

La dinámica de la agricultura y el aprovechamiento tradicional de los ecosistemas forestales del trópico seco, han originado pequeños y medianos fragmentos de barbechos o “bosques secundarios de barbecho” lo que podría generar beneficios a los dueños de estas áreas manejándolo adecuadamente. Varios autores convergen en que la información sobre dinámica se ha enfocado en el conocimiento de especies de interés económico en bosques productivos del trópico húmedo; por el contrario, la información sobre el bosque seco tropical carece de un nivel de detalle; por lo que se ha identificado la necesidad de que esta vaya mas allá de un simple censo o descripción de la estructura poblacional (Citar los autores).

Estudios de dinámica del bosque tropical abarca fundamentalmente aspectos de mortalidad, reclutamiento y el crecimiento de los árboles; es decir, se investiga las variaciones y fluctuaciones en la densidad y ciertos procesos de desarrollo dentro de la población en un periodo determinado, tomando como punto de partida los mecanismos ecológicos que gobiernan el ecosistema forestal (Noguera-Talavera *et al.*, 2002).

La utilidad de estudios de dinámica se relaciona al entendimiento de la magnitud del cambio en el tiempo en las poblaciones vegetales que constituyen el recurso forestal; lo que a la vez es aplicable al desarrollo de sistemas de manejo para la producción y/o conservación del mismo. El objetivo de este estudio es dar pautas de manejo a través de estudio de la dinámica de dos comunidades de bosque seco secundario en diferentes estado sucesionales en una localidad del trópico seco de Nicaragua.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos comarcas del Municipio de Nandaime. Dichas comarcas, La Chipopa y La Zorra, se encuentran a 10 y 13 km respectivamente de Nandaime.

En el área de estudio se presentan promedios anuales de precipitación y temperatura de 1 444 mm y 27°C, respectivamente. La vegetación en el área es clasificada como una formación de bosque tropical seco deciduo. La altitud varía entre 92 y 167 metros sobre el nivel del mar. Los suelos existentes en el área son principalmente vertisoles y alfisoles, originados de material volcánico y roca básica del terciario. La textura del suelo va de arcillosa a franco arcillosa con pH de 7 (Castro *et al.*, 2005).

Diseño y recolección de datos. En el año 2006, se instaló cinco parcelas de muestreo permanente (PMP), las cuales fueron divididas en cuadrículas de 25 m x 25 m, para una mejor localización de los árboles; los extremos

y centro de las parcelas fueron señalados con varillas de hierro, que previamente fueron pintadas con pintura roja de aceite. En cada parcela permanente, los árboles se marcaron con placas de aluminio y se midieron los diámetros de individuos iguales o mayores de 5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), marcándose con pintura roja de aceite el punto de medición del diámetro con el fin de conservar el mismo punto en futuras mediciones; además, se identificaron todas las especies presentes en las parcelas.

Adicionalmente se realizó una estimación visual de los valores de altura para los individuos dentro de las parcelas; por lo que el valor en volumen presentado corresponde a una estimación del volumen medio de toda la masa por sitio.

A partir del centro de la parcela y de manera aleatoria, se seleccionó una subparcela de 10 m x 10 m, para el monitoreo de la abundancia y riqueza de los individuos pertenecientes a la categoría latizal bajo (> 1.5 m altura ≤ 4.9 cm DAP); dentro de cada subparcela se delimitó un área de 5 m x 5 m para el registro de la abundancia y riqueza de la categoría brinzal (0.3m ≥ altura < 1.5m).

En el año 2007, se realizó una segunda medición de las mismas variables anotadas durante la instalación de las parcelas en 2006. Esta información permitió observar el cambio y medir la proporción de este a nivel de las comunidades estudiadas.

Análisis de datos. La diversidad y similitud florística entre sitios fueron determinadas a través del uso de los índices de diversidad Shannon-Wiener y Jaccard.

La representatividad de las especies en la estructura del área es presentada para el periodo de estudio (2006 – 2007) en términos del número de árboles por hectárea ($N \text{ ha}^{-1}$) y el área basal ($\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$), y su distribución por categoría diamétrica con intervalos de 5 centímetros.

El cambio medio anual fue calculado a partir de los parámetros demográficos reclutamiento, pérdida en área basal, incremento y ganancia en área basal. La tasa anual de los parámetros mortalidad (m), reclutamiento (r), pérdida en área basal (l), ganancia (g) e incremento (i); fueron estimados usando un modelo exponencial de cambios en tiempos continuos empleado por Castro *et al.*, 2005 y Uslar *et al.*, 2003.

$$m = \frac{\ln N_{06} - \ln N_s}{T}$$

$$r = \frac{\ln N_{00} - \ln N_s}{T}$$

Donde: N_{06} es el número de individuos registrados en 2006, N_s es el número de individuos vivos en el 2007 ($N_s = N_{06}$ - número de individuos muertos durante el periodo evaluado), $N_{00} = N_s +$ número de tallos reclutados durante el periodo de tiempo evaluado (t).

$$l = \frac{\ln BA_{06} - \ln Bas_{06}}{T}$$

$$g = \frac{\ln BA_{00} - \ln Bas_{06}}{T}$$

$$i = \frac{\ln Bas_{07} - \ln Bas_{06}}{T}$$

Donde: BA_{06} es el área basal de los individuos registrados en 2006; Bas_{06} es el área basal que tenían en 2006 los individuos vivos en 2007; Bas_{07} es el área basal en 2007 de los todos los individuos vivos en el 2007; $BA_{00} = Bas_{07} +$ el área basal de los individuos reclutados en el 2007. Pruebas estadísticas fueron realizadas para determinar la significancia en cuanto a las diferencias en los parámetros y variables de las poblaciones entre los sitios y el tiempo del estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características estructurales y composición florística de cada sitio de estudio. Estructuralmente, ambos sitios presentan similitud en cuanto al valor medio en diámetro y altura de toda la masa boscosa. Las mayores diferencias estructurales se manifiestan en los valores de área basal y volumen. El sitio de 16 años es el de más altos valores para estos parámetros; presentando aproximadamente el doble del área basal y 30% más del volumen en comparación al sitio de 11 años (Tabla 1).

Esta tendencia es reportada en Redondo *et al.*, (2001), quienes argumentan que las diferencias se deben básicamente a la edad de la sucesión; en donde se registran un número importante de especies que presentan estrategias de reproducción “r”.

La composición de arbóreas por sitio es similar en cuanto al número de especies. En este sentido, la composición de especies entre sitios mantuvo los mismos valores en relación a la similitud florística durante el periodo de estudio; siendo según el índice de Jaccard 47 el porcentaje de especies comunes entre sitios. Sin embargo, la riqueza y diversidad de especies fue mayor en el sitio de 11 años (45 sp.; $H' = 2.88$ - sitio 16 años 42 sp.; $H' = 2.44$), lo que contradice los resultados obtenidos por Redondo *et al.*, (2001) quienes concluyeron que a medida que aumenta la edad del bosque hay una mayor diversidad florística.

Cambio en abundancia y área basal por edad de la sucesión. Fue registrada una abundancia media total de 1307 individuos por hectárea en 2006; en la segunda medición este valor disminuyó a 1251 tallos por hectárea. Por sitio, la abundancia fue diferente, siendo ligeramente superior en el sitio de 16 años en la primera medición, y mayor en el sitio de 11 años durante la segunda medición. Estos valores de abundancia coinciden con los reportados por Redondo *et al.*, (2001) en bosques secundarios cuyo uso anterior del suelo fue pastos para ganadería.

El incremento porcentual en abundancia para cada comunidad fue de 2% en el sitio de 11 años; mientras el bosque de barbecho de 16 años no experimentó incremento alguno. Ambos valores están dentro del rango de aumento poblacional reportados para bosques secundarios tanto húmedos como secos en la región Centroamericana.

El análisis del cambio en abundancia por categoría diamétrica mostró una ligera disminución en la primera clase diamétrica y se mantuvo igual en las subsiguientes categorías.

Tabla 1. Características estructurales de dos sitios con bosque seco secundario, en dos comunidades del Suroeste de Nicaragua

Edad de la Sucesión	Dap promedio (cm)		H (m) Promedio		Area Basal (m ²)		Area Basal m ² ha ⁻¹		Volumen (m ³)	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007			2006	2007
Bosque 11 años	7.2	7.6	8.8	8.8	4.1	4.7	8.6		30.0	35.8
Bosque 16 años	7.8	8.0	7.5	7.7	7.5	8.2	10.4		49.0	55.8

El parámetro área basal en los dos sitios experimentó un cambio positivo; al darse un incremento durante el año de estudio. Siendo según se observa en las curvas presentadas en los gráficos, mayor el incremento en área basal en el sitio de 11 años, en comparación al sitio de 16 años. En ambos casos, el incremento fue relativamente bajo y decreció hacia las clases diamétricas intermedias y mayores (Ver anexos).

Análisis de los parámetros demográficos de las comunidades estudiadas. Con base en un modelo logarítmico se calculó una tasa de mortalidad anual de 2%, correspondiendo este valor a una pérdida en área basal igual para ambos sitios (Tabla 2). Sin embargo, al calcular la mortalidad de individuos por hectárea, se observó que ésta fue mayor para el sitio de 16 años (90 tallos/ha⁻¹) en comparación al sitio de 11 años (49 tallos/ha⁻¹). La distribución de la mortalidad (tallos/ha⁻¹) por categoría diamétrica fue similar en ambos sitios, concentrándose en las dos primeras clases diamétricas.

Tabla 2. Parámetros poblaciones característicos de dos sitios con bosque seco secundario en dos comunidades del Suroeste de Nicaragua

Parámetros	Mortalidad Anual (%)	Reclutamiento Anual (%)	Pérdida anual Área basal (%)	Ganancia anual Área Basal (%)	Incremento
Bosque 11 años	2	2	2	16	5
Bosque 16 años	2	5	2	2	0

El reclutamiento presentó valores diferentes en cada sitio, en el sitio de 11 años este parámetro alcanzó un valor de 2% anual, mientras en el sitio de 16 años el reclutamiento fue de 5% anual. En ambos casos el número de individuos reclutados no contribuyó a aumentar las existencias (abundancia) de individuos \geq 5 centímetros.

La ganancia en área basal y su relación con el incremento es evidente en este estudio. En el caso del bosque de barbecho de 16 años, la ganancia en área basal solamente ayudó a recuperar la pérdida en área basal producto de la mortalidad, y no al incremento general de esa comunidad. Por el contrario, en el sitio de 11 años la ganancia o incremento interno no solo contribuyó a recuperar la pérdida por mortalidad, sino que también generó un incremento considerable a nivel de comunidad.

Valores del incremento corriente anual (ICA) por comunidad estudiada. Los valores de ICA presentan alta variabilidad a lo interno de cada comunidad por lo que la comparación entre sitios solo fue posible a través

de pruebas para datos no paramétricos. En este sentido, una prueba de Mann-Whitney no encontró diferencias estadísticas ($p=0.9043$). El sitio de 11 años presentó un ICA medio de 0.70 cm para toda la masa, mientras el sitio de 16 años experimentó un ICA diamétrico medio de 0.94 cm. El mismo comportamiento se observó en la altura, área basal y volumen ($p=0.4180$, $p=0.9834$, y $p=0.6980$ respectivamente). Un valor ligeramente superior es observado en el ICA en área basal en el sitio de menor edad, comportamiento que fue explicado desde el punto de vista de la relación ganancia-incremento.

El mayor incremento corriente anual por clases diamétricas fue relativamente bajo en las primeras clases. En el sitio de 11 años el ICA fue en incremento desde la primera hasta la cuarta clase diamétrica; es decir $DAP \geq 20$ cm, clase que alcanzó un ICA de 2.44 cm. En el sitio de 16 años el ICA en diámetro, aumentó hasta la tercer clase diamétrica (1.23 cm), para luego disminuir en las siguientes dos categorías. Un análisis de varianza (ANOVA) determinó que no existen diferencias

estadísticas ($F=1.725$) en la distribución del ICA por categorías diamétricas.

En el sitio de 16 años el valor medio de incremento corriente anual diamétrico para las especies por tipo de uso fue mayor para el uso energético (0.69 cm año⁻¹), en comparación con las especies útiles localmente para madera (0.48 cm año⁻¹). Para el sitio de 11 años, fueron las especies maderables las que experimentaron el mayor incremento medio anual (0.61 cm año⁻¹) en relación a las especies energéticas (0.48 cm año⁻¹).

Cambio en abundancia para dos categorías de regeneración natural. En cuanto a la abundancia de la categoría brinjal, se observó una reducción del 35% en el número de individuos por ha en el sitio de 11 años; mientras en el sitio de mayor edad la reducción fue menor, alcanzando un 11.2% en relación a la abundancia registrada en la primera medición.

La riqueza de especies durante el año de estudio, fue muy estable en el sitio de 11 años, debido a que se mantuvo el mismo número de especies; contrario al sitio

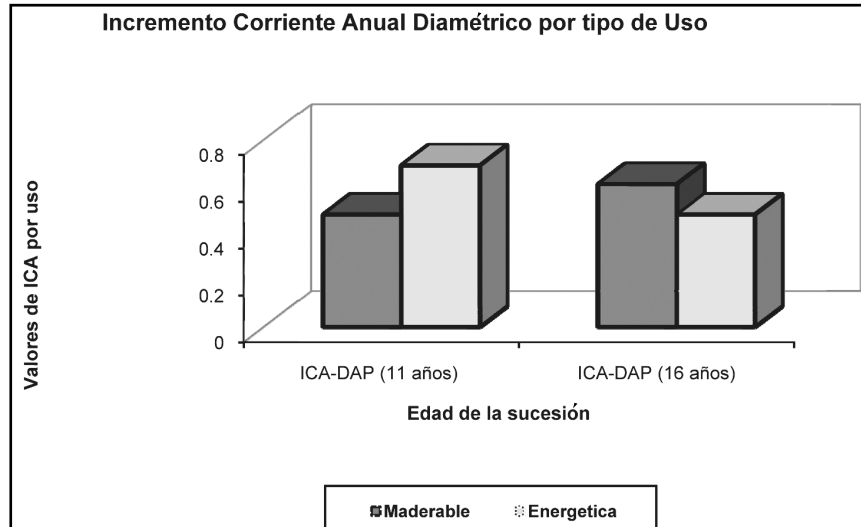


Figura 1. Incremento Corriente Anual por tipo de uso de especies arbóreas de dos sitios de bosque seco secundario en comunidades del Suroeste de Nicaragua.

de 16 años, que experimentó una reducción de 43% de las especies registradas en el 2006.

A pesar que el sitio de 11 años, mantuvo su riqueza, la diversidad de acuerdo al índice de Shannon-Winner disminuyó (Tabla 3), producto de una disminución en la abundancia de individuos de algunas especies. La misma situación se dio en el sitio de 16 años, en donde la disminución del valor del índice de Shannon para el 2007 fue aun mayor ya que además de la reducción de la abundancia fue más determinante la desaparición de siete especies de esta categoría; dicho cambio en la riqueza provocó que la similitud florística basada en el índice de Jaccard entre sitios disminuyera en un 50% entre mediciones.

Bombacopsis (Pachata) quinatum, *Calycophyllum candidissimum*, entre otras, no presentaron individuos en la categoría brinzal. Mientras otras especies como *Cordia alliodora* (133 indiv ha⁻¹) presentan valores bajos en abundancia. Tendencia contraria, es la presencia de especies que aparecen en la categoría brinzal, y que no presentan individuos en las etapas más avanzadas; ejemplo de ello son: *Samarouba glauca*, *Brosimum alicastrum*, *Eugenia Salamensis*, y *Tabebuia rosea*. Esto sugiere, que algunos agentes dispersores de semilla podrían influir en la presencia de nuevas especies dentro del bosque seco secundario.

Tabla 3. Cambio en abundancia y diversidad de los brinzales en áreas de bosque seco secundario en el Suroeste de Nicaragua

Tipo de Bosque	Abundancia Tallos ha ⁻¹		Riqueza específica		Shannon Winner		Jaccard (%)	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Bosque 11 años	6400	4200	7	7	1.56	1.32	31	15
Bosque 16 años	6384	5054	14	8	2.15	1.84		

Un análisis de clúster y un modelo logarítmico de abundancia basado en la similaridad entre especies por categoría de vegetación, muestran que muchas de las especies de las fases avanzadas del bosque no tienen representantes en la categoría brinzal. En este estudio se encontró que la composición entre ambos estados de desarrollo se asemeja en un 34% en el sitio de 16 años; y 18% en el sitio de 11 años.

En este sentido, especies como *Tabebuia ochracea*, *Hymenaea courbaril*, *Dalbergia retusa*, *Cedrela odorata*,

La abundancia para la categoría latizal bajo, fue mayor en el sitio de menor edad entre mediciones. En el sitio de 11 años, se dio una disminución de 43.3% en el número de tallos ha⁻¹. El sitio de 16 años experimentó un incremento de 23.6% en la abundancia de individuos para la segunda medición (Tabla 4).

La riqueza específica aumentó en ambos sitios entre mediciones, siendo mayor en el sitio de menor edad; lo que influyó en un mayor incremento en el valor del índice de Shannon-Winner. Para ambos sitios, más que

Tabla 4. Cambio en abundancia y diversidad de los brinzales en áreas de bosque seco secundario en el Suroeste de Nicaragua

Índices de diversidad	Abundancia Tallos ha-1		Riqueza específica		Shannon Winner		Jaccard (%)	
	2006	2007	2006	2007	2006	2007	2006	2007
Bosque 11 años	4500	2550	15	20	2.11	2.56	36	44
Bosque 16 años	1782	2409	19	22	2.69	2.83		

el cambio en la abundancia de individuos; lo que más influyó fue la incorporación en 2007 de nuevas especies a la categoría de latizal bajo. Producto de esta dinámica, la similitud de especies entre sitios y entre mediciones fue aun mayor que para la categoría brinzal.

La similitud entre esta categoría y la siguiente (latizal alto), es mayor (47%) que en los brinzales; en otras palabras, 47% de las especies que pasaran a formar parte de la composición del bosque maduro, se encuentran representadas en la categoría latizal. De la misma forma que en los brinzales, un conjunto importante de especies como: *Cedrela odorata*, *Bombacopsis quinatum*, *Calycophyllum candidissimum*, *Hymenaea courbaril*, *Gliricidia sepium*, *Albizia guachapele*, entre otras, no presentan presencia de individuos en esta categoría.

En ambos casos, el modelo logarítmico de abundancia muestra una tendencia hacia una disminución drástica en el número de individuos entre las categorías brinzal, latizal; y de estas con las etapas más avanzadas de la sucesión en los sitios estudiados.

CONCLUSIONES

Los bosques descritos presentan una composición florística y estructural que los hace potencialmente manejables a mediano plazo

Los cambios documentados a través de los parámetros mortalidad, reclutamiento y ganancia son típicos de bosques secundarios de Centroamérica

Los ICA diamétricos tanto a nivel de comunidad, como de especies por tipo de uso son superiores a valores reportados en bosques secos con estructura similar a bosques primarios.

En ambos sitios es válida la reintroducción de especies de valor comercial local por medio de tratamiento de enriquecimiento.

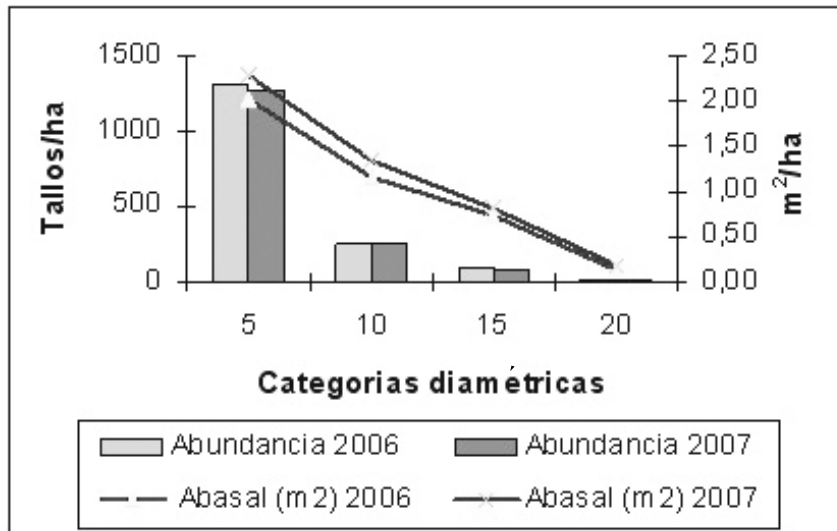
En el sitio más joven, un raleo planificado podría favorecer aun más el incremento de las especies maderables. Esta actividad de liberación podría ser enfocada: 1) Como eliminación o sustracción completa de los individuos y/o 2) Extracción parcial dejando tocón para manejo de rebrote. En el sitio de 16 años, el raleo debe ser dirigido específicamente a favorecer las especies de uso comercial local, en vista que estas experimentaron los ICA diamétricos mas bajos. Así mismo incentivaría el crecimiento de especies introducidas por el productor.

El manejo de estos sitios debe ser enfocado principalmente a la obtención por parte del productor de beneficios complementarios a las actividades agrícolas (leña, postes, eventualmente madera para construcción rural).

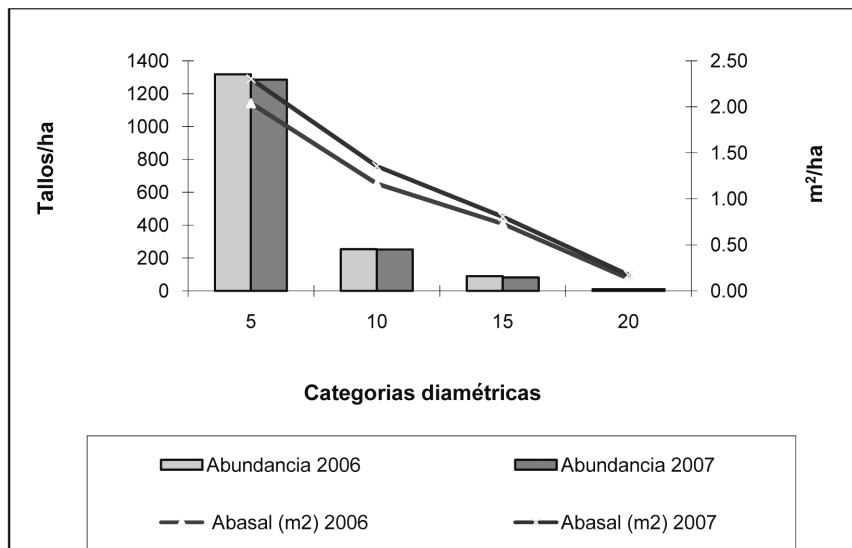
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, G. Nygard; Gonzalez, R; Oden, B; P CH. 2005. Stand dynamics and basal area change in a tropical dry forest reserve in Nicaragua. *Forest Ecology and Management*. 208. Pág. 63-75
- Noguera-Talavera, A; Gonzalez, B; Castro, G; Waters, A. 2002. Dinámica de crecimiento de dos especies forestales del bosque seco deciduo del Refugio de Vida Silvestre-Chacocente. *LA CALERA*. Año 2. N° 2. Pág. 29-34
- Uslar, Y; Mostacedo, B; Saldias, M. 2003. Composición, Estructura y Dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. Documento Técnico N° 114. BOLFOR. Santa Cruz Bolivia. 14 pp.
- Redondo, A; Vilchez, B; Chazdon, R. 2001. Estudio de la dinámica y composición de cuatro bosques secundarios en la región Huetar Norte, Sarapiquí-Costa Rica. *Comunicación Técnica. Revista Forestal Centroamericana*. Pág. 21-26.

ANEXOS



Anexo 1. Cambio en abundancia y área basal por categoría diamétrica entre 2006 y 2007 en un área de bosque seco de 16 años en el Pacífico-Suroeste de Nicaragua



Anexo 2. Cambio en abundancia y área basal por categoría diamétrica entre 2006 y 2007 en un área de bosque seco de 11 años en el Pacífico-Suroeste de Nicaragua