

# DINÁMICA SUCESIONAL DEL COMPONENTE ARBÓREO LUEGO DE UN ESTUDIO DESTRUCTIVO DE BIOMASA EN EL BOSQUE UNIVERSITARIO SAN EUSEBIO, MÉRIDA-VENEZUELA

*Arboreal component sucesional dynamics, after a destructive study of biomass, in San Eusebio University Forest, Mérida-Venezuela*

María Cristina Ramos y Miguel Plonczak

Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.  
Grupo de Investigación GenSil, Mérida-Venezuela. E-mail: mariacr@yahoo.com, plonczak@ula.ve

## RESUMEN

Se determinó la composición florística, la estructura y el dinamismo del bosque secundario, pasados 28 años de un estudio destructivo de biomasa en Selva Nublada, rodal 5 del Bosque Universitario San Eusebio, a una altura de 2340 msnm y una pendiente promedio de 8,5%. Se seleccionaron dos áreas: una conformada por el bosque primario (testigo) y otra por bosque secundario. Para el levantamiento del bosque secundario se utilizó un muestreo aleatorio simple sobre las 0,56 ha intervenidas en 1976, evaluando 14 parcelas de 100 m<sup>2</sup>. Para individuos con diámetros mayores que 5 cm, se determinó: especie, diámetro, altura y mecanismos de recuperación (semillas o retoños). En el bosque primario, el área de estudio corresponde a una hectárea de referencia seleccionada al azar. Se encontró 36 especies arbóreas agrupadas en 20 familias en el bosque primario y en el secundario 29 especies en 18 familias, observándose una semejanza del 62,5%, siendo las Lauraceae, Myrtaceae, Melastomataceae y Myrsinaceae las más representativas. Villaquirán y Calderón (1987) encontraron que *Alchornea grandiflora* es la especie más abundante y mejor distribuida del bosque secundario, en el presente estudio esta especie sigue siendo la más importante, pero ya se observa el establecimiento de especies que aparecen en etapas tardías de la sucesión como *Zanthoxylum melanostictum*. El promedio en altura aun se encuentra alrededor de los 8 m y el diámetro alcanza valores de hasta 23 cm en *Alchornea grandiflora*, *Guettarda discolor* y *Hedyosmun glabratum*. Esto comprueba que el avance de la sucesión sigue siendo muy lento. El principal mecanismo de recuperación del bosque secundario es mediante semilla (74,86%); sin embargo, 15 de 29 especies arbóreas encontradas también se reproducen por rebrotes.

**Palabras clave:** Bosque primario, bosque secundario, composición florística, estructura, sucesión, selva nublada.

## ABSTRACT

The floristic composition, structure and dynamism were determined in a secondary forest after 28 years of a destructive study of biomass in a Cloud Forest, located in the Lot 5 of the University Forest San Eusebio, at an altitude of 2340 m.a.s.l. and an 8.5 % average slope. Two areas were selected: one formed by the primary forest (witness) and another one formed by a secondary forest. A simple random sampling was applied in the 0.56 ha of studied forest in 1976, evaluating 14 plots of 100m<sup>2</sup>. For individuals with diameters bigger than 5 cm, species, diameter, height and recovery mechanisms (seedlings or sprouts) were determined. In the primary forest, the studied area was one hectare of a random selected area. 36 tree species grouped in 20 families were found in the primary forest and 29 species grouped in 18 families in the secondary forest; a 62.5% similarity index was observed. The most representative families were Lauraceae, Myrtaceae, Melastomataceae and Myrsinaceae. Villaquirán and Calderón (1987) found that *Alchornea grandiflora* is the most abundant and better distributed species of the secondary forest; in this study, this species continues to be the most important. However, the establishment of other species that appear in later stages of the succession such as *Zanthoxylum melanostictum* was observed. The average height is about 8 m and the diameter reaches values up to 23 cm in *Alchornea grandiflora*, *Guettarda discolor* and *Hedyosmun glabratum*. This proves that succession advance is still very slow. Seedlings (74.86%) are the main secondary forest recovery mechanism. However, 15 of 29 found tree species also reappeared due to sprouting.

**Key words:** Primary forest, secondary forest, floristic composition, succession, structure, cloudy forest.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques húmedos y lluviosos tropicales constituyen un ecosistema dinámico, conformado por un mosaico de parches de edades diversas, consecuencia tanto de perturbaciones naturales (un derrumbe, un huracán, la caída de un árbol) como antró-

picas, ocurridas en tiempos distintos, lo que bajo la influencia de los factores bióticos y abióticos en los procesos de recuperación de la zona disturbada, da lugar a la sucesión secundaria (Asquith, 2002). Para comprender los cambios que presenta la vegetación a través del tiempo, es necesario considerar las diferentes fases por las que atraviesa una comunidad

hasta llegar a un equilibrio, conocido como clímax, lo cual puede clarificarse mediante la realización de estudios dinámicos (Sarmiento, 1984).

Estos cambios que se observan en las comunidades vegetales no exhiben un patrón único, ya que dependiendo del impacto generado al suelo y a las especies de la zona, según su estrategia de vida, la recuperación de la zona afectada puede conducir a comunidades muy similares o muy diferentes a la original.

En los últimos años, el principal factor de destrucción de los bosques montanos en Venezuela ha sido la conversión de las tierras a cultivos agrícolas y/o pecuarios (Hernández, 2001); la explotación forestal es un factor poco importante, quizás debido a la relativa escasez de especies comerciales en la zona.

El Bosque Universitario San Eusebio, representativo de la selva nublada andina, constituye un ecosistema importante, que brinda protección al suelo y regula el régimen hídrico; además, es considerado como un reservorio de recursos gené-

uticos, debido a su gran diversidad de flora y fauna que permite valorarla como un área de gran potencialidad para la investigación. El propósito de este estudio es analizar la estructura, composición florística y dinamismo del Bosque Universitario (B.U.) San Eusebio, con la intención de clarificar el avance de la sucesión luego de un estudio destructivo de biomasa, realizado en 1976 por Grimm y Fassbender, así como evaluaciones posteriores por Villaquirán y Calderón, en 1987 y la del presente estudio, en 2005.

## DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

El B.U. San Eusebio se ubica en el Valle Alto de La Carbonera en Mérida, Venezuela, a  $8^{\circ}37'$  Lat. N y  $71^{\circ}21'$  Long. W.; abarca unas 368 ha: 8,0 ha de pastos o vegetación menor y 360 ha de bosque alto denso (Hernández, 2001). El sitio estudiado se ubica en el Rodal 5, a unos 2340 msnm, con una pendiente promedio de 8,5% (Figura 1).

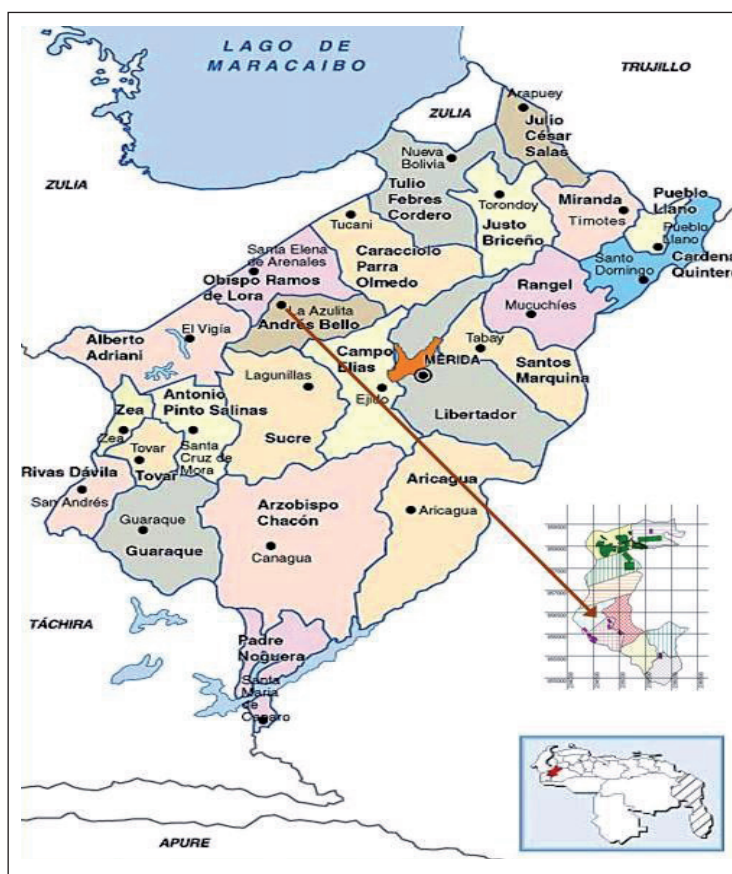


Figura 1. Ubicación relativa del área de estudio.

**Geología:** La estación experimental “San Eusebio” se encuentra sobre la formación Colón (Cretáceo), constituida principalmente por rocas pertenecientes a la era Cenozoica del período Terciario y época Eoceno, así como rocas del Cretáceo superior (Orozco, 1963). Litológicamente están constituidas por lutitas estratificadas, masivas, de color negro, no calcáreas y de fractura concoidea (Márquez, 1988). Se encuentran con mayor frecuencia pizarras, areniscas, esquistos y rocas arcillosas.

**Clima:** La zona de estudio se encuentra en la Zona de Vida, según Holdridge, de Bosque Húmedo Montano Bajo, donde la precipitación anual alcanza un promedio cercano a los 2.000 mm distribuida en una estación lluviosa, de marzo a noviembre, y una menos lluviosa, de diciembre a febrero. Las frecuentes neblinas y las temperaturas medias frescas, entre 13 °C y 16 °C, reducen la evaporación y disminuyen la radiación solar directa, creando inmejorables condiciones bioclimáticas para el desarrollo de una rica vegetación arbórea siempre verde y favoreciendo un abundante epifitismo (Ricardi y Marín, 1996).

**Suelos:** Principalmente Inceptisoles, con textura y profundidad variables, con un alto contenido de materia orgánica (5,5% C) y buen drenaje. La acidez es bastante elevada (pH 4,2 a 5). El contenido de fósforo es bastante bajo, la capacidad de intercambio catiónico es relativamente baja (12-18meq/100 g de suelo), predominando el aluminio como catión intercambiable (Grimm y Fassbender, 1981, citados por Arends *et al.*, 1991-1992). Los suelos fluctúan entre los franco-arcillosos y arcillosos y el drenaje varía con la pendiente (Hetsch y Hoheisel, 1976).

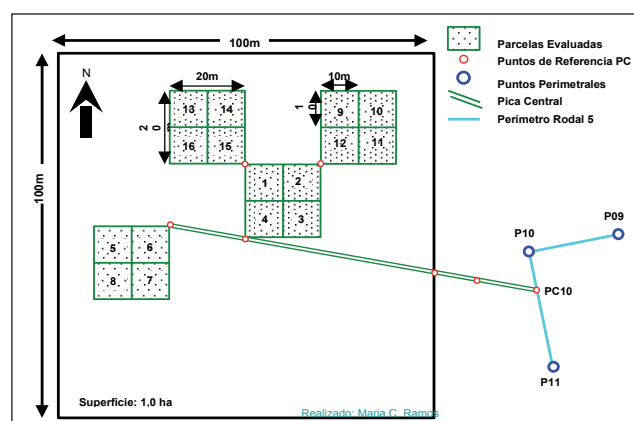
**Vegetación:** El bosque primario está compuesto por árboles donde los dominantes logran alcanzar alturas de hasta 30 m; estas alturas pueden variar localmente por las condiciones edáficas (Ewel y Madriz, 1976). Su densidad es alta, los fustes son rectos y las copas son cortas con relación a la altura de los tallos. El conjunto es cerrado pero deja pasar suficiente luz permitiendo el crecimiento vigoroso del sotobosque. Existe gran variedad de epífitas y en los árboles abundan los musgos, las bromelias, orquídeas y las Araceae. En las partes más claras se encuentran abundantes palmas y gramíneas (*Chusquea* sp), así como helechos arborescentes (*Cyathea* sp). También es frecuente el yagrumo de hoja blanca

(*Cecropia* sp) y la palma de cera (*Ceroxylon* sp), buenos indicadores de esta formación. Entre las especies de valor comercial destacan las de las familias Lauraceae, Myrtaceae, Theaceae y Meliaceae; en algunas zonas, como en San Eusebio, se encuentran numerosos pino lasos (*Retrophyllum rospigliosii*) de la familia Podocarpaceae.

## MÉTODO

El trabajo de campo se realizó en dos sitios: uno con vegetación primaria, o no intervenido (testigo) y otro intervenido (bosque secundario avanzado), consecuencia de un estudio destructivo de biomasa realizado en 1976 (Grimm y Fassbender, 1981).

**Inventario del Bosque Primario:** se aplicó un muestreo aleatorio simple, dando preferencia a sitios de fácil acceso y poco perturbados. La figura 2 muestra los detalles del diseño de muestreo. Los individuos con dap > 5 cm se evaluaron en parcelas de 100 m<sup>2</sup> (10m x 10m), mientras que aquéllos con dap < 5 cm, se evaluaron en subparcelas de 25 m<sup>2</sup> (5m x 5m).

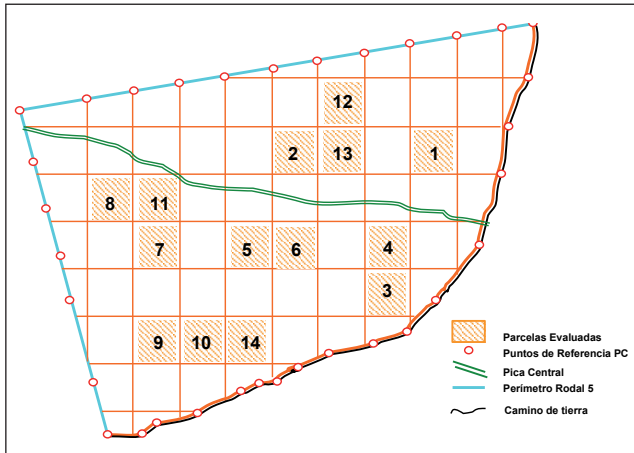


**Figura 2.** Diseño de Muestreo, Bosque Primario, Rodal 5, B.U. San Eusebio, Mérida, Venezuela.

**Inventario del Bosque Secundario Avanzado:** se realizó sobre una superficie de 0,56 ha, en la cual se ubicaron 14 parcelas de 100 m<sup>2</sup> (10m x 10m), de manera similar a la empleada para el levantamiento del Bosque primario (Figura 3).

Las características evaluadas en ambos tipos de bosque fueron: dap, altura total, mecanismos de recuperación (considerando las observaciones realiza-

das en cada uno de los individuos y de la experiencia de los obreros de la zona) y posición fitosociológica.



**Figura 3.** Diseño de Muestreo, Bosque Secundario, Rodal 5, B.U. San Eusebio, Mérida, Venezuela.

## VARIABLES CALCULADAS

### Índice de Valor de Importancia (IVI)

El índice de Valor de Importancia (IVI) propuesto por Curtis y Mcintosh (1951), citado por Corredor, (2001), sintetiza los parámetros de Abundancia, Frecuencia y Dominancia relativas y describe la comunidad vegetal en el presente; da una referencia aproximada de cómo es la estructura horizontal del bosque. Se calcula con base en la fórmula:

$$IVI = Abr\% + Fr\% + Dr\%$$

Donde: Abr%: Abundancia relativa; Fr%: Frecuencia relativa; Dr%: Dominancia (área basal) relativa.

### Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA)

El índice de valor de importancia ampliado (IVIA) propuesto por Finol (1975), citado por Corredor, (2001), se obtiene a partir del valor obtenido en el IVI más la información referente a la regeneración y la posición sociológica, lo que permite sintetizar la contribución fitosociológica de cada especie en la estructura horizontal y vertical de cada comunidad. Para ello se empleó la siguiente fórmula:

$$IVIA = IVI + RNR + PSR$$

Donde: IVIA: Índice de valor de importancia ampliado; IVI: Índice de valor de importancia; RNR: Regeneración natural relativa (%); PSR: Posición sociológica relativa (%)

### Índice de Similitud de Jaccard

Proporción del número de especies presentes en dos comunidades con relación al número total de especies que están presentes en ambas comunidades.

$$IJ = \frac{n^{\circ} \text{espcomunes}}{n^{\circ} \text{totalesp}}$$

Donde:  $n^{\circ}$ espcomunes: N° de especies comunes;  $n^{\circ}$ totalesp: N° total de especies

### Índice de diversidad de Shannon-Wiener

Se calculó la diversidad de ambas comunidades a partir de las siguientes fórmulas:

$$H' = -\sum pi * \log(n) * pi$$

$$H' \text{ max} = \log S$$

$$Pi = \frac{ni}{N}$$

$$E = \frac{H'}{H \text{ max}}$$

Donde: H': Índice de diversidad de Shannon-Wiener; H' max: Máximo valor posible de diversidad; S: Número total de especies; Pi: Proporción (abundancia relativa); ni: Número de individuos de cada especie; N: Número total de individuos de la subparcela; E: Equitabilidad

### Determinación del coeficiente de mezcla (CM)

Permite determinar la diversidad de áreas, ya que integra la composición florística y la densidad del área (Corredor, 2001).

$$CM = \frac{n^{\circ} \text{especies}}{n^{\circ} \text{ind sup}}$$

Donde:  $n^{\circ}$  especies: Número de especies;  $n^{\circ}$  ind sup: Número de individuos por unidad de superficie.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

### Curva especie-área y confiabilidad del inventario

Con base en los datos levantados se construyó la curva especie-área (Figura 4); del análisis de la misma se infiere que el área levantada cumple con los requisitos de representatividad.

La intensidad de muestreo utilizada para el bosque primario fue del 16%. Analizando la variable densidad de especies por hectárea se obtuvo un coeficiente de variación de 21,41 % y un error de muestreo de 4,94 % (con una probabilidad del 95%), lo cual está por debajo del límite recomendado, que es de 10%.

En el bosque secundario avanzado se aplicó una intensidad de muestreo de 25%. Analizando la variable densidad (spp/0,56 ha) se obtuvo un coeficiente de variación de 31,24 % y un error de muestreo de 7,42 % (con una probabilidad del 95%), siendo la muestra estadísticamente confiable para hacer inferencias a la comunidad, lo que concuerda con los resultados del análisis de la curva especie-área.

### Composición florística y estructura

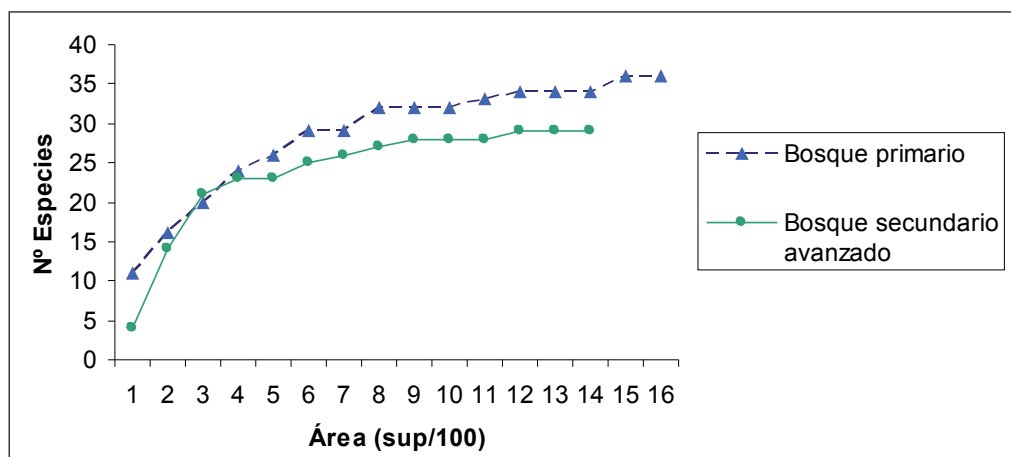
**Índice de Valor de Importancia (IVI).** En 1600 m<sup>2</sup> evaluados en el bosque primario se encontró un total de 286 individuos con diámetros mayores o iguales que 5 cm, lo que representa 1788 ind/ha. Se encontró 36 especies arbóreas pertenecientes a 20 familias.

La especie más representativa según el índice de valor de importancia (Cuadro 1) es *Myrcia fallax*, seguida por las especies *Myrcia acuminata* y *Eugenia* sp, con valores de 34,93; 32,29 y 25,27 respectivamente.

El 56,98% de la abundancia relativa se encuentra concentrada en cinco especies: *Myrcia fallax*, *Myrcia acuminata*, *Eugenia* sp, *Zanthoxylum melanostictum* y *Eschweilera monosperma*. Sólo cinco especies tienen una frecuencia absoluta mayor al 50%: *Myrcia fallax*, *Eugenia* sp, *Billia colombiana*, *Eschweilera monosperma* y *Zanthoxylum melanostictum*. Con relación a la dominancia, la especie que presenta un mayor área basal es *Hyeronima moritziana* con un 13,84% (1,016 m<sup>2</sup>/1600 m<sup>2</sup>, equivalentes a 6,350 m<sup>2</sup>/ha); sin embargo, la especie *Retrophyllum rospigliosii*, con apenas dos ind/1600 m<sup>2</sup>, presenta un área basal relativa de 13,09% (0,961 m<sup>2</sup>/1600 m<sup>2</sup>, equivalentes a 6,006 m<sup>2</sup>/ha), importante debido al gran diámetro que generalmente alcanzan estos individuos.

En los 1400 m<sup>2</sup> evaluados en el bosque secundario avanzado se encontraron un total de 370 individuos con diámetro mayor que 5 cm, lo que representa 2643 ind/ha, distribuidas en 29 especies arbóreas, pertenecientes a 18 familias.

Según el índice de valor de importancia IVI (Cuadro 1), la especie ecológicamente más importante y representativa del bosque secundario es *Alchornea grandiflora*, con un valor de 61,87, siendo la especie más abundante, frecuente y dominante de esta comunidad, seguida por las especies



**Figura 4.** Curva especie área para el bosque primario y secundario avanzado, Rodal 5, B.U. San Eusebio, Mérida, Venezuela.

**Cuadro 1.** Índice de valor de importancia (IVI) de las especies más representativas de los bosques primario y secundario avanzado, Rodal 5, B.U. San Eusebio, Mérida, Venezuela.

Especie	Bosque primario (1600 m <sup>2</sup> )				Bosque secundario avanzado (1400 m <sup>2</sup> )			
	Abundancia Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI	Abundancia Relativa (%)	Frecuencia Relativa (%)	Dominancia Relativa (%)	IVI
<i>Alchornea grandiflora</i>	1,4	1,95	5,93	9,28	29,73	12,28	19,86	61,87
<i>Ardisia</i> sp.	0,7	1,3	0,08	2,08	5,68	1,75	7,27	14,7
<i>Billia colombiana</i>	4,9	6,49	4,6	15,99	3,51	5,26	3,5	12,27
<i>Centronia pulchra</i>	2,1	3,25	0,47	5,81	3,24	4,39	6,13	13,76
<i>Eschweilera monosperma</i>	5,24	5,84	6,67	17,76	2,43	4,39	1,26	8,08
<i>Eugenia</i> sp.	12,59	8,44	4,24	25,27	1,35	1,75	0,84	3,95
<i>Graffenrieda latifolia</i>	3,15	5,19	2,8	11,14	3,15	5,19	2,8	11,14
<i>Guarea kunthiana</i>	4,2	5,19	3,94	13,34	3,78	4,39	5,19	13,36
<i>Guettarda discolor</i>	0,35	0,65	0,08	1,08	6,49	7,02	9,32	22,82
<i>Hyeronima moritziana</i>	1,4	2,6	13,84	17,83	10	7,89	12,74	30,63
<i>Myrcia acuminata</i>	15,38	7,79	9,11	32,29	7,03	5,26	4,16	16,45
<i>Myrcia fallax</i>	17,13	10,39	7,41	34,93	0,27	0,88	0,15	1,3
<i>Prunus myrtifolia</i>	1,75	2,6	0,38	4,72	3,24	7,89	3,64	14,77
<i>Retrophyllum rospigiosii</i>	0,7	1,3	13,09	15,08	-	-	-	-
<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	6,64	5,84	9,28	21,76	8,92	7,02	12,71	28,64
Otras especies	22,37	31,18	18,08	71,64	11,18	24,64	10,43	46,26
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

*Hyeronima moritziana* y *Zanthoxylum melanostictum*, con valores de 30,67 y 28,64 respectivamente.

La importancia que tiene la especie *Alchornea grandiflora*, y en general las especies pioneras, sobre el comportamiento y recuperación de las áreas perturbadas se debe a sus estrategias reproductivas, que les permiten adaptarse eficazmente a las condiciones del sitio post-intervención e invadir rápidamente los claros formados, ya que requieren de la luz para lograr sobrevivir y desarrollarse exitosamente en la zona. Esta condición ha sido registrada en otras comunidades, incluso en el bosque primario cuando se forman pequeños claros por la caída natural de los árboles seniles (según lo reportado por Lamprecht, 1990, para los bosques de La Mucuy).

La riqueza y diversidad florística está concentrada en seis especies: *Alchornea grandiflora*, *Hyeronima moritziana*, *Zanthoxylum mel-*

*nostictum*, *Myrcia acuminata*, *Ardisia sp* y *Guettarda discolor*, lo que representa 67,85% de la abundancia del bosque. Con relación a la distribución de las especies sobre el área considerada, se encontró que sólo cinco especies: *Alchornea grandiflora*, *Hyeronima moritziana*, *Zanthoxylum melanostictum*, *Prunus myrtifolia* y *Guettarda discolor*, tienen una frecuencia absoluta mayor que 57,4 %. El área basal total encontrado para el bosque secundario avanzado se concentra principalmente en las especies antes mencionadas, que son también las más abundantes.

**Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA).** Para el análisis del índice de valor de importancia ampliado en el bosque primario se definieron tres estratos fitosociológicos según la altura de los árboles: el superior, conformado por los individuos con alturas totales mayores que 14 m, el intermedio,

por individuos entre 7 y 14 m y el inferior, por aquellos menores que los 7 m de alto.

El mayor número de individuos se encuentra concentrado en el estrato intermedio, con 4.281 ind/ha, seguido del estrato superior, con 1.406 ind/ha.

Para los individuos con diámetros menores que 5 cm se registró un total de 1.434 ind/400 m<sup>2</sup>, lo que representa a la hectárea 35.850 individuos, concentrados en la categoría I, menores que 1m de alto, (1.121 ind/400 m<sup>2</sup>, equivalentes a 28.025 ind/ha) siendo las especies *Myrcia fallax*, *Myrcia acuminata* y *Prunus myrtifolia* (con 22,21%; 20,96 % y 10,70%, respectivamente) las más importantes. En la categoría II (1-2m) la especie más abundante es *Myrcia fallax* con 857 ind/ha (17,24%) y en la categoría III (h>2m) la especie que presenta la mayor abundancia por hectárea es *Eugenia* sp, con 550 ind/ha, lo que representa el 20% del total de individuos en esta categoría.

En cuanto a la regeneración natural relativa, las especies con mayor valor son: *Myrcia fallax*,

*Myrcia acuminata* y *Eugenia* sp, con 17,30 %; 16,64% y 9,73% respectivamente.

Según el rango del IVIA (Cuadro 2), las tres especies más importantes que identifican el bosque primario de la selva nublada en San Eusebio son: *Myrcia fallax*, *Myrcia acuminata* y *Eugenia* sp, con valores de 68,68; 66,79 y 46,91, respectivamente, lo que coincide con los resultados obtenidos en otros estudios (Torres, 1965).

Para el bosque secundario avanzado las tres especies más importantes según el índice de valor de importancia ampliado (IVIA) son: *Alchornea grandiflora* con un valor de 97,10; *Myrcia acuminata*, con 53,54, y *Hyeronima moritziana*, con 46,79 (siendo importante esta última debido al porcentaje de regeneración relativa encontrado).

Analizando más detalladamente las variables que se utilizan para calcular el IVIA, se observa que, en cuanto a la posición sociológica, los individuos mayores que 5 cm de diámetro, se concentran en los estratos inferiores (individuos con alturas to-

**Cuadro 2.** Índice de valor de importancia ampliado (IVIA) para los bosques primario y secundario avanzado, Rodal 5, B.U. San Eusebio, Mérida, Venezuela.

Especie	Bosque primario					Bosque secundario avanzado				
	IVI	Pos. Soc. Rel. %	Reg. Nat. Rel. %	IVIA	Rango	IVI	Pos. Soc. Rel. %	Reg. Nat. Rel. %	IVIA	Rango
<i>Alchornea grandiflora</i>	9,28	1,32	2,95	13,55	14	61,87	30,19	5,05	97,1	1
<i>Ardisia</i> sp.	2,08	0,38	0,42	2,87	28	14,7	5,88	2,86	23,44	7
<i>Billia columbiana</i>	15,99	4,63	1,76	22,38	6	12,27	3,87	1,26	17,4	10
<i>Centronia pulchra</i>	5,81	1,89	3,35	11,05	16	13,76	3,41	3,51	20,68	9
<i>Eschweilera monosperma</i>	17,76	4,73	2,49	24,97	5	8,08	2,48	0,84	11,4	11
<i>Eugenia</i> sp.	25,27	11,91	9,73	46,91	3	3,95	1,24	2,72	7,9	15
<i>Gettarda discolor</i>	1,08	0,28	1,05	2,41	30	22,82	5,73	4,14	32,69	5
<i>Graffenrieda latifolia</i>	11,14	3,12	3,81	18,07	9	3,76	0,77	1,2	5,73	19
<i>Guarea kunthiana</i>	13,34	4,44	2,96	20,74	7	13,36	3,87	4,17	21,41	8
<i>Hyeronima moritziana</i>	17,83	1,32	1,22	20,37	8	30,63	10,99	5,16	46,79	3
<i>Myrcia acuminata</i>	32,29	17,86	16,64	66,79	2	16,45	6,81	30,28	53,54	2
<i>Myrcia fallax</i>	34,93	16,45	17,3	68,68	1	1,3	0,15	7,72	9,18	13
<i>Prunus myrtifolia</i>	4,72	1,23	10,03	15,98	11	14,77	2,79	10,51	28,07	6
<i>Retrophyllum rospigliosii</i>	15,08	0,47	1,47	17,02	10	-	-	-	-	-
<i>Zanthoxylum melanostictum</i>	21,76	6,9	2,84	31,5	4	28,64	8,67	4,37	41,69	4
Otras especies	71,64	23,07	21,98	116,71		53,64	13,15	16,21	82,98	
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>500</b>		<b>300</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>500</b>	

Donde: Pos. Soc. Rel. %: Posición sociológica relativa en porcentaje; Reg. Nat. Rel. %: Regeneración natural relativa en porcentaje.

tales menores que 6 m) con 4.000 ind/ha, seguidos por el estrato superior (alturas totales mayores que 8 m) con 3.886 ind/ha, lo que permite deducir que el crecimiento anual de cada una de las especies es pobre, tanto en diámetro como en altura.

Con relación a la regeneración natural (considerando todos los individuos con diámetros menores que 5 cm), se encontró un total de 1.824 ind/350 m<sup>2</sup>, lo que representa 52.114 ind/ha; se observa un gran número de árboles concentrados en la categoría I, menores que 1m de alto (1.570 ind/350 m<sup>2</sup>, equivalentes a 44.857 ind/ha). La baja presencia relativa de las especies en las categorías II (1-2 m) y III (>2m), con 109 ind/350 m<sup>2</sup> y 145 ind/350 m<sup>2</sup>, equivalentes a 3.114 ind/ha y 4.143 ind/ha, respectivamente, se explica por la escasa disponibilidad de luz en la mayoría de las parcelas y, además, porque la evaluación se realizó entre los meses de diciembre y enero, siendo aún época lluviosa y en la que se observa un mayor impulso en la germinación de las semillas de las diferentes especies, que probablemente no lograrán sobrevivir a la época de sequía.

Al considerar las categorías de tamaño se observó que la especie *Myrcia acuminata* presenta 18.829 ind/ha lo que representa el 41,97% de los individuos de la Categoría I. En la Categoría II la especie más abundante es *Myrcia fallax* con 3.314 ind/ha lo que representa un 27,52 % y, finalmente, en la Categoría III, la especie que tiene una mayor cantidad de individuos es *Alchornea grandiflora*, con 914 ind/ha, equivalente a 22,07%.

La especie que presenta una mayor regeneración relativa en la zona es *Myrcia acuminata* con un 30,28 %, seguida por *Prunus myrtifolia* con un 10,51%. La baja presencia de regeneración de la especie *Alchornea grandiflora* (5,05 %) está acorde con lo esperado, ya que ésta requiere de plena luz para alcanzar su desarrollo.

### Mecanismos de recuperación del bosque secundario avanzado

Las parcelas evaluadas en el área perturbada arrojaron que el mayor número de los individuos establecidos (74,86%) son producto de la dispersión de las semillas provenientes de las especies que originalmente se encontraban en la zona y/o de las especies de las áreas vecinas, mientras que un 25,14% de los individuos provienen de los brotes o retoños

de los tocones de los individuos remanentes después de la intervención, lo que en cierta forma ha contribuido con el avance de la sucesión.

De las especies que se originaron a partir de brotes y retoños (en los 1400 m<sup>2</sup> evaluados), el mayor número de individuos con estos mecanismos de reproducción lo registró la especie *Hyeronima moritziana*, con un 29,03%, seguida de *Guarea kunthiana* y *Eschweilera monosperma*, con 8,60% cada una; cabe señalar que estas especies también presentaron reproducción por semilla.

En la figura 5, se observa con más detalle los mecanismos de recuperación de las ocho especies más importantes según el IVI. Como se señaló anteriormente, en general la reproducción por semillas supera en un 50% la reproducción por brotes y retoños. La especie *Alchornea grandiflora* (la más abundante y representativa del bosque secundario) presenta ambos mecanismos de reproducción, siendo la reproducción por semilla el mecanismo de cicatrización más importante (93,64%), a diferencia de las especies *Guarea kunthiana* y *Hyeronima moritziana*, donde la reproducción por rebrote supera en un 15% la reproducción por semilla; éste mecanismo es más evidente aún en la especie *Eschweilera monosperma*, donde el porcentaje de rebrote alcanza un 77,78%.

### Análisis de diversidad

**Índice de Similaridad de Jaccard.** Según el índice de similaridad de Jaccard, obtenido para los diferentes estados del bosque (Cuadro 3), se encontró una semejanza de un 50% entre el bosque primario y el bosque secundario reciente (10 años después de la intervención), lo que representa una semejanza de 21 especies de las 42 especies encontradas. Al comparar el bosque primario con el bosque secundario avanzado (28 años después de la intervención), se observa una semejanza del 62,5% con un total de 25 especies semejantes de las 40 especies totales; esto se debe en gran parte a la posibilidad de entrada que han tenido las especies tolerantes a la sombra, dominantes en el bosque primario.

Al analizar la composición florística del bosque secundario, se encontró que en los últimos 18 años se ha mantenido la misma composición, observándose una semejanza del 51,4% (19 especies de 37 especies encontradas), ya que especies como: *Solanum*



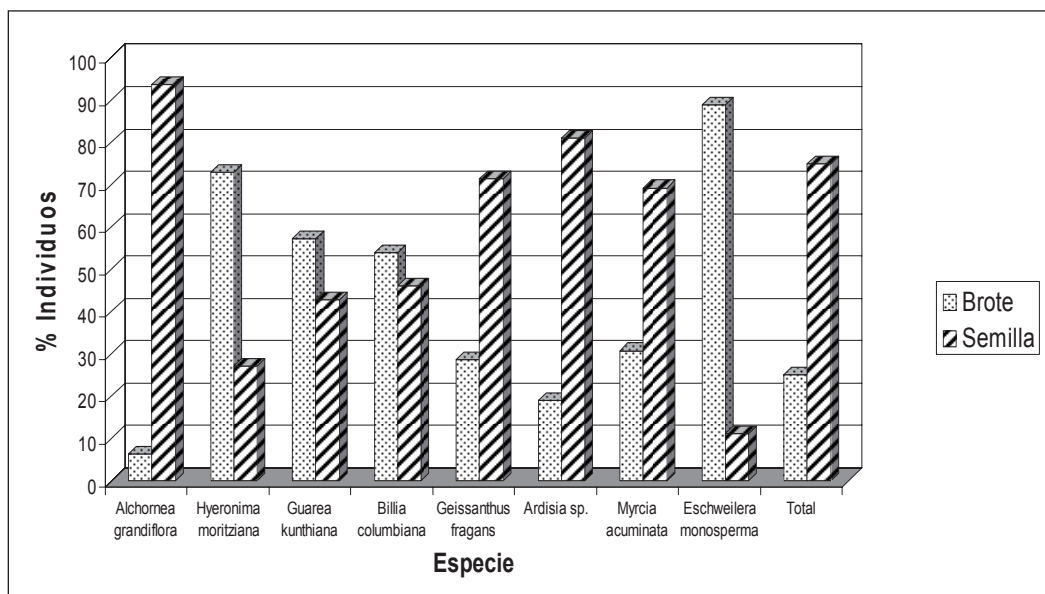


Figura 5. Mecanismos de recuperación de las ocho principales especies más importantes (según el IVI) del bosque secundario avanzado, en el Rodal 5, B. U. San Eusebio, Mérida, Venezuela.

*inopium*, *Ocotea karsteniana*, *Paragynoxys meridana*, *Symplocos amplifolia* detectadas en la primera medición, actualmente no se presentan en el área estudiada.

#### Índice de diversidad de Shannon y Wiener.

Aunque las superficies estudiadas son diferentes, en líneas generales se observó una mayor riqueza florística en el bosque primario (36 especies) con un índice de diversidad  $H'$  de 1,2582 y una equitabilidad de 0,80851, lo que concuerda con el coeficiente de mezcla que indica que aparece una nueva especie por cada ocho individuos evaluados. En cierta forma, se asemeja a los resultados obtenidos en el bosque secundario, donde el índice de diversidad  $H'$  es igual a 1,1337, con un valor de 0,77523 de equitabilidad y un coeficiente de mezcla que indica una

**Cuadro 3.** Similaridad de la composición florística entre el bosque primario y el bosque secundario reciente y avanzado, Rodal 5, Bosque San Eusebio, Mérida.

Bosque	Primario	Secundario Reciente	Secundario Avanzado
Primario	1	0,500	0,625
Secundario reciente	-	1	0,514
Secundario avanzado	-	-	1

menor diversidad con relación al bosque primario, ya que por cada trece individuos evaluados aparece una nueva especie (Cuadro 4).

A pesar de las diferencias que existen en cuanto al clima y las condiciones edáficas de estas dos localidades, se pueden comparar los resultados de éste estudio con los obtenidos por Corredor (2001) en Caimital, Estado Barinas; al respecto, dicho autor obtuvo un coeficiente de mezcla de 1/7 para el bosque maduro, siendo muy semejante al registrado en este estudio para el bosque primario, donde el  $CM=1/8$ . Al analizar el bosque secundario de Caimital, se observa que el  $CM=1/23$ , lo que indica que el bosque secundario de San Eusebio, con un  $CM=1/13$ , es más diverso.

**Cuadro 4.** Diversidad, Riqueza florística, equitabilidad y coeficiente de mezcla de los diferentes tipos de bosque.

Bosques	RF	$H'$	Hmáx	E	CM
Primario	36	1,25828627	1,5563025	0,80851009	1/8
Secundario avanzado (28 años)	29	1,13369416	1,462398	0,77522957	1/13

Donde: RF: Riqueza florística;  $H'$ : índice de diversidad; Hmáx: máximo valor posible de diversidad; E: Equitabilidad, CM: Coeficiente de mezcla

### Comparaciones entre los estados del bosque

Comparando los estados del bosque, se observa una mayor cantidad de individuos con diámetros superiores a los 5 cm en el bosque secundario (2.643 ind/ha) vs 1.788 ind/ha, en el bosque primario. Al comparar la riqueza florística, el bosque primario presenta un mayor número de especies (36 especies, representadas en 20 familias vs. 29 especies, representadas en 18 familias, encontradas en el bosque secundario avanzado).

Las especies arbóreas con diámetros mayores que 5 cm del bosque secundario avanzado, están representadas principalmente por las especies *Alchornea grandiflora* y *Zanthoxylum melanostictum*, con un 38,65% de la abundancia relativa, lo que contrasta notoriamente con el bosque primario, donde la mayor abundancia de especies está representada por *Myrcia fallax* y *Myrcia acuminata* (con un 32,51% entre ambas).

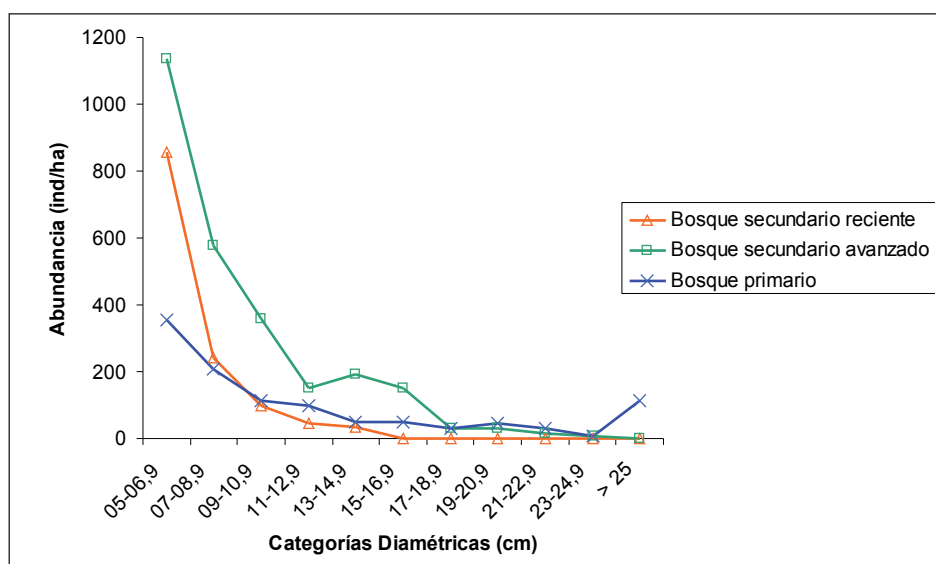
En el bosque primario se observó una mayor concentración de los individuos en las categorías diamétricas inferiores, al igual que en el bosque secundario reciente (10 años) y avanzado (28 años), observándose además la presencia de individuos con diámetros superiores a los 70 cm, en el caso de las especies *Hyeronima oblonga* y *Alchornea grandiflora*, y de hasta 110 cm en la especie *Retrophyllum rospigliosii*. En cuanto al bosque secundario reciente, se observaron individuos cuyos diámetros alcanzaron

los 15 cm para el caso de la especie *Phoebe cinnamomifolia*, mientras que en el bosque secundario avanzado se encontraron individuos con diámetros de hasta 23 cm, particularmente para las especies *Alchornea grandiflora*, *Guettarda discolor* y *Hedyosmun glabratum* (Figura 6).

En cuanto a las especies comerciales con diámetros mayores a los 5 cm, como son: *Podocarpus oleifolius*, *Guarea kunthiana* y *Laplacea semiserrata*, en el bosque primario se obtuvo una abundancia relativa, para estas tres especies, de 12,25%, mientras que en el bosque secundario se observó únicamente la presencia de las especies *Guarea kunthiana* y *Laplacea semiserrata*, con solamente 7% entre ambas; sin embargo, al analizar el resto de las especies comerciales en este tipo de bosque a nivel de la regeneración, se evidenció la escasa presencia de *Retrophyllum rospigliosii* y *Podocarpus oleifolius* (apenas 0,22% y 0,49% respectivamente).

### Avance de la sucesión secundaria

Analizando la composición florística del bosque original en comparación con los bosques secundario reciente y avanzado, son evidentes los cambios que se presentan con relación a la abundancia de acuerdo al temperamento ecológico de las especies, ya que en el bosque primario las especies más re-



**Figura 6.** Distribución diamétrica de las quince especies más importantes en los bosques primario y secundario (reciente y avanzado), Rodal 5, B.U. San Eusebio, Mérida, Venezuela.

Fuente: para el bosque secundario reciente, Villaquirán y Calderón (1987).

representativas son: *Myrcia fallax* con 49 ind/1600 m<sup>2</sup> (306 ind/ha) y *Myrcia acuminata* 44 ind/1600 m<sup>2</sup> (275 ind/ha), especies que se caracterizan por ser tolerantes a la sombra. En el bosque secundario, las especies más representativas son las pioneras, sobre todo *Alchornea grandiflora* y *Zanthoxylum melanostictum*.

Al considerar el avance de la sucesión se observa un incremento notorio con relación a la presencia de la especie más representativa del bosque secundario reciente: *Alchornea grandiflora*, donde inicialmente se registró una abundancia de 56 ind/1200m<sup>2</sup> (450 ind/ha) y actualmente en el bosque secundario avanzado se observó una abundancia de 110 ind/1400 m<sup>2</sup> (786 ind/ha). De la especie *Zanthoxylum melanostictum*, en el bosque secundario reciente no se encontró ningún individuo, mientras que en el bosque secundario avanzado se registraron 33 ind/1400 m<sup>2</sup> (236 ind/ha). Otra de las causas que probablemente está influyendo en el aumento de la abundancia de esta especie, es la existencia de una mayor formación de claros, causados por la muerte natural del bambú (*Chusquea* sp.), especialmente notoria para el momento de la evaluación en 2005. Para el caso de la especie tolerante a la sombra *Myrcia acuminata*, ésta presentó en el bosque secundario reciente una abundancia de tan sólo 9 ind/1400 m<sup>2</sup> (67 ind/ha), mientras que 18 años después, presentó 26 ind/1400 m<sup>2</sup> (186 ind/ha); esto indica el precario crecimiento y desarrollo de la comunidad durante ese lapso pero que, a pesar de mostrar un avance muy lento, muestra una tendencia hacia la disminución paulatina de la competencia, favoreciendo el establecimiento de estas especies. En el caso de la especie comercial *Guarea kunthiana*, se observó una disminución de su presencia, lo que indica que aún no están dadas las mejores condiciones para su establecimiento y desarrollo.

Con relación a la altura, cabe destacar que en el bosque secundario reciente se registró una altura promedio de 8 m y en el bosque secundario avanzado el promedio en altura aun sigue siendo 7,5 m, observándose algunos árboles emergentes con alturas de apenas 15 m para las especies *Ardisia* sp., *Billia colombiana*, *Guettarda discolor*, *Centronia pulchra* y *Miconia theaezans*.

El estudio de Villaquirán y Calderón (1987) mostró, con relación a la distribución diamétrica de las especies evaluadas, que el 75% de los individuos se concentraban en las categorías de 03-05

cm y el 17% en las categorías 05-07 cm, siendo la especie *Alchornea grandiflora* la mejor representada en las cuatro primeras categorías. Es importante señalar, que no se puede establecer una comparación con relación a la categoría diamétrica de 03-05 cm, ya que en el presente estudio se consideró como diámetro mínimo 5 cm (considerado suficiente, debido al crecimiento de los individuos que inicialmente se encontraban en esta categoría). Sin embargo, al analizar las categorías superiores, se observa que la categoría diamétrica 05-07 cm, presenta una mayor cantidad de individuos, siendo la especie *Alchornea grandiflora* la que se encuentra mejor distribuida en las primeras seis categorías, observándose además un leve incremento de los diámetros. Analizando los totales, se observó que el número de individuos presentes actualmente en la zona estudiada (2.643 ind/ha) duplica la cantidad registrada en la medición inicial (1.308 ind/ha), lo que indica que ciertamente la sucesión secundaria está avanzando, aunque de forma muy lenta (considerando que ya han pasado 18 años).

## CONCLUSIONES

Uno de los principales factores que ha impedido que el proceso de recuperación del bosque sea más rápido, se explica por la presencia del bambú *Chusquea* sp., que forma una red muy tramada que ha impedido el paso de la luz. Para el momento de la evaluación se observó una gran mortalidad de esta especie, lo que ha impulsado la germinación y el establecimiento de las especies de la zona.

En lo que se refiere a la composición florística, en los últimos 18 años no se han observado cambios muy marcados, ya que se encontró un total de 29 especies arbóreas, agrupadas en 18 familias, siendo las Lauraceae, Melastomataceae y Myrtaceae las más importantes, con una semejanza del 62,5% respecto al bosque primario.

Según el IVI e IVIA, las especies más importantes del bosque primario son: *Myrcia fallax*, *M. acuminata* y *Eugenia* sp. Para el bosque secundario avanzado las especies *Alchornea grandiflora*, *Hyeronima moritziana* y *Zanthoxylum melanostictum* son las más importantes según el IVI, mientras que según el IVIA la segunda especie más importante pasa a ser *M. acuminata*. *A. grandiflora* sigue siendo la más abundante y mejor dis-

tribuida del bosque secundario; sin embargo, su importancia ha disminuido por el establecimiento y desarrollo de otras especies que aparecen en etapas más tardías, como es *Z. melanostictum*.

En el bosque secundario avanzado la altura media es de unos 8 m y el dap de apenas 23 cm en *A. grandiflora*, *G. discolor* y *Hedyosmun glabratum*; en el bosque primario, se registran alturas de hasta 30 m y dap de 110 cm en *Retrophyllum rospigliosii*.

En cuanto a los mecanismos de recuperación del bosque secundario, se observó que el 74,86% de individuos se establecieron por medio de semillas, sin embargo, es importante señalar que 15 de las 29 especies encontradas, presentaron además reproducción por rebrote, que en general se corresponde con individuos remanentes.

## RECOMENDACIONES

Debido a las dificultades que se tuvo al tratar de restituir las parcelas evaluadas por Villaquirán y Calderón (1987), se recomienda el establecimiento de parcelas permanentes que permitan hacer un seguimiento más detallado acerca de los diferentes cambios que ocurren en el bosque secundario con el paso del tiempo.

Se debe determinar cuáles son las condiciones que favorecen el establecimiento del bambú (*Chusquea* sp.) y su influencia sobre el proceso de recuperación de la vegetación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARENDS, E., A. VILLAQUIRÁN y O. CALDERÓN. 1991-1992. Caracterización de la vegetación secundaria en un área talada de la selva nublada, Estado Mérida. *Revista Forestal Venezolana* 35-36: 13-22.
- ASQUITH, N. 2002. La dinámica del bosque y la diversidad arbórea. In: *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. (Editores Guariguata, M y Kattan, G.) Capítulo 16: 377- 401. Costa Rica. Editorial LUR.
- CORREDOR, J. 2001. *Silvicultura Tropical*. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Consejo de Publicaciones. Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico. 373 p.
- EWEL, J. y A. MADRIZ. 1976. *Zonas de vida de Venezuela*. Segunda edición. Caracas. MAC-FONAIAP. pp 224-231.
- GRIMM y FASSBENDER. 1981. Ciclos biogeoquímicos en un ecosistema forestal de los Andes Occidentales de Venezuela. Inventario de las reservas orgánicas minerales (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Al, Na). *Turrialba* 31(1): 27-37.
- HERNÁNDEZ, S. 2001. *Generación de una base de datos espaciales para el Bosque Universitario San Eusebio*. Trabajo Especial de Pasantía. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Escuela de Ingeniería Forestal. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. 73 p.
- HETSCH, W. y H. HOHEISEL. 1976. Standorts- und Vegetationsgliederung in einem tropischen Nebelwald. *Allg. Forst- u. Jagdzeitung* 147 (10/11): 200-209.
- LAMPRECHT, H. 1990. *Silvicultura en los Trópicos*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH. Cooperación técnica República Federal Alemana. Eschborn. 335 p.
- MÁRQUEZ, O. 1988. Génesis de una secuencia de suelos en el Bosque Experimental San Eusebio, La Carbonera Estado Mérida. *Revista Forestal Venezolana* 32: 133-150.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M. 1985. Claros, ciclos vitales de los árboles tropicales y regeneración natural de las selvas altas perennifolias. En: *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas de Veracruz, México*. (Editores Gómez-Pompa, A. y Del Amo, S): 192-239. Editorial Alhambra Mexicana, S.A de C.V.
- OROZCO, J. 1963. *Estudio sobre el análisis estructural con métodos gráficos de unas parcelas en el bosque San Eusebio "La Carbonera"*. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. 64 p.
- RICARDI, M. y M. MARÍN. 1996. Sinopsis de la flora pteridológica del Bosque La Carbonera San Eusebio, Mérida (Venezuela). [On line]. Última actualización 1996. [www.botanica.ciens.ula.ve/Plantula/Vol%201\(1\)/PDF/Sinopsis%20de%20la%20flora%20pteridologica.pdf](http://www.botanica.ciens.ula.ve/Plantula/Vol%201(1)/PDF/Sinopsis%20de%20la%20flora%20pteridologica.pdf). [Consulta: 10 Dic 2002].
- SARMIENTO, G. 1984. *Los ecosistemas y la ecósfera*. Barcelona, España. Editorial Blume Ecología. 267 p.
- TORRES, J. 1965. *Estudios estructurales en el rodal 5 del Bosque Universitario San Eusebio*. Mérida-Venezuela. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. 112 p.
- VILLAQUIRÁN, A. y O. CALDERÓN. 1987. *Evaluación del impacto de una corta total en La Selva Nublada, Edo. Mérida*. Informe de Pasantía. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. 75p.