

# Composición y diversidad de los bosques de la Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua: una base para el manejo sostenible

Un estudio pionero en la caracterización ecológica de bosques latifoliados en la región Atlántica nicaragüense.

M<sup>a</sup> Angeles Pérez Flores  
Bryan Finegan, Diego Delgado  
Bastiaan Louman

## RESUMEN

Se caracterizan diferentes tipos de bosques latifoliados en la comunidad indígena Awastigni del Atlántico norte de Nicaragua. A través del análisis de la vegetación ( $\geq 10$  cm dap en doce parcelas de muestreo de 0,25 ha cada una) fue posible identificar, caracterizar y comparar tipos de bosques en su composición, estructura, riqueza y diversidad florística.

Se identificaron tres tipos de bosque: bosque de *Astrocaryum*, *Grias* y *Carapa*; bosque mixto y bosque de *Dialium* y *Tetragastris*.

El bosque mixto presentó una mezcla de condiciones del sustrato a nivel de las parcelas de 0,25 ha; mientras que el *Astrocaryum Grias* y *Carapa* estuvo relacionado a sitios con suelos de medianamente profundos a muy profundos, textura arcillosa, sin pedregosidad y terrenos con drenaje pobre de lugares planos a bajos. En este bosque predomina la palma *Astrocaryum alatum*. El bosque de *Dialium* y *Tetragastris* ocurrió en áreas bien drenadas, con pendientes moderadas y suelos superficiales de textura franca, con pedregosidad desde centimétrica a rocosa.

Las curvas de acumulación de especies e índices de diversidad indican que el bosque mixto, tal vez debido a su mezcla de condiciones de sustrato, es el más rico y a su vez el más diverso en especies. Los otros dos tipos ocurren en condiciones más homogéneas de sustrato y es destacable la menor densidad y área basal del bosque de *Dialium* y *Tetragastris*, en condiciones de mayor pedregosidad del suelo.

La existencia y grado de dominancia de especies comerciales varió. Los tres bosques también difieren en cuanto a las especies raras ó especies con mayor riesgo para su explotación como parte del manejo, lo que indica que las intervenciones silvícolas en éstos deben variar según las características de cada tipo de bosque. Los resultados destacan la importancia de realizar una buena estratificación como parte de la planificación de las actividades del manejo forestal.

**Palabras clave:** Bosque de frondosas; bosque mixto; composición botánica; estructura del bosque; comunidades vegetales; Nicaragua.

## SUMMARY

**Composition and diversity of forests of Nicaragua's Autonomous North Atlantic Region: a basis for sustainable management.**

Types of broadleaved forest in the Awastigni indigenous community of northeastern Nicaragua were identified, characterized and compared in terms of their composition, structure, richness and diversity, through the analysis of the vegetation  $> 10$  cm dbh in twelve 0.25 ha sample plots. Three forest types were identified: *Astrocaryum*, *Grias* and *Carapa* forest, mixed forest, and *Dialium* and *Tetragastris* forest. Substrate conditions in the mixed forest were variable at the scale of the 0.25 ha plots. The *Astrocaryum*, *Grias* and *Carapa* forest was found on deep to very deep, poorly drained clay soils on level terrain and was dominated in terms of numbers of individuals by the palm *Astrocaryum alatum*, while the *Dialium* and *Tetragastris* forest was associated with shallow, stony but well-drained soils on moderate slopes.

Species-accumulation curves and diversity indices indicated that the mixed forest, perhaps because of its variable substrate conditions, had the highest species richness and diversity. The other two forest types occur in more homogeneous substrate conditions and the low density and basal area of the *Dialium* and *Tetragastris* forest on shallow, stony soils are notable.

The presence and degree of dominance of commercial timber species varied between forest types, as did the presence of rare species or species whose harvesting carries some degree of risk for population sustainability. These results indicate the need for designing silvicultural techniques appropriate to the characteristics of each forest type, and for an appropriate stratification of the forest resource as a basis for management planning.

**Keywords:** Forest of leafy; mixed forest; botanical composition; forest structure; vegetal communities; Nicaragua.

En la actualidad, las tendencias mundiales, regionales y locales se orientan hacia la práctica del manejo forestal sostenible, el cual requiere encauzar el uso de los recursos forestales a partir de información relevante y confiable. Alder y Synnott (1992) consideran que para manejar el bosque es necesario conocer qué produce y cómo crece; para responder estas interrogantes, entre los aspectos ecológicos requeridos, se debe primero identificar y reconocer los diferentes tipos de bosque; esto permitirá conducir el bosque hacia un estado ideal de producción y conservación.

En el Atlántico Norte de Nicaragua hay una gran cantidad de bosque, pero pocos estudios florísticos. Falta información sobre la fitosociología, diversidad florística y sus características que determinan el uso apropiado de los diferentes bosques, tanto para conservación como para producción. Por sus características estos bosques forman parte de una extensión de ecosistemas naturales considerada "de frontera" (WRI 2000) y constituyen áreas de conexión entre las zonas núcleo de la biodiversidad regional (CBA 1999). Además, son de gran valor por la biodiversidad vegetal y animal que mantienen, por su importancia económica en la provisión de bienes y servicios a las comunidades indígenas locales y al país, y por los servicios ambientales que prestan al mundo.

El objetivo de este trabajo es identificar y caracterizar tipos de bosque con relación a variables ambientales o condiciones de sustrato y comparar los diferentes tipos de bosque con base en su estructura, riqueza, composición y diversidad.

Este estudio ofrece información pionera y proporciona las bases para la continuidad del manejo forestal sostenible fundamentado en la importancia que tienen los bosques de la RAAN para las iniciativas mundiales, regionales y locales que promueven el mantenimiento de la biodiversidad bajo estrategias de conservación y producción sostenible.

### Materiales y métodos

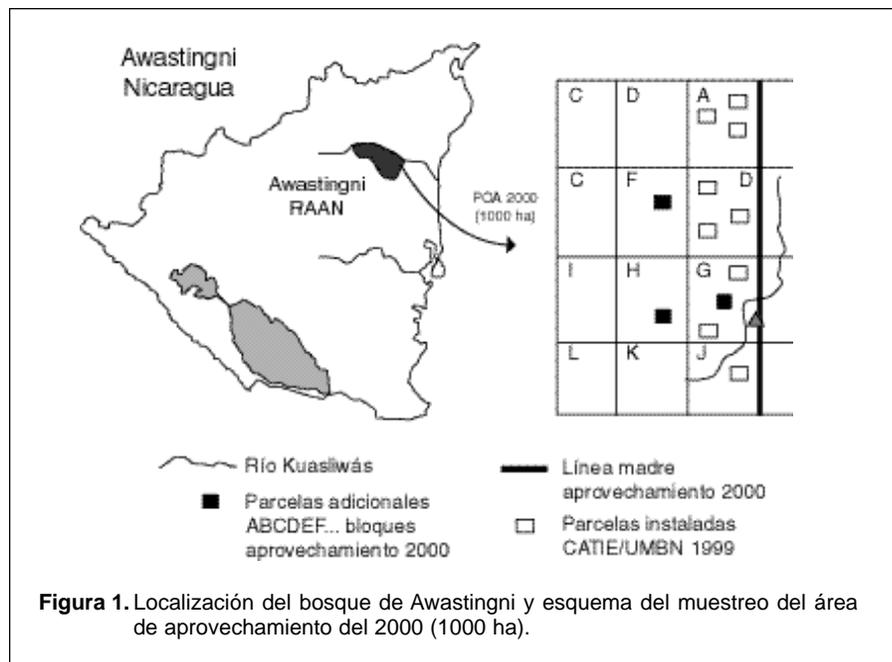
El área de Awastingni está dentro de la Región Autónoma del Atlántico

Norte. Abarca un área de 42 000 ha en la Región ecológica IV de Nicaragua (Figura 1).

Los terrenos de la zona son relativamente planos, con una elevación máxima de 102 msnm. La precipitación promedio oscila entre los 2 750 y los 4 000 mm. Los meses lluviosos van de junio a noviembre y hay una época seca de menor precipitación entre diciembre y mayo. La temperatura promedio anual máxima es de 30°C y la mínima de 22°C. Los bosques son latifoliados de tipo perennifolios del trópico húmedo (Salas 1993). Se han identificado dos grupos de suelos: Inceptisoles y Ultisoles. Sin embargo, se desconoce la extensión que ocupan (Swietenia 1992).

Antes de 1999 no se había hecho ningún estudio sobre la vegetación del área. Trabajos recientes en la conce-

de bosque mediano sotobosque denso (Bmsd) y bosque mediano sotobosque ralo (Bmsr). Se utilizaron parcelas de 0,25 ha (50 m x 50 m). Nueve de estas parcelas fueron seleccionadas al azar de los cuatro cuadrantes dentro de parcelas permanentes de muestreo (PPM) de una hectárea (100 m x 100 m) previamente establecidas por la Unidad de Manejo Bosques Naturales (UMBN) del CATIE. Estas PPM están ubicadas de manera sistemática sobre una línea madre de 3,5 km de largo, con una distancia mínima de 300 m entre PPM (Fig. 1). Para este trabajo se instalaron tres parcelas adicionales de 0,25 ha en puntos aleatorios dentro de áreas de bosque homogéneo (Figura 1). En las parcelas se enumeraron todos los árboles, palmas y lianas  $\geq 10$  cm dap; se registró el nombre común de la especie y se hizo



sión lograron establecer una estratificación preliminar del bosque con base en la fotointerpretación (MADENSA/CATIE-TRANSFORMA 1999).

### Establecimiento de parcelas y registro de datos

El presente estudio se ejecutó en el área de aprovechamiento del año 2000, dentro del bosque cedido en concesión por el Gobierno de Nicaragua a la empresa MADENSA. Con base en la estratificación preliminar (Cuadro 1) se seleccionaron las áreas

la identificación botánica; también se anotó el diámetro a 1,3 m, medido con cinta diamétrica, de acuerdo con las recomendaciones de Cailliez (1980).

Las identificaciones botánicas fueron realizadas por Nelson Zamora, curador de botánica del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Costa Rica, en visita de campo y a través de estudio de muestras botánicas. Para evaluar los atributos ambientales, cada parcela se dividió en 10 subparcelas de 25 x 10 m; en el cen-

**Cuadro 1.** Estratificación de los tipos de bosques presentes en la concesión MADENSA. (MADENSA/CATIE-TRANSFORMA 1999).

Estrato	ha	% con respecto al total
Matorral	885	2,1
Bosque alto denso	2670	6,3
Bosque bajo denso	3605	8,5
Bosque mediano sotobosque denso (Bmsd)	24,550	58*
Bosque mediano sotobosque ralo (Bmsr)	7270	17,2*
Sin clasificar	350	7,9
<b>Total</b>	<b>42,350</b>	<b>100</b>

\*Áreas seleccionadas en el estudio actual

tro de cada una se registraron los datos de las variables edafológicas utilizando la metodología de Suárez de Castro (1980); se midió la profundidad del suelo, la pendiente en porcentaje, textura del suelo superficial y el pH (con equipo de campo y en el laboratorio) y la materia orgánica. Los análisis de laboratorio se realizaron en la Universidad Nacional Agraria en Managua. Otros atributos, como pedregosidad, drenaje del suelo y color se evaluaron siguiendo la metodología de Terán (1997).

#### Análisis multivariado

Se realizó un análisis multivariado a partir de una matriz primaria con el IVI (índice de valor de importancia) de cada especie (Curtis y McIntosh 1950) en cada parcela de muestreo; se eliminaron todas las especies representadas por un solo individuo o que aparecieron en una sola parcela (Gauch 1982). Los tipos de bosque se definieron con base en los resultados de la clasificación por análisis de conglomerados, utilizando el método de Ward. Para verificar si el agrupamiento del análisis multivariado estaba relacionado con variables ambientales se utilizó un análisis canónico discriminante para el conjunto de las variables ambientales o edafológicas evaluadas, y a nivel de las variables individuales. Por último, tomando en cuenta que la variación de la composición de las comunidades naturales es normalmente continua y que a menudo no existen límites bien definidos entre ellas, se realizó además un análisis de ordenación (DECORANA). Para la interpretación florística y ambiental de todas las muestras se utilizó una tabla de trabajo fitosociológica (Pérez 2000).

Los tipos de bosques, definidos por el procedimiento anterior, se compararon en estructura, composición y diversidad en forma descriptiva o mediante análisis estadístico. La estructura fue evaluada con base en el número de árboles ha<sup>-1</sup>, el área basal y sus distribuciones diamétricas. La composición por tipo de bosque se resumió comparando las especies más importantes según el IVI y las familias más representativas en relación al número de especies y número de individuos por familia por tipo de bosque. Se evaluó la similitud entre bosques, utilizando el índice de similaridad de Czekanowski y el índice de Sorensen (Lamprecht 1990). Para comparar la riqueza de las especies entre tipos de bosques se utilizaron las curvas aleatorizadas de acumulación de especies (Colwell 1997). La diversidad se comparó con los índices de diversidad de Shannon, Simpson y el índice de Fisher (Colwell 1997 y Magurran 1988). Para calcular índices de similaridad y de diversidad florística se utilizó una área de muestra uniforme para cada tipo de bosque, siendo esta área la del tipo de bosque de menor área total muestreada (0,5 ha o dos parcelas). A través de este procedimiento se pretendió eliminar efectos de área en los resultados. Finalmente, se calculó la proporción de especies comerciales para dos clases diamétricas (10 - 40 cm dap y dap > 40 cm) en 0,5 ha de cada tipo de bosque.

#### Resultados

##### Descripción general de vegetación

En las doce parcelas (3 ha) se identificaron y midieron 1440 individuos entre árboles, palmas y lianas  $\geq 10$  cm

dap, que representaron un total de 126 especies, distribuidas en 116 géneros y 46 familias. Las especies que estaban determinadas por un solo individuo o que ocurrieron en una sola parcela fueron 29 y no se incluyeron en el análisis multivariado. En dicho análisis se utilizó entonces un total de 97 especies. Las especies excluidas del análisis multivariado sí se tomaron en cuenta para el análisis de riqueza y diversidad.

El análisis multivariado permitió identificar tres tipos de bosque con diferente número de parcelas: tres parcelas (0,75 ha) para el primer tipo de bosque, siete parcelas (1,75 ha) para el segundo y dos parcelas (0,5 ha) para el tercero. Los tipos de bosque fueron identificados con los nombres de las especies con mayor peso ecológico (IVI) y que contribuyeron más a su diferenciación según los valores de *F* en un análisis canónico discriminante. Las especies más representativas de cada tipo de bosque fueron: *Astrocaryum alatum*, *Grias cauliflora* y *Carapa guianensis* para el primer tipo, una mezcla de especies del primero y el tercero para el segundo tipo, y *Dialium guianense* y *Tetragastris panamensis* para el tercer tipo. Así los tipos de bosque fueron nombrados bosque de *Astrocaryum*, *Grias* y *Carapa*, bosque mixto y bosque de *Dialium* y *Tetragastris*.

#### Comparación entre tipos de bosque

##### Estructura

El bosque *Astrocaryum*, *Grias* y *Carapa* presentó el mayor número promedio de individuos por ha (620, d.e. 54), seguido por el bosque Mixto (443, d.e.103) y el bosque *Dialium* y *Tetragastris*, con el promedio menor (396, d.e.158). Las áreas basales para los tres tipos de bosque fueron 22 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup> (d.e. 4), 21 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup> (d.e. 2) y 17 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup> (d.e. 0,6), respectivamente. No hubo variación estadísticamente significativa entre los tipos de bosque para ninguno de estos parámetros estructurales (prueba de Kruskal-Wallis, aproximación  $X^2: p > 0,05$ ). En los tres tipos de bosque, el número de individuos muestra una distribución en forma de una j-invertida, mientras el

área basal se concentra en las clases diamétricas intermedias. Las distribuciones diamétricas del número de árboles y el área basal en el bosque de *Dialium* y *Tetragastris* presentaron vacíos en las clases diamétricas superiores (Figura 2a y 2b), probablemente debido al tamaño pequeño de la muestra (0,5 ha).

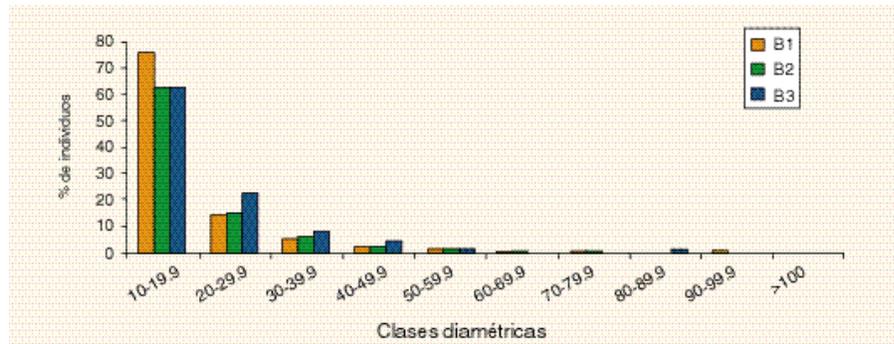
**Riqueza y diversidad de especies**

En cuanto al número promedio de especies, el bosque *Astrocaryum Grias* y *Carapa* presentó 43 especies en 0,25 ha (d.e. 6, n = 3), una riqueza similar a la del bosque Mixto con 42 (d.e. 7, n = 7); el bosque menos rico fue el de *Dialium* y *Tetragastris* con 31 (d.e. 5, n = 2). Al igual que en el caso de los parámetros estructurales, la prueba de Kruskal Wallis no indicó diferencias estadísticas significativas acerca de la riqueza de especies entre tipos de bosque.

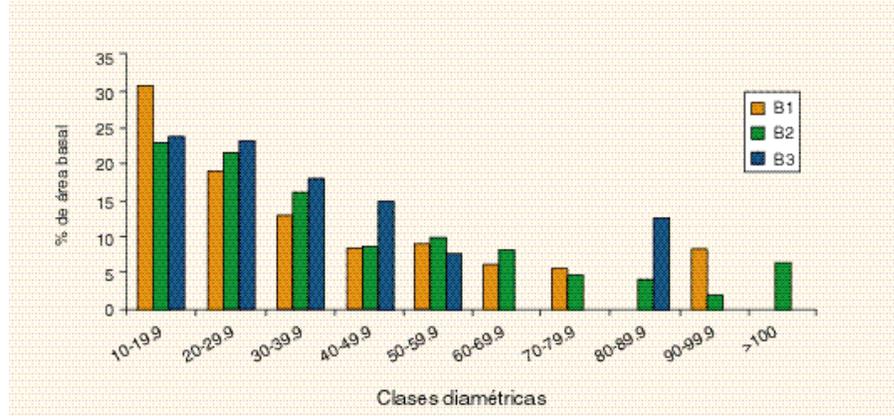
Por otra parte, las curvas de acumulación de especies (Figura 3) indican que el bosque mixto es el más rico por área, siendo más clara la diferencia por número de individuos. El bosque de *Astrocaryum*, *Grias* y *Carapa* es más diverso en especies que el *Dialium* y *Tetragastris* por unidad de área, pero esta diferencia desaparece evaluándola por número de individuos. Probablemente, la diferencia por área se debe a que la densidad tiende a ser mayor en *Astrocaryum*, *Grias* y *Carapa* que en *Dialium* y *Tetragastris*. Los tres índices de diversidad para una superficie de 0,5 ha por tipo de bosque también indican que hay diferencias entre bosques (Cuadro 2). El bosque mixto presentó la diversidad mayor según cada índice. Los bosques de *Dialium* y *Tetragastris*, y *Astrocaryum*, *Grias* y *Carapa* no difieren mucho según los índices de Shannon y Fisher; el primero es un poco más diverso que el último según el índice de Simpson.

**Composición**

En el bosque *Astrocaryum*, *Grias* y *Carapa* las especies que le dieron su nombre fueron las que presentaron el más alto IVI y este tipo de bosque fue el que mostró el mayor grado de dominancia para una especie individual (Figura 4). Las familias más representativas fueron *Arecaceae* como la más abundante y *Euphorbiaceae*,



**Figura 2a.** Distribución del porcentaje de individuos por clases diamétricas en B1) bosque de *Astrocaryum*, *Grias* y *Carapa* (N = 620), B2) bosque Mixto (N= 443), y B3) bosque de *Dialium* y *Tetragastris* (N=396) en la región Atlántica de Nicaragua.



**Figura 2b.** Distribución del porcentaje de área basal por clases diamétricas en B1) bosque de *Astrocaryum*, *Grias* y *Carapa* (22 m<sup>2</sup>/ha<sup>-1</sup>), B2) bosque mixto (21 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>), y B3) bosque de *Dialium* y *Tetragastris* (17 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>).

**Cuadro 2.** Diversidad florística de los tipos de bosque en 0,5 ha para cada tipo.

Índices de diversidad	H'	S	F
Bosque <i>Astrocaryum</i> , <i>Grias</i> y <i>Carapa</i>	3,029	0,132	23,37
Bosque Mixto	3,797	0,033	35,61
Bosque <i>Dialium</i> y <i>Tetragastris</i>	3,100	0,087	21,53

H': índice de Shannon S: índice de Simpson F: índice de Fisher.

Rubiaceae y Fabaceae/Pap. como las más ricas en especies (Pérez 2000). Las especies *Tetragastris panamensis*, *Astrocaryum alatum*, *Pseudolmedia spuria*, *Carapa guianensis* y *Gymnanthes riparia* fueron las más importantes del bosque Mixto. La familia más abundante fue nuevamente *Arecaceae*, seguida por *Meliaceae* y *Lecythidaceae*. Las familias más ricas en especies fueron *Flacourtiaceae*, *Fabaceae/Mim.* y *Euphorbiaceae* (Pérez 2000). Para el bosque de *Dialium*, las especies más importantes fueron *Dialium guianense*, *T. panamensis* y *Lindackeria laurina* (Figura 4). La familia más abundante

fue *Fabaceae/Caes.* y las familias más ricas en especies fueron *Moraceae*, *Flacourtiaceae* y *Fabaceae/Mim.* (Pérez 2000). Es importante destacar que las especies consideradas representativas de cada bosque se encontraron en los demás tipos de bosque, pero con menor importancia; con la excepción de *A. alatum* y *C. guianensis*, que no se encontraron en el bosque de *Dialium*.

**Similitud entre bosques**

De acuerdo con los dos índices de similitud (Cuadro 3), los bosques de *Astrocaryum*, *Grias* y *Carapa* y Mixto fueron los más similares; el valor

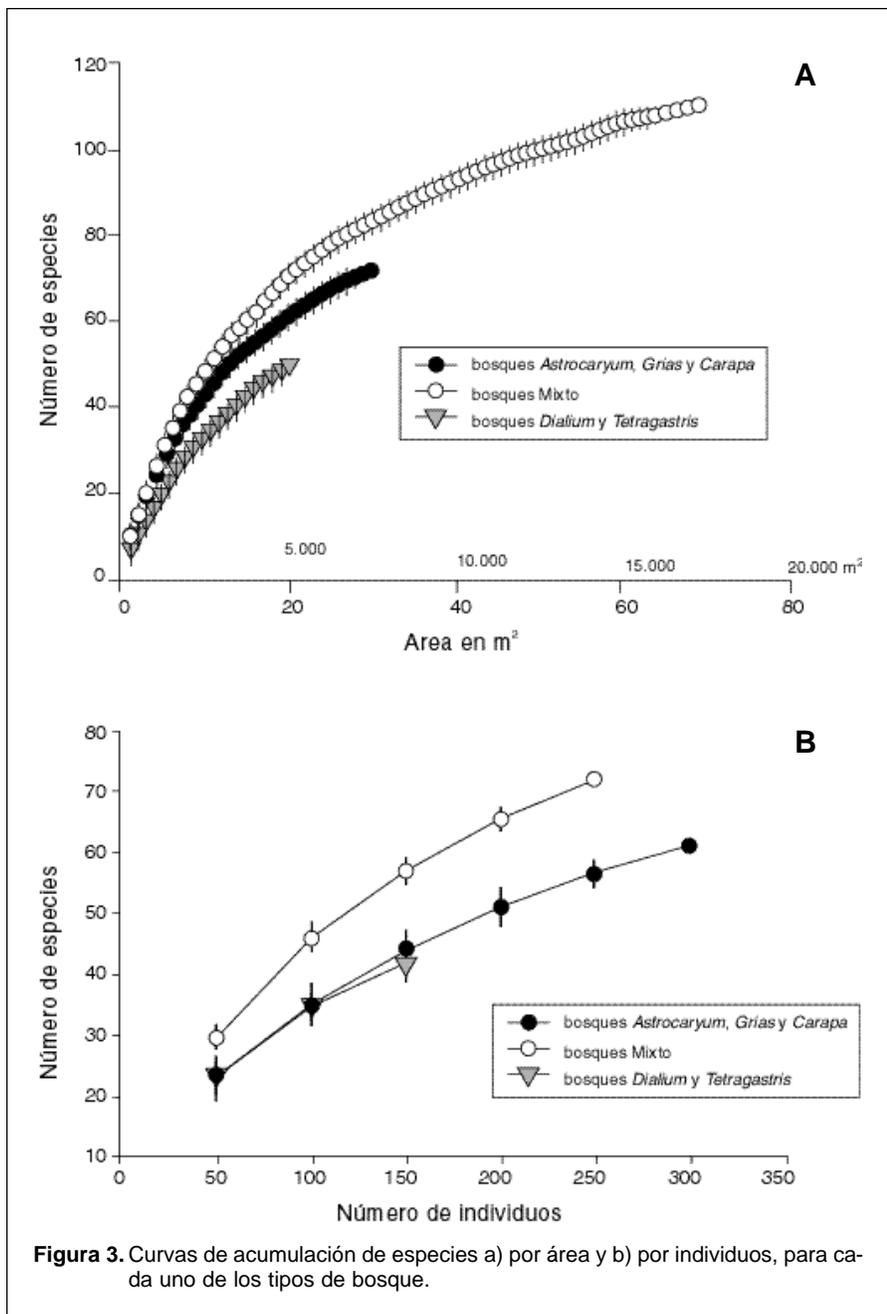


Figura 3. Curvas de acumulación de especies a) por área y b) por individuos, para cada uno de los tipos de bosque.

de similitud entre el bosque Mixto y el de *Dialium* y *Tetragastris* fue intermedio. La similitud entre los bosques de *Astrocaryum*, *Grias* y *Carapa* y el de *Dialium* y *Tetragastris*, fue baja, como corresponde para dos tipos de bosque asociados con los extremos de un gradiente de condiciones de sustrato.

**Variables ambientales**

Los resultados del análisis canónico discriminante, según la prueba Lambda de Wilks, indicaron que para las variables tomadas en conjunto, no se

apreció la variable que ejerció mayor discriminancia en la diferenciación de los tipos de bosques. El análisis canónico de las variables en forma individual, detectó que las variables con mayor discriminancia para la diferenciación de los tipos de bosques fueron la pedregosidad ( $p = 0.0128$ ), profundidad del suelo ( $p = 0.0149$ ) y materia orgánica ( $p = 0.0015$ ), en tanto que la pendiente del terreno ( $p = 0.0542$ ) y la textura del suelo ( $p = 0.0603$ ) se acercaron al nivel de significancia. Las variables edafológicas que no

mostraron diferencias entre los tipos de bosques fueron el color del suelo y el pH.

El bosque *Astrocaryum*, *Grias* y *Carapa* se encuentra en sitios planos, bajos y temporalmente inundados, con suelos profundos a medianamente profundos, sin piedras, arcillosos y con mayores valores de materia orgánica (>5%). El bosque *Dialium* y *Tetragastris* con las especies *Astronium graveolens*, *Celtis schippii*, *Pouteria fossicola*, *Dialium guianense* y *Cordia alliodora*, se encuentra en suelos bien drenados, con pendientes suaves a moderadas, predominancia de suelos francos, superficiales, con pedregosidad entre escasa y fina, centimétrica y con pequeños afloramientos rocosos. Son suelos con porcentajes más bajos de materia orgánica y sin ocurrencia de caños.

**Cuadro 3.** Índices de similitud entre bosques para un área de muestra de 0.5 ha\*.

Tipo de bosque	<i>Astrocaryum</i> B1	Mixto B2	<i>Dialium</i> B3
B1 <i>Astrocaryum</i>	--	73,7	39,1
B2 Mixto	0,41	--	68,0
B3 <i>Dialium</i>	0,15	0,35	--

\*Los valores por encima de la diagonal son para el índice de Sorensen, y por abajo, para el de Czekanowski.

B1: bosque de *Astrocaryum*, *Grias* y *Carapa*.  
B2: bosque mixto.  
B3: bosque de *Dialium* y *Tetragastris*.

En el caso del bosque Mixto, las parcelas estaban ubicadas en sitios con una gran heterogeneidad de sustrato, a escala muy pequeña, incluyendo la presencia de caños con inundaciones temporales; dentro de una determinada parcela de 0.25 ha se localizaron subparcelas con marcadas diferencias de textura, profundidad y pendiente del terreno.

**Existencias comerciales**

Entre las especies de importancia comercial registradas en el estudio figuraron *A. graveolens*, *C. guanensis*, *D. guianensis*, *Symphonia globulifera*, *Tabebuia rosea* y *Terminalia amazonia*.

Las abundancias de las especies comerciales para el rango de 10 - 40 cm dap fueron: 206 individuos ha<sup>-1</sup>, lo que significa 30% del total de individuos en esta clase diamétrica en el

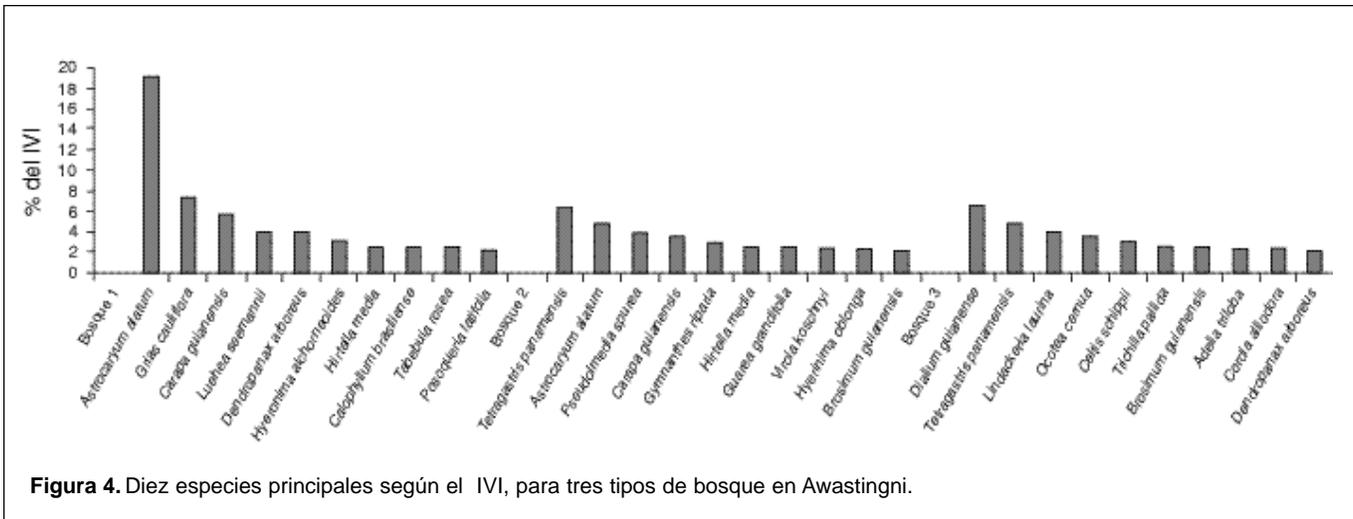


Figura 4. Diez especies principales según el IVI, para tres tipos de bosque en Awastingni.

bosque *Astrocarium*, *Grias* y *Carapa*; 184 individuos ha<sup>-1</sup> (36 %) en el bosque mixto y 164 individuos ha<sup>-1</sup> (41 %) en el bosque de *Dialium* y *Tetragastris*. Para las clases > 40 cm dap los rangos oscilaron entre 14 individuos ha<sup>-1</sup> (54 % con relación al total de individuos mayor a 40 cm dap) en el bosque de *Astrocarium*, *Grias* y *Carapa*, 16 individuos ha<sup>-1</sup> (62 %) en el bosque mixto y 18 individuos ha<sup>-1</sup> (69%) en el bosque de *Dialium* y *Tetragastris*. En 0,5 ha el bosque de *Dialium* y *Tetragastris* fue el más pobre en especies comerciales con un total de 10; en la misma superficie del bosque *Astrocarium*, *Grias* y *Carapa* se encontraron 22 especies comerciales y 20 en el mixto. Aunque *Swietenia macrophylla*, la especie más valiosa de los bosques centroamericanos, se encuentra en la zona, su abundancia es baja y sólo se ubicaron dos individuos mayores a 40 cm dap en bosque mixto, y otros dos entre 10 y 40 cm dap en bosque de *Dialium*.

En términos de área basal, el parámetro más directamente vinculado al volumen aprovechable, las especies comerciales acumularon 11 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de los 22 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> distribuido sobre todas las clases diamétricas en el bosque de *Astrocarium* (50%), 9,7 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de los 21 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> en el bosque mixto (46%) y 9,3 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> de los 17 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> en bosque de *Dialium* (55%).

### Discusión y conclusiones

En el área de aprovechamiento del 2000 se identificaron tres tipos de bos-

que. La variación en las distribuciones de especies individuales en los tipos de bosque estuvo relacionada con variables de sustrato que determinaron la ocurrencia de algunas especies representativas de cada tipo de bosque, más otras asociadas a ellas (véase también ter Steege *et al.* (1993), Duivenvoorden (1995), Terán (1997) y Clark *et al.* (1999).

Entre el bosque *Astrocarium*, *Grias* y *Carapa* y el bosque de *Dialium* y *Tetragastris* se observaron marcadas diferencias en la composición de especies asociadas con las condiciones contrastantes de suelo que a veces se manifiestan en distancias muy cortas. La asociación hallada para las especies más características del bosque *Astrocarium*, *Grias* y *Carapa* (*C. guianensis*, *G. cauliflora* y algunas del sotobosque, como *Adelia triloba* y *A. alatatum*), con sitios típicamente húmedos coincide con lo indicado en la literatura (véase también Hartshorn y Hammel (1994), Gallo (1999), Clark *et al.* (1999) y Zamora (2000)). Igualmente para algunas especies al otro extremo del gradiente de sustrato, en el bosque *Dialium* y *Tetragastris*, donde se observó una asociación de las especies *Astronium graveolens*, *Celtis schippii*, *Pouteria fossicola*, *Dialium guianense* y *Cordia alliodora*, con suelos típicamente bien drenados, con porcentajes más bajos de materia orgánica (véase también Salazar *et al.* (2000), Gallo (1999) y Herrera (1996)).

En el caso del bosque mixto, las parcelas estaban ubicadas en sitios

con una gran heterogeneidad de sustrato, a escala muy pequeña, incluyendo la presencia de caños con inundaciones temporales; dentro de una determinada parcela de 0,25 ha se localizaron subparcelas con marcadas diferencias de textura, profundidad y pendiente del terreno. Esta mezcla de condiciones de sustrato suele ocurrir en parcelas de más de 0,1 ha. Por eso, pudo observarse en una parcela de 0,25 ha, una mezcla de las condiciones de sustrato que caracterizan los otros dos tipos de bosque (véase también Ashton (1963, citado por Duivenvoorden (1995)). Esta mezcla de condiciones de sustrato conduce a una composición de especies mixta en las parcelas.

Por lo tanto, resulta claro que en el área de estudio hay dos tipos de bosque en condiciones homogéneas contrastantes de sustrato y baja similitud composicional (el *Astrocarium*, *Grias* y *Carapa* y el *Dialium* y *Tetragastris*); por otro lado, el bosque mixto presenta una combinación de las dos condiciones contrastantes de sustrato, exhibe una mezcla de especies y una similitud intermedia con respecto a los otros tipos. Con relación a la riqueza y diversidad de especies, el bosque más rico y diverso fue el mixto, probablemente debido a esa heterogeneidad ambiental en pequeña escala. El bosque más homogéneo, más bajo en área basal total y con menor densidad de individuos por hectárea, fue el bosque *Dialium* y *Tetragastris* pedregosidad del sustrato. Es en tales

condiciones de pedregosidad que, según otros estudios, se imponen restricciones en el área basal alcanzada y una baja densidad de individuos por hectárea.

La estratificación preliminar reconoció los dos tipos de bosque extremos por la presencia o ausencia de la palma *Astrocaryum*, que domina el sotobosque del bosque más húmedo y lo convierte en un sotobosque más denso. El bosque mixto no fue diferenciado claramente, quizá por su similitud con los otros dos tipos de bosque.

Para el manejo forestal sostenible la diferenciación entre los tipos de bosque es importante por varias razones:

▫ Las condiciones edáficas pueden influir negativamente la accesibilidad al bosque *Astrocaryum*, *Grias* y *Carapa*, sobretodo en los meses de mayor precipitación. Significaría que las actividades de manejo en este tipo de bosque se restringiría aún a menos meses que en el bosque *Dialium* y *Tetragastris*.

▫ Por la abundancia de la palma en el bosque *Astrocaryum* es importante conocer la función e impacto

que pueda tener un aprovechamiento sobre la abundancia de esta palma.

▫ A pesar de la menor densidad en el bosque *Dialium* y *Tetragastris* el área basal de las especies comerciales es muy similar a la de los bosques mixtos y *Astrocaryum*. El hecho que además contiene menos especies y es más seco que los otros tipos de bosque, puede facilitar su manejo.

▫ La ausencia de *Swietenia macrophylla* en las parcelas del *Astrocaryum* hacen que este tipo de bosque sea de menor interés económico que los otros tipos de bosque.

Para afirmar los puntos mencionados, sin embargo, se requiere de investigaciones sobre un área más amplia y un monitoreo de la dinámica de dichos bosques y de los impactos de actividades de manejo de esta dinámica y la composición, diversidad, riqueza y estructura de cada tipo de bosque.

Los resultados del presente estudio indican aspectos de tipificación y composición de especies, de la estructura poblacional y diversidad, que son interesantes al momento de considerar la ordenación forestal de estos bosques,

indican la importancia de una buena estratificación en las actividades del manejo forestal. El conocimiento de las características de los diferentes tipos de bosque, su composición, estructura y diversidad florística, deben ser herramientas de uso generalizado para la planeación y ejecución del manejo de bosques y la conservación de su biodiversidad. 

M<sup>a</sup> Angeles Pérez Flores  
Máster en Manejo de Bosques Naturales y  
Conservación de la Biodiversidad  
Tel: 502 265 7572  
mperez@ibw.com.ni

Bryan Finegan  
7170, CATIE  
bfinegan@catie.ac.cr

Diego Delgado  
7170, CATIE  
ddelgado@catie.ac.cr

Bastiaan Louman  
7170, CATIE  
blouman@catie.ac.cr

## Literatura citada

- Alder, D.; Synnott, T. 1992. Permanent Sample Plot Techniques For Mixed Tropical Forest. Oxford Forestry Institute, UK. Tropical Forestry Paper no. 25 124 p.
- Cailliez, F. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Vol. 1: Estimación del volumen. Roma, FAO. 92 p
- CBA. 1999. Resumen ejecutivo. Proyecto Corredor de Biodiversidad del Atlántico, Nicaragua.
- Clark, DB; Palmer, MW; Clark, DA. 1999. Edaphic factors and the landscape scale distributions of tropical rain forest trees. Ecology 80:2662 - 2675.
- Colwell, RK. 1997. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5. Users guide and application. Published at <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>
- Curtis, H.; Macintosh, R. 1951. An upland forest continuum in the prairie forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute, G. B. Paper N° 34. 135 p.
- Duivenvoorden, JF. 1995. Tree species composition and rainforest environment relationships in the midder Caquetá area, Colombia, NW Amazonas. Vegetatio 120:91-113.
- Gallo, M. 1999. Identificación de tipos de bosques primarios en la Zona Norte de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 64 p.
- Gauch, HJR. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge, USA, Cambridge University Press. 298 p.
- Hartshorn, GS.; Hammel, BE. 1994. Vegetation types and floristic patterns in La Selva. Ecology and natural history of a Neotropical forest. University of Chicago.
- Herrera, B. 1996. Evaluación del efecto del sitio en la productividad de las poblaciones de dos especies dominantes en un bosque tropical de la tercera fase de la sucesión secundaria en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 151 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. GTZ. Esborn, RFA. 335 p.
- MADENSA/CATIE-TRANSFORMA. 1999. Inventario forestal bosque latifoliado Awastingni: manual de campo. Informe interno.
- Magurran, A. 1988. Diversidad ecológica y su medición.
- Perez, Ma. 2000. Fitosociología de los bosques de la región autónoma del Atlántico Norte Nicaragüense, una base para el manejo sostenible. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 130p.
- Salas, JB. 1993. Árboles de Nicaragua. Managua, Nicaragua, IRENA.
- Salazar, R; Soihet, C; Méndez, JM. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 204 p.
- Steege, H; Jetten, V; Polak, M; Werger, M. 1993. Tropical rain forest types and soil factors in a watershed area in Guyana. Journal of Vegetation Science 4: 705-716
- Suárez de Castro, F. 1980. Conservación de suelos. San José, Costa Rica, IICA. 315 p.
- Swietenia. 1992. Inventario Forestal y Plan de Manejo para Maderas y Derivados de Nicaragua S. A. (MADENSA). Managua, Nicaragua.
- Terán, JR. 1997. Diseño de una red de parcelas permanentes con propósitos de manejo forestal en un bosque húmedo templado de Chuquisaca, Bolivia. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- WRI. 2000. World Resources Institute Forest Frontiers Initiative, Publications & Papers. Published at: <http://WWW.Wri.org/Wri/ffi/lff-eng/mtr-Why.htm>
- Zamora, N. 2000. Árboles de la Mosquitia hondureña: descripción de 150 especies. CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico no. 43. 335 p.