** Curvas de crecimiento del volumen por hectárea por año para bosques secundarios de diferentes zonas de vida

Índice de anexos

Página

- 24 **Anexo 1:** Características del modelo de regresión para bosques secundarios tropicales según zona de vida
- 24 **Anexo 2:** Coeficientes de determinación parciales para las ecuaciones de regresión del área basal por hectárea y volumen por hectárea para bosques secundarios tropicales
- 25 **Anexo 3:** Resumen de los datos recopilados de las publicaciones

Anexos

ANEXO 1: CARACTERÍSTICAS DEL MODELO DE REGRESIÓN PARA BOSQUES SECUNDARIOS TROPICALES SEGÚN ZONA DE VIDA

Variable	Área basal (G)	Volumen (V)
Unidad de medición	m ² ha ⁻¹	m ³ ha ⁻¹
Área de aplicación	Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Paraguay, Perú y Venezuela	Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Paraguay, Perú y Venezuela
Edad	Menos de 5 años hasta 85 años	Menos de 5 años hasta 85 años
Sistema de clasificación	Sistema de zonas de vida de Holdridge	Sistema de zonas de vida de Holdridge
Tamaño de la muestra	216 registros	216 registros
R²	0.57	0.70
AIC	1385.35	2120.38
BIC	1458.02	2193.05
Software	InfoStat (versión 2017)	InfoStat (versión 2017)

ANEXO 2: COEFICIENTES DE DETERMINACIÓN PARCIALES PARA LAS ECUACIONES DE REGRESIÓN DEL ÁREA BASAL POR HECTÁREA Y VOLUMEN POR HECTÁREA PARA BOSQUES SECUNDARIOS TROPICALES

Zona de vida	Área basal (G)	Volumen (V)	N
bh-P	0.74	0.85	30
bh-T	0.46	0.66	79
bmh-MB	0.69	0.71	6
bmh-P	0.25	0.37	35
bmh-T	0.71	0.77	39
bp-MB	0.30	0.36	8
bs-T	0.81	0.86	19

ANEXO 3:
RESUMEN DE LOS DATOS RECOPIRADOS DE LAS PUBLICACIONES

Zona de Vida	Variable	Parámetro	Categoría de edad												
			0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	60-65	80-85
bh-P	G	n	1	3	6	5	7	2	3	1	1	1	1		
		Min	4,41	3,20	6,93	9,10	16,02	23,93	25,05	24,38	34,66	33,42	32,17		
		Max	4,41	9,68	25,33	26,51	25,46	27,52	26,71	24,38	34,66	33,72	32,17		
		Desv		3,26	6,00	6,21	3,55	2,54	0,91						
	V	n	1	3	6	5	7	2	3	1	1	1	1		
		Min	22,93	16,64	36,04	47,32	104,13	155,55	162,83	158,47	270,35	260,64	250,93		
		Max	22,93	50,34	131,72	137,85	165,49	178,88	173,62	158,47	270,35	260,64	250,93		
		Desv		16,95	31,22	32,27	23,10	16,50	5,92						
	IMAv	n	1	3	6	5	7	2	3	1	1	1	1		
		Min	7,64	3,33	3,60	3,15	4,59	5,98	5,09	4,53	6,76	5,49	5,02		
		Max	7,64	8,39	10,54	7,26	8,27	6,63	5,75	4,53	6,76	5,49	5,02		
		Desv		2,57	2,63	1,61	1,28	0,45	0,35						
bh-T	G	n	5	10	14	13	10	6	5	3	5	1	1	3	4
		Min	0,26	6,35	5,62	11,71	14,45	11,37	11,70	19,61	14,67	22,49	19,80	17,68	22,31
		Max	6,32	14,54	20,16	34,79	28,40	35,72	21,01	21,47	36,30	22,49	19,80	31,04	26,44
		Desv	2,40	2,97	3,87	6,26	4,08	8,10	3,53	0,97	8,12			6,68	1,77
	V	n	5	10	14	13	10	6	5	3	5	1	1	3	4
		Min	1,35	33,02	29,22	60,89	93,93	73,91	76,05	127,47	114,43	175,38	154,44	137,90	174,02
		Max	32,86	75,61	104,83	180,91	184,60	232,18	136,57	139,56	283,14	175,38	154,44	242,11	206,23
		Desv	12,51	15,46	20,14	32,54	26,54	52,66	22,94	6,30	63,30			52,13	13,85
	IMAv	n	5	10	14	13	10	6	5	3	5	1	1	3	4
		Min	0,45	5,11	2,25	4,06	4,70	2,96	2,54	3,64	2,86	3,69	3,09	2,30	2,18
		Max	9,39	9,95	9,77	12,06	7,69	9,29	4,55	3,99	7,08	3,69	3,09	4,04	2,58
		Desv	3,53	1,68	1,82	2,14	0,93	2,17	0,76	0,18	1,58			0,87	0,17
bmh-MB	G	n					2	1	1	1	1	1	1		
		Min					15,80	17,13	17,27	17,40	37,10	31,74	33,46		
		Max					18,18	17,13	17,27	17,40	37,10	31,74	33,46		
		Desv					1,68								
	V	n					2	1	1	1	1	1	1		
		Min					102,70	111,35	112,26	113,10	289,38	247,57	260,99		
		Max					118,17	111,35	112,26	113,10	289,38	247,57	260,99		
		Desv					10,94								
	IMAv	n					2	1	1	1	1	1	1		
		Min					4,67	4,05	3,45	3,23	7,23	5,50	5,22		
		Max					5,14	4,05	3,45	3,23	7,23	5,50	5,22		
		Desv					0,33								

Zona de Vida	Variable	Parámetro	Categoría de edad												
			0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	60-65	80-85
bmh-P	G	n	2	3	3	8	11	3	1	2	3				
		Min	1,80	10,10	10,22	5,01	9,03	13,30	20,66	18,20	11,91				
		Max	6,17	18,70	14,30	37,71	31,97	30,12	20,66	21,20	37,40				
		Desv	3,09	4,73	2,04	11,35	5,64	8,74		2,12	13,88				
	V	n	2	3	3	8	11	3	1	2	3				
		Min	9,36	52,52	53,14	26,05	58,70	86,45	134,29	118,30	92,90				
		Max	32,08	97,24	74,36	196,09	207,81	195,78	134,29	137,80	291,72				
		Desv	16,07	24,58	10,63	59,01	36,63	56,79		13,79	108,25				
	IMAv	n	2	3	3	8	11	3	1	2	3				
		Min	4,68	10,50	5,19	1,74	2,93	3,46	4,13	3,38	2,32				
		Max	9,17	11,44	6,76	12,26	9,90	7,83	4,13	3,94	7,29				
		Desv	3,17	0,48	0,87	3,58	1,68	2,27		0,39	2,71				
bmh-T	G	n	3	5	10	7	4	7	1	1	1	1	1	1	
		Min	3,79	9,29	4,30	13,12	18,40	18,67	29,37	26,10	27,54	28,98	30,42	31,84	
		Max	8,60	15,10	21,40	17,42	22,29	37,35	29,37	26,10	27,54	28,98	30,42	31,84	
		Desv	2,63	2,55	5,60	1,74	1,63	6,99							
	V	n	3	5	10	7	4	7	1	1	1	1	1	1	
		Min	19,71	48,31	22,36	68,22	119,60	121,36	190,91	169,65	214,81	226,04	237,28	248,35	
		Max	44,72	78,52	111,28	90,58	144,89	242,78	190,91	169,65	214,81	226,04	237,28	248,35	
		Desv	13,68	13,28	29,11	9,07	10,62	45,47							
	IMAv	n	3	5	10	7	4	7	1	1	1	1	1	1	
		Min	5,63	6,04	2,24	4,01	5,94	4,49	6,36	4,85	5,05	4,76	4,52	4,14	
		Max	9,94	9,82	11,13	5,36	7,24	9,71	6,36	4,85	5,05	4,76	4,52	4,14	
		Desv	2,16	1,40	2,80	0,43	0,61	1,79							
bp-MB	G	n		1	1	1	4	1	1	1	1	1			
		Min		10,51	22,30	24,19	22,33	36,01	45,95	36,49	27,03	17,58			
		Max		10,51	22,30	24,19	32,01	36,01	45,95	36,49	27,03	17,58			
		Desv					4,15								
	V	n		1	1	1	4	1	1	1	1	1			
		Min		54,65	115,96	125,79	145,15	234,07	298,68	237,19	210,83	137,12			
		Max		54,65	115,96	125,79	208,07	234,07	298,68	237,19	210,83	137,12			
		Desv					26,98								
	IMAv	n		1	1	1	4	1	1	1	1	1			
		Min		10,93	9,28	7,19	6,31	8,51	9,96	6,32	4,96	3,05			
		Max		10,93	9,28	7,19	10,40	8,51	9,96	6,32	4,96	3,05			
		Desv					1,87								

		Categoría de edad													
Zona de Vida	Va-riable	Pará-metro	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	60-65	80-85
bs-T	G	n	2	2	5	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1
		Min	0,17	1,12	6,10	4,29	16,59	21,07	24,46	25,47	26,48	27,49	28,50	27,77	27,03
		Max	6,86	4,20	14,56	22,22	21,03	25,82	24,46	25,47	26,48	27,49	28,50	27,77	27,03
		Desv	4,73	2,18	3,26	8,97	2,41	3,36							
	V	n	2	2	5	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1
		Min	0,88	5,82	31,72	22,31	107,84	136,96	158,99	165,56	206,54	214,42	222,30	216,61	210,83
		Max	35,67	21,84	75,71	115,54	136,70	167,83	158,99	165,56	206,54	214,42	222,30	216,61	210,83
		Desv	24,60	11,33	16,97	46,62	15,66	21,83							
	IMAv	n	2	2	5	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1
		Min	0,88	0,65	3,17	1,31	5,14	5,27	4,89	4,41	4,86	4,51	4,45	3,47	2,57
		Max	10,19	3,64	5,82	6,42	6,04	6,22	4,89	4,41	4,86	4,51	4,45	3,47	2,57
		Desv	6,58	2,12	1,24	2,56	0,50	0,67							

Aviso

Concepción y Diseño: FCCF - Jennifer Popescu-Urbain
 Autores: Jean Pierre Morales, Miguel Cifuentes, Juan José Serrano, Ronnie de Camino

© Images: LMDf // CATIE
 © CATIE – Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

2019 - All rights reserved

