

MORTALIDAD Y RECLUTAMIENTO DE ÁRBOLES EN UN BOSQUE NUBLADO DE LA CORDILLERA DE LOS ANDES, VENEZUELA

TREE MORTALITY AND RECRUITMENT IN A CLOUD FOREST OF THE VENEZUELAN ANDES

Hirma Ramírez-Angulo, Armando Torres-Lezama y Julio Serrano

Grupo de Investigación BIODSUS. Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal (INDEFOR), Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes, Vía Los Chorros de Milla, Mérida, Venezuela. Fax: 58 (0)274 2401580. E-mail: rhirma@ula.ve

RESUMEN

Se estudió la mortalidad y el reclutamiento de los árboles con un diámetro a la altura de pecho (dap) = 10 cm, en un bosque húmedo montano bajo (*sensu* Holdridge) situado en la Cordillera de los Andes (8°39'N; 71°24'O), entre 2200 y 2500 m.s.n.m. El análisis se realizó con datos provenientes de seis parcelas permanentes de 0,25 ha, con 23 mediciones sucesivas (1968 – 2000). Se registraron 55 especies arbóreas incluyendo palmas, con 622 individuos ha⁻¹ y un área basal promedio de 46 m² ha⁻¹. Entre las especies más abundantes se encuentran *Myrcia fallax*, *Graffenrieda latifolia* y *Beilschmeidia sulcata*, con más de 100 ind ha⁻¹. Las tasas anuales de reclutamiento y mortalidad de los árboles fueron de 1,64 y 1,59%, respectivamente, con diferencias estadísticas entre parcelas solo para el reclutamiento. En cuanto a la variación entre periodos, se encontraron diferencias significativas para ambas tasas. Se observó un incremento en la densidad arbórea de un 12%. Así mismo, las estimaciones de vida media proyectadas varían entre parcelas para un promedio de 43,21 años. Se concluye que aparentemente el bosque no está siendo afectado en su dinámica; sin embargo, se sugieren algunas acciones que podrían contribuir a su conservación.

Palabras clave: Dinámica de bosques, mortalidad de árboles, reclutamiento, Selva nublada, Venezuela.

ABSTRACT

Tree mortality and recruitment was studied in a Tropical lower montane moist forest (*sensu* Holdridge) located in the Venezuelan Andes (8°39'N; 71°24'O). Data from six 0,25 ha permanent plots, with 23 successive measurements (1968 – 2000) were used to analyze tree mortality in individuals with a breast height diameter (dbh) = 10 cm. Fifty five tree species were recorded, including palms, with 622 individuals ha⁻¹, and a mean basimetric of 46 m² ha⁻¹. Among the most abundant species are found *Myrcia fallax*, *Graffenrieda latifolia* and *Beilschmeidia sulcata*, with more than 100 trees ha⁻¹. Annual tree recruitment and mortality rates averaged 1.64 and 1.59%, respectively. Significant differences among periods were found for both rates. Tree density increased in 12%. Similarly, estimation of average tree half life varied among plots and averaged 43.1 years. Apparently forest dynamics is not affected by human pressure. However, some forest conservation actions are suggested

Key words: Cloud forest, forest dynamics, recruitment, tree mortality, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Los bosques nublados tropicales figuran entre los ecosistemas más amenazados y que están siendo transformados más rápidamente en el mundo, y se cree que los remanentes actuales ocupan áreas pequeñas o están fragmentados (WCMC 1997, Brown y Kappelle 2001).

Particularmente, en los Andes norteños se estima que ha desaparecido un 90% de los mismos, debido principalmente a la expansión del pastoreo (Hamilton 2001).

Por lo tanto, es necesario establecer estrategias adecuadas de manejo y conservación de estos bosques. El conocimiento de su dinamismo puede contribuir en el logro de este objetivo. La

composición, estructura y dinámica de los bosques puede atribuirse en parte a procesos que generan mortalidad y crean condiciones que orientan en forma particular las rutas sucesionales; por lo que la historia de un área forestal, incluyendo las tasas de mortalidad y reclutamiento de árboles y su influencia sobre el funcionamiento del bosque, debe ser estudiado para entender la dinámica de la vegetación y la tasa de recambio de la biomasa, así como para evaluar el impacto de las actividades antrópicas sobre los sistemas naturales (Carey *et al.* 1994, Lugo y Scatena 1996).

Sin embargo, para lograr ese conocimiento es necesario realizar estudios a largo plazo para examinar los cambios de las poblaciones a través de muestreos, que suministren datos sobre individuos sobrevivientes, pérdidas y ganancias. Para esos estudios se requieren mediciones sucesivas en parcelas permanentes. En los últimos años se han presentado numerosos trabajos que resumen los resultados encontrados en los bosques donde se usa esa metodología (e.g. Swaine 1989, Phillips y Gentry 1994). Las parcelas permanentes establecidas poseen formas y tamaños variables; el límite mínimo del diámetro a la altura de pecho (dap) medido para los árboles también difiere, así como los métodos de cálculo para tasas anuales de mortalidad. Algunos estudios incluyen palmeras, lianas y arbustos, mientras que otros sólo especies arbóreas; los tipos de bosques son también variados, cada uno sometido a diferentes condiciones ambientales y con diferentes historias de perturbaciones.

A pesar de toda esa variabilidad esos estudios indican que los cambios y fluctuaciones en la estructura del bosque maduro siguen un patrón en toda el área tropical. En general, las variables estructurales del bosque como densidad, área basal y número de especies, fluctúan en torno de un valor medio a lo largo del tiempo. Esa constancia relativa es mantenida a través de un balance adecuado entre las tasas de mortalidad y reclutamiento de árboles (Peralta *et al.* 1987). Estos parámetros pueden ser afectados sensiblemente por perturbaciones intensas, retornando al valor medio en poco tiempo. Por ejemplo, un huracán que afectó El Verde (Puerto Rico) modificó sensiblemente la estructura del bosque, que rápidamente presentó una tendencia a la recuperación (Crow 1980).

En este trabajo se analiza la mortalidad y reclutamiento de los árboles en un bosque nublado de la Cordillera de los Andes, Venezuela, durante

el periodo 1968-2000 que fue medido mediante seis parcelas permanentes de 0,25 ha cada una, con el propósito de contribuir al entendimiento de la dinámica y funcionamiento del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El sitio de estudio es un bosque húmedo montano bajo (bh-MB) (*sensu* Holdridge 1978) situado en La Carbonera, Cordillera de los Andes, estado Mérida (8°39'N; 71°24'O), y denominado como Bosque Universitario "San Eusebio", propiedad de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela, con una superficie total de 369 ha. Se localiza entre los 2200 y 2500 msnm; la pendiente varía entre 10 y 60 %. La temperatura media anual es de 14,9 °C y la precipitación media anual oscila entre 1400 y 1560 mm, con una estación seca suave (diciembre-marzo). El clima se caracteriza por la alta humedad y neblinas durante todo el año (Veillon 1985, 1989, 1995, Bello 1996).

En un estudio realizado en las parcelas de estudio, Bello (1996) encontró que los suelos son de textura y profundidad variables, predominando las texturas fina y media: arcilloso, franco-arcilloso, franco-arcillo-limoso, arcillo-limoso y franco-limoso. La biomasa aérea oscila entre 227,54 y 293,49 Mg ha⁻¹, la productividad promedio anual (periodo 1989-1994) es -043 Mg ha⁻¹, variando entre -37,94 y 27,49 Mg ha⁻¹, el valor negativo puede explicarse parcialmente por la mortalidad de algunos árboles de diámetros grandes.

La vegetación primaria corresponde a una selva nublada andina, siempreverde, densa e irregular, con una alta diversidad de especies. Entre las especies arbóreas se encuentran *Alchornea grandiflora*, *Nectandra*, *Ocotea* y *Persea spp.*, *Sapium stylare* y *Decussocarpus rospigliosii* (Veillon 1985). En un muestreo realizado en el bosque nublado, en 49 parcelas de 0,25 ha, se obtuvo los siguientes resultados: densidad 746 arb ha⁻¹, 65 especies arbóreas y área basal de 35,6 m² ha⁻¹ (Lamprecht 1990).

Obtención de los datos

El Instituto de Silvicultura (actualmente INDEFOR) de la Universidad de Los Andes instaló, a partir de 1961, nueve parcelas permanentes de 50 x 50 m (0,25 ha) en el Bosque Universitario "San Eusebio", las cuales han sido monitoreadas en intervalos anuales al principio (hasta 1981) y

luego con menor periodicidad hasta el presente. Las mediciones se realizaron en los años 1961 a 1983, 1991, 1993, 1994, 1995, 1997 y 2000. Una descripción de las parcelas y los resultados hasta 1978 se resumen en Veillon (1985), incluyendo estimados de incremento anual, inicial y final de volumen de madera por unidad de área, así como mortalidad y reclutamiento. En nuestro estudio se consideraron solo las parcelas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 que tienen el mismo periodo de medición, y se analizaron los registros desde el año 1968, debido a que las parcelas 1, 2 y 4 se instalaron en ese año.

Las parcelas se encuentran en un área no perturbada recientemente. Al momento del establecimiento de las parcelas se registró información sobre los árboles, la topografía, el suelo, el clima y las influencias humanas. Se midió en mm el dap de todos los árboles a partir de 10 cm, la altura comercial inicial y la altura total. Las mediciones sucesivas se hicieron solo para el dap, y se consideró además el reclutamiento y la mortalidad.

Cálculo de la tasa anual de mortalidad y del reclutamiento

Para el análisis que se presenta en este trabajo, la tasa anual de mortalidad se calculó utilizando el modelo algebraico descrito en Primack *et al.* (1985) que establece que:

$$m = 1 - (N_1/N_0)^{1/t}$$

donde:

m: tasa anual de mortalidad; (%)

N_0 : el número de individuos en la muestra inicial;

N_1 : el número de individuos en la muestra final;

t: el tiempo de observación en años.

La vida media ($t_{0.5}$) del bosque, definida como el tiempo estimado para que la población inicial se reduzca a la mitad (Swaine y Lieberman 1987), se calculó como:

$$t_{0.5} = (\ln 0.5) / \ln (1-m)$$

donde:

$t_{0.5}$: vida media;

Ln: logaritmo neperiano;

m: tasa anual de mortalidad

El reclutamiento fue considerado como el número de árboles que alcanzó el dap mínimo de 10 cm entre dos mediciones. El porcentaje de reclutamiento por período fue calculado por la

relación entre el número de árboles reclutados y el número de árboles en el inicio del período.

Análisis estadístico

Se estudiaron las correlaciones entre el número de individuos en el año inicial (N_0), el número de individuos de la muestra inicial que murieron durante el período (M_i) y el número de árboles que durante el período alcanzaron un dap ≥ 10 cm (R_i). Para analizar la influencia de las variaciones temporales en la densidad de árboles, se asumió que las variables año y parcela son independientes, construyéndose un diseño experimental en bloques al azar, donde los periodos (P1=1968-1975, P2=1975-1985, P3=1985-1995, P4=1995-2000) se consideraron como bloques y las parcelas como tratamientos. De donde resultó un diseño de cuatro bloques y seis tratamientos. Se aplicó una prueba F para la comparación de las medias referentes a bloques (período) y tratamientos (parcelas), ambas pruebas al 5% de probabilidad. Las hipótesis nulas (H_0) fueron que los valores de densidad (D) no difieren estadísticamente entre los años de muestreo, ni entre las parcelas.

Para los análisis de mortalidad y reclutamiento se utilizó el estadístico no paramétrico Chi cuadrado χ^2 y las hipótesis nulas probadas fueron:

H_0 : la mortalidad total en el período (Mt) es igual en todas las parcelas:

$Mt_{p_1} = Mt_{p_2} = Mt_{p_3} = Mt_{p_4} = Mt_{p_5} = Mt_{p_6}$

H_0 : el reclutamiento de árboles (R) no difiere estadísticamente entre parcelas:

$R_{p_1} = R_{p_2} = R_{p_3} = R_{p_4} = R_{p_5} = R_{p_6}$

H_0 : la mortalidad de árboles (M) no difiere estadísticamente entre los periodos.

$MP1 = MP2 = MP3 = MP4$

H_0 : el reclutamiento de árboles (R) no difiere estadísticamente entre los periodos.

$RP1 = RP2 = RP3 = RP4$

H_0 : la mortalidad de árboles (M_i) no difiere estadísticamente del reclutamiento (R_i) en ninguno de los periodos considerados, es decir, ($M_i = R_i$):

donde i es uno de los años de muestreo

H_0 : la mortalidad de árboles (M_j) no difiere estadísticamente del reclutamiento (R_j) en ninguna de las parcelas, es decir, $M_j = R_j$ en todas las parcelas:

$M_j = R_j$, donde j es una de las parcelas de muestreo.

MORTALIDAD Y RECLUTAMIENTO DE ÁRBOLES EN UN BOSQUE NUBLADO ANDINO

Tabla 1. Descripción de las parcelas y densidad arbórea observada en cada una de las parcelas y años de medición considerados en el Bosque Universitario San Eusebio, La Carbonera, estado Mérida, Venezuela.

Parcela	Altitud (msnm)	Periodo de medición	Densidad arbórea (ind ha ⁻¹)				
			1968	1975	1985	1995	2000
Parcela 1	2310	1968-2000	716	820	832	952	980
Parcela 2	2320	1968-2000	896	1032	1020	1048	1108
Parcela 3	2430	1961-2000	620	652	644	632	624
Parcela 4	2430	1968-2000	576	608	588	664	668
Parcela 5	2450	1961-2000	828	824	744	796	836
Parcela 6	2450	1967-2000	668	668	624	652	632

RESULTADOS

Densidad total y densidad por parcela

En el primer año de medición (1968) se registraron 1076 individuos arbóreos, con dap ³10 cm, correspondientes a 55 especies, entre las que destacan *Wettinia praemorsa*, *Beilschmiedia sulcata*, *Myrcia acuminata*, *Graffenrieda latifolia* y *Myrcia fallax*, cada una de ellas con mas de 100 individuos en la muestra. La Tabla 1 muestra los resultados de densidad arbórea para las mediciones consideradas desde 1968 hasta el 2000, en el Bosque San Eusebio. Entre el primero y el último muestreo (32 años) se observó un incremento de 12% en la densidad total en las parcelas consideradas. Las variaciones observadas

en densidad total de las parcelas fueron significativas según la prueba F ($F=47,65$, $p=8 \times 10^{-10}$). También se encontraron diferencias significativas en densidad ($F=2,98$, $p=0,04$) para los periodos

Mortalidad y reclutamiento

En 1968 la densidad total era de 1076 individuos, para el año 2000 habían muerto 432, resultando en una mortalidad neta de 40,15% en un período de 32 años (9 árboles muertos ha⁻¹ año⁻¹) con una tasa anual de 1,59%, de acuerdo con el modelo algebraico utilizado, con una estimación de la vida media para el bosque de 43,21 años. El reclutamiento de árboles para el año 2000; es decir, los nuevos individuos en la clase de dap = 10 cm, fue de 52,79% para el periodo total (1,65% anual).

Tabla 2. Resumen de los valores de reclutamiento y mortalidad de árboles por parcela y para el total en el Bosque Universitario San Eusebio, La Carbonera, estado Mérida, Venezuela.

Parcela	1	2	3	4	5	6	Total
No. Inicial 1968 (ind. ha ⁻¹)	716	896	620	576	828	668	717
Muertos (ind. ha ⁻¹)	252	340	220	276	332	308	288
No. Muertos año ⁻¹ ha ⁻¹	7,88	10,63	6,88	8,63	10,38	9,63	9
Reclutamiento (sobreviven) (ind ha ⁻¹)	516	552	224	368	340	272	378
No. de ind. Reclutados año ⁻¹ ha ⁻¹	16,125	17,25	7	11,5	10,625	8,5	11,8
% reclutamiento	2,25%	1,93%	1,13%	2,00%	1,28%	1,27%	1,64%
Reclutamiento (muertos) año ⁻¹ ha ⁻¹	2,125	2	1,5	2,375	0,375	1,625	1,67
No. Final 2000 (ind. ha ⁻¹)	980	1108	624	668	836	632	808
Tasa de mortalidad (%)	1,35	1,48	1,36	2,02	1,59	1,91	1,59
Vida media (años)	51,13	46,48	50,61	34,00	43,28	35,88	43,21

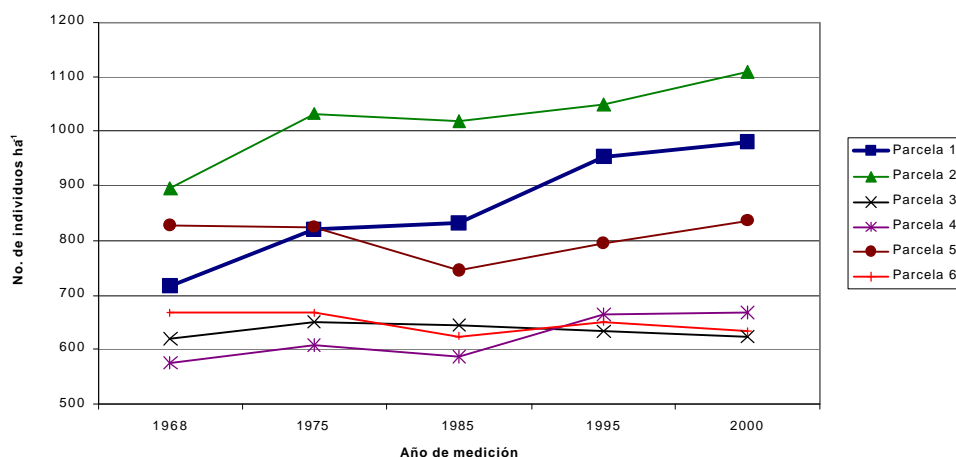


Figura 1. Variación de la densidad de árboles por parcela con el tiempo en el Bosque Universitario San Eusebio, La Carbonera, estado Mérida, Venezuela.

De este total, 80 árboles murieron antes de ese año (Tabla 2). En lo relativo a los tipos de mortalidad se consiguió que un 71,85 % murió en pie, 20,66% caído (quebrado), 2,38 % sin copa y 1,28% herido (podrido, quemado) y 3,84% no fue clasificado.

Se observó, además, que seis especies responden por un 65% de la mortalidad registrada, estas especies son: *Beilschmiedia sulcata* (17,71%), *Weinmannia microphylla* (14,08%), *Myrcia fallax* (10,87%), *Graffenrieda latifolia* (9,68%), *Myrcia acuminata* (6,64%) y *Ternstroemia acrodantha* (5,63%). En cuanto a reclutamiento, las especies con mayores registros son: *Wettinia praemorsa* (15,35%), *Myrcia fallax* (7,12%), *Eugenia* sp. (6,49%), *Myrcia acuminata* (6,49%), *Centronia pulchra* (5,7%), *Graffenrieda latifolia* (5,22%), *Cyathea squamipes* (5,06%), *Solanum inopinum* (4,75%) y *Hedyosmum glabratum* (4,59%), para un 60% del total.

Las estimaciones de vida media proyectadas varían entre parcelas desde 51 años para la parcela 1 hasta 34 años para la 4. El porcentaje de mortalidad no fue estadísticamente diferente entre parcelas ($c^2=3,54$, 5 g.l., $p=0,617$). Sin embargo, para el reclutamiento si se encontraron diferencias significativas entre parcelas ($c^2 =22,16$, 5 g.l., $p=0,0005$).

Se verificó que la mortalidad ($c^2 =11,1$, 3 g.l., $p=0,011$) varía significativamente entre años, así como el reclutamiento ($c^2 =9,18$, 3 g.l., $P=0,027$). La misma prueba indicó que, en por lo menos dos periodos, la mortalidad y el reclutamiento difieren

estadísticamente entre si ($c^2 =57,96$, 3 g.l., $p=0,01$). La mortalidad también fue estadísticamente diferente al reclutamiento ($c^2 =11,65$, 5 g.l., $p=0,04$) en las parcelas.

Análisis de correlación

El análisis de correlación mostró que el número de individuos presentes en las parcelas en 1968 no está correlacionado con el número de individuos muertos en el período ($r= 0,40$, $F= 0,75$, $p= 0,434$). Para el número de árboles reclutados en cada una de las especies la correlación fue de 0,10 (no significativa, $F=0,04$, $P = 0,855$). Por su parte, la correlación entre mortalidad de árboles y reclutamiento fue de 0,05 (no significativa, $F=0,01$, $P = 0,92$)

DISCUSIÓN

En los resultados no se observan tendencias claras en incremento o disminución de la densidad. En algunas parcelas (1, 2 y 4) se encontró una tendencia al alza, mientras que en las demás el comportamiento es más fluctuante (Figura 1).

La tasa anual de mortalidad de árboles promedio en el Bosque San Eusebio (1,59%) (Figura 2) está dentro de lo esperado para un bosque maduro sujeto a perturbaciones naturales, para los que se han encontrado valores entre 1 y 2% (Swaine y Lieberman 1987, Lieberman y Lieberman 1987, Manokaran y Kochummen 1987, Phillips y Gentry 1994, Lugo y Scatena 1996). Carey

MORTALIDAD Y RECLUTAMIENTO DE ÁRBOLES EN UN BOSQUE NUBLADO ANDINO

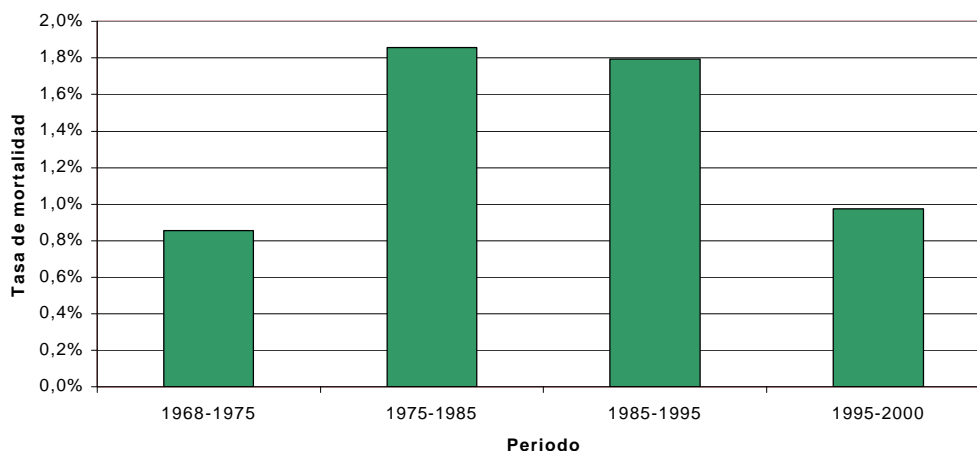


Figura 2. Tasa de mortalidad de árboles por periodo evaluado en el Bosque Universitario San Eusebio, La Carbonera, estado Mérida, Venezuela.

et al. (1994), en un trabajo realizado en la misma área, consiguieron tasas de mortalidad entre 1,5 y 2,5%, sin diferencias significativas entre parcelas. En Barro Colorado, Putz y Milton (1990) encontraron una mortalidad anual promedio de 1,7%, con una vida media de 56,6 años para los árboles con más de 60 cm de circunferencia en cinco parcelas de 1 ha. Swaine *et al.* (1987), en un estudio realizado durante 12 años en un bosque tropical húmedo en la localidad de Kade en Ghana, observaron una mortalidad anual de 1,32% para árboles con $dap > 10$ cm.

La mayor mortalidad anual ocurrió en los árboles en la categoría 10-20 cm de dap (47%), lo que puede estar relacionado con las especies que muestran mayor mortalidad, las cuales corresponden al grupo de pioneras, que no alcanzan grandes diámetros. Al comparar la mortalidad observada con la densidad inicial no se consiguió una relación significativa, lo que coincide con lo reportado por Carey *et al.* (1994) para el mismo bosque. En contraste, Arriaga (2000) encontró en un bosque nublado en Tamaulipas, México, una relación significativa entre la mortalidad y la densidad.

Las tasas de mortalidad más altas corresponden a los periodos 1975-1985 y 1985-1995, (Figura 2); sin embargo, esos valores se mantienen dentro de los rangos considerados normales. Rolim *et al.* (1999) plantean que la tasa de mortalidad tiende a ser sobrestimada si está asociada a perturbaciones de baja frecuencia medidas durante un corto intervalo de monitoreo y enfatizan en la importancia de conocer las

perturbaciones naturales (particularmente su frecuencia, intensidad y duración) para una correcta interpretación de los procesos dinámicos que ocurren en el bosque. Lugo y Scatena (1996) plantean que los rodales maduros sujetos a periodos de alta precipitación en combinación con pendientes altas y suelos arcillosos, muestran mayor mortalidad, pero con tasas que raramente exceden las promedio, debido a que ésta tiende a ocurrir en parches dispersos. En San Eusebio, las condiciones son similares a las descritas.

Los valores de reclutamiento se encuentran entre los valores encontrados en la literatura. Lieberman y Lieberman (1987), estudiando bosques primarios en Costa Rica, consiguieron tasas anuales de 1,8% para ingreso. Así mismo, Manokaran y Kochummen (1987), analizando bosques primarios de Malasia, hallaron tasas de 1,4% .

El reclutamiento de individuos arbóreos en el bosque es diferente a la mortalidad, lo que se refleja en el incremento en densidad arbórea que presenta el bosque; debe resaltarse el periodo 1975-1985, donde el reclutamiento es inferior al número de egresos por mortalidad (Figura 3). Las fluctuaciones en densidad dependen del tipo, intensidad y frecuencia de las perturbaciones a que el bosque está sometido. En el caso de San Eusebio, un bosque que no experimenta explotación maderera, salvo algunas pocas extracciones, podría considerarse que cambios en el régimen de precipitaciones pueden generar efectos en su dinámica.

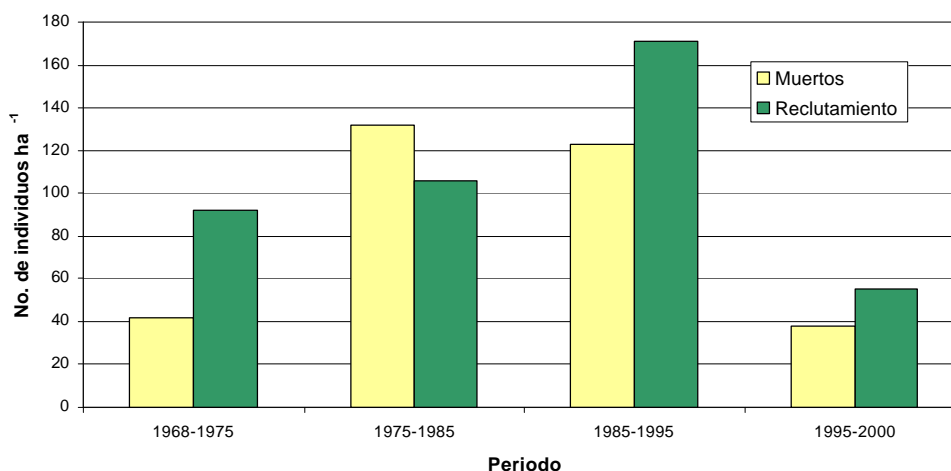


Figura 3. Comparación entre el número de árboles reclutados y el número de individuos muertos en los períodos observados en el Bosque Universitario San Eusebio, La Carbonera, estado Mérida, Venezuela.

Se observaron diferencias significativas en la mortalidad de árboles entre años y parcelas. Así mismo, investigaciones realizadas por Welden *et al.* (1991) y Carey *et al.* (1994) muestran que la mortalidad varía dentro de un mismo sitio. En otros estudios también se observan diferencias entre períodos sucesivos de monitoreo (Uhl *et al.* 1988).

En el año 2000 se consiguió que a pesar de la tasa de mortalidad más alta detectada en 1995, el bosque tiene una densidad similar a la original, demostrándose la alta capacidad de recuperación del mismo. Los procesos de mortalidad, crecimiento y reclutamiento son influidos por perturbaciones, las cuales pueden operar sobre una amplia variedad de escalas temporales y espaciales; los bosques muestran una estrecha adaptación a las mismas, que se refleja en su gran capacidad de resiliencia (White y Pickett 1985, Lugo 1995).

CONSIDERACIONES FINALES

Consideramos que es necesario estudiar la mortalidad de árboles para las clases diamétricas y realizar análisis para periodos más cortos pues esto evita el enmascaramiento de algunas tendencias. Además, deben establecerse relaciones con los datos climáticos para observar posibles efectos ambientales.

En el estudio se refleja que en el área hubo un incremento en la densidad, en el periodo de 30 años analizado, debido a un reclutamiento mayor que la mortalidad. Aparentemente, la dinámica del bosque no ha sido afectada. Sin embargo, esta

situación podría cambiar debido a la presión que existe sobre el área, ante lo cual es necesario establecer estrategias de conservación orientadas a reducir esa presión. Debería considerarse el establecimiento de un área de amortiguación, que incluya proyectos de agroforestería, con combinaciones de especies frutales y maderables para satisfacer las necesidades de la población aledaña.

Aún cuando el área del bosque es pequeña, lo que no hace muy atractivo su manejo con fines de producción de madera, existen algunas amenazas para su mantenimiento. Es importante considerar que el mayor valor del Bosque San Eusebio está en la cantidad de servicios ambientales que brinda, entre los que destaca captación de agua y regulación del régimen hídrico, calidad de agua y biodiversidad. Todo esto, nos permite afirmar que su conservación dependerá en buena medida de que se logren acuerdos con las comunidades aledañas para que se conviertan en su principal guardián.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue parcialmente financiado por el Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes (CDCHT-ULA), a través de los proyectos FO-312-94-01-A y FO-421-98-01-B. Agradecemos al profesor Alí D'Jesús y al técnico Pedro Salcedo del Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal, ULA, por su cooperación y ayuda en el campo.

LITERATURA CITADA

- ARRIAGA, L. 2000. Gap-building phase regeneration in a tropical montane cloud forest of north-eastern México. *Journal of Tropical Ecology* 16:535-562.
- BELLO, N. 1996. Relación entre la productividad del bosque y el contenido de nitrógeno y la textura del suelo en varias zonas de vida de Venezuela. Tesis MSc. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Mérida, Venezuela.
- BROWN, A.D. y M. KAPPELLE. 2001. Introducción a los bosques nublados del neotrópico: una síntesis regional. Pp. 25-40, *in* M. Kappelle y A.D Brown (eds.): Bosques nublados del neotrópico. INBio, Costa Rica.
- CAREY, Y.V., S. BROWN, A.J.R. GILLESPIE y A. LUGO. 1994. Tree mortality in mature lowland tropical moist and tropical lower montane moist forests of Venezuela. *Biotropica* 26:255-265.
- CROW, T.R. 1980. A rainforest chronicle: a 30 year record of change in structure and composition at El Verde, Puerto Rico. *Biotropica*, 12:42-55.
- HAMILTON, L.S. 2001. Una campaña para los bosques nublados: ecosistemas únicos y valiosos en peligro. Pp. 41-49, *in* M. Kappelle y A.D Brown (eds.): Bosques nublados del neotrópico. INBio, Costa Rica.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. GTZ Eschborn, Alemania.
- LIEBERMAN, D. y M. LIEBERMAN. 1987. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). *Journal of Tropical Ecology* 3: 347-358.
- LUGO, A. 1995. Management of tropical biodiversity. *Ecological Applications* 5: 956-959.
- LUGO, A.E. y F.N. SCATENA. 1996. Background and catastrophic tree mortality in tropical moist, wet and rain forests. *Biotropica* 28:585-599.
- MANOKARAN, N. y K. M. KOCHUMMEN. 1987. Recruitment, grow and mortality of trees in an lowland dipterocarp forest in Peninsular Malaysia. *Journal of Tropical Ecology* 3: 315-330.
- PERALTA, R., G.S. HARTSHORN, D. LIEBERMAN y M. LIEBERMAN. 1987. Reseña de estudios a largo plazo sobre composición florística y dinámica del bosque tropical en La Selva, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* (supl. 1): 23-39.
- PHILLIPS, E.L. y A.H. GENTRY. 1994. Increasing turnover through time in tropical forests. *Science* 263:954-958.
- PRIMACK, R.B., P.S. ASHTON, P. CHAI y H.S. LEE. 1985. Growth rates and population structure of Moraceae trees in Sarawak, East Malaysia. *Ecology* 66:577-588.
- PUTZ, F.E. y K. MILTON. 1990. Tasa de mortalidad de los árboles en la isla de Barro Colorado. Pp. 157-162, *in* E.G Leigh, Jr., R. Stanley y D. Windsor (eds.): Ecología de un bosque tropical, ciclos estacionales y cambios a largo plazo. Smithsonian Tropical Research Institute. Balboa, Panamá.
- ROLIM, S., H.T. COUTO y R.M. DE JESÚS. 1999. Mortalidade e recrutamento de árvores na Floresta Atlântica em Linhares (ES). *Scientia Forestalis* 55:44-69
- SWAINE, M.D. 1989. Population dynamics of tree species in tropical forests. Pp. 101-110, *in* Holm-Nielsen, L.B., I.C. Nielsen y H. Balslev (eds): Tropical forests: botanical, dynamics, speciation and diversity. Academic Press, Londres.
- SWAINE, M.D. y D. LIEBERMAN. 1987. Note on the calculation of mortality rates. *Journal of Tropical Ecology* 3:331-333.
- SWAINE, M.D., D. LIEBERMAN y F. E. PUTZ. 1987. The dynamics of tree populations in tropical forest: a review. *Journal of Tropical Ecology* 3:359-366.
- UHL, C., N. CLARK, N. DEZZEO y P. MAQUINO. 1988. Vegetation dynamics in Amazonian treefall gaps. *Ecology* 69:751-763.
- VEILLON J.P. 1985. El crecimiento de algunos bosques naturales de Venezuela en relación con los patrones del medio ambiente. *Revista Forestal Venezolana* 29:5-120.
- VEILLON, J.P. 1989. Los Bosques Naturales de Venezuela: Parte I. El medio ambiente. Instituto de Silvicultura, Universidad de Los Andes. Todtman. Caracas.
- VEILLON, J.P. 1995. Los Bosques Naturales de Venezuela: Parte II. Los bosques xerófilos de las zonas de vida: Bosque Espinoso Tropical (BET) y Bosque muy seco Tropical (BMST). Consejo de Publicaciones de la Universidad de Los Andes-MARNR, Mérida, Venezuela.
- WELDEN, C.W., S.W. HEWETT, S.P. HUBELL y R.B. FOSTER. 1991. Sapling survival, growth and recruitment: relationship to canopy height in a neotropical forest. *Ecology* 72(1):35-50.
- WHITE, P.S. y S.T.A. PICKETT. 1985. Natural disturbance and patch dynamics: an introduction. Pp. 3-13, *in* Pickett, S.T.A. y P.S White (ed): The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, Orlando.
- WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE (WCMC). 1997. Tropical Montane Cloud Forests: An Urgent Priority for Conservation. WCMC Biodiversity Bulletin No. 2. Cambridge, UK: WCMC.

Recibido 15 abril 2002; revisado 30 julio 2003; aceptado 18 septiembre 2003