

Variaciones en la composición florística de tipos de bosque asociados con *Pachira quinata* (Jacq.) W.S. Alverson en el Bosque Universitario “El Caimital”, Barinas, Venezuela

*Variations in the florac composition of forests associated with **Pachira quinata** (Jacq.) W.S. Alverson in El Caimital University Forest, Venezuela*

ANA Y. MORET¹,
MIGUEL PLONCZAK¹,
MAURICIO JEREZ¹,
VICENTE GARAY¹,
LINO VALERA¹,
NELSON RAMÍREZ²,
DIMAS HERNÁNDEZ³
y ARGENIS MORA¹

- 1 Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Forestal, Grupo de Investigación Genética y Silvicultura (GENSIL), Mérida, Venezuela, E-mail: anayajaira.more@gmail.com
- 2 Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias, Grupo de Investigación Biología Reproductiva de Angiospermas del Instituto de Biología Experimental, Caracas, Venezuela
- 3 Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Centro de Estudios de Estudios Forestales y Ambientales de Postgrado, Maestría en Manejo de Bosques, Mérida, Venezuela

Recibido: 06-12-09 / Aceptado: 22-02-10

Resumen

La diversidad biológica es un tópico muy importante dentro de las discusiones de sustentabilidad, siendo actualmente uno de los principales retos para la gestión y conservación de los bosques. El objetivo de este trabajo fue determinar si comunidades boscosas asociadas a la presencia de la especie arbórea *Pachira quinata*, diferenciadas por la posición geomorfológica, presentan diferencias en su composición florística, medida con índices cuantitativos de diversidad. Para ello, se establecieron seis parcelas de 1 ha, ubicadas según un diseño aleatorio con restricciones. En cada parcela, se midieron todos los individuos de especies arbóreas con dap \geq 10 cm y una submuestra para los individuos entre 2,5 y 10 cm. Se estimaron las diversidades alfa y beta, el Índice de Valor de Importancia (IVI) y se realizó un análisis de conglomerados para determinar si existían similitudes florísticas entre los tipos de bosque. Se encontró que al considerar los individuos con dap \geq 10 cm tanto el análisis de los Índices de Diversidad Beta (Jaccard y Sorensen), como el análisis de conglomerados permitieron identificar la existencia de dos grupos de acuerdo a su similitud florística. Un grupo estuvo conformado por los tipos de bosque ubicados en las posiciones geomorfológicas banco + subbanco y un segundo grupo ubicado en la posición de bajo, donde los suelos tienen limitaciones de drenaje que solo pueden ser toleradas por ciertas especies, por lo que su diversidad fue menor y su composición florística diferente de los otros tipos de bosque.

Palabras clave: diversidad alfa y beta, saqui-saqui, sostenibilidad ecológica, clasificación de tipos de bosque.

Abstract

The biological diversity is a very important topic within the discussions on sustainability, and today is one of the major challenges for the management and conservation of forests. The objective of this work was to determine whether the forest communities associated with the presence of the tree species *Pachira quinata* differentiated according to geomorphologic position show differences in their floristic composition when as measured by several quantitative diversity indexes. Six one ha plots (two for each forest type) selected according to a restricted random design were established. In each plot, all individuals of tree species with dbh \geq 10 cm were measured, and individuals with dbh between 2.5 and 10 cm were counted in a subsample. Several diversity indexes were used to estimate the alpha and beta diversities, as well as the Index of Importance Value (IVI). A cluster analysis was carried out to find out if there were floristic similitudes among the forest types. It was found that for individuals with dbh \geq 10 cm both, the Analysis of Diversity Indexes (Jaccard and Sorensen) and cluster analysis allowed for the identification of two groups according to their floristic similitude. One group included the forest types located in geomorphologic positions identified as “banco” and “subbanco”, the second group included the forest type located in “bajo” characterized by drainage limitations that can be tolerated only by some species; therefore, differing in floristic composition and having lower diversity than the other types of forest.

Key words: alpha and beta diversity, saqui-saqui, ecological sustainability, forest type classification.

1. Introducción

La diversidad biológica es un tópico cada vez más importante dentro de las discusiones de sustentabilidad, y se ha convertido en los últimos años en uno de los principales retos para la gestión y conservación de las masas forestales. La relevancia de la biodiversidad para el desarrollo sustentable de ecosistemas forestales se basa en la teoría de que una alta diversidad en términos de elementos del sistema, complejidad de la estructura y las relaciones funcionales, incrementa la variedad (Lexer *et al.*, 2000). Una definición general de diversidad incluye la variedad y variabilidad entre organismos, en función de la abundancia y frecuencia de caracteres, organizados a diferentes niveles jerárquicos, tales como genes, especies y ecosistemas (diversidad entre especies, dentro de especies y en los ecosistemas). Tradicionalmente, se distinguen tres tipos de diversidad: la *alfa*, o primaria, referida al nivel de comunidad; la *beta*, o secundaria, que es la diversidad entre comunidades, y también es aplicada a los cambios que ocurren a través de una variable ambiental; y la *gamma*, o terciaria, correspondiente a la diversidad total (*alfa + beta*) (Magurran, 1989; Lähde *et al.*, 1999; Neumann y Starlinger, 2001; Moreno, 2001; Lexer *et al.*, 2000 y Del Río *et al.*, 2003).

La diversidad beta es un componente que debe ser tomado en cuenta en términos de conservación biológica, debido a que existe una relación inversa entre la diversidad beta de una región y las áreas de distribución de las especies dentro de ésta (Condit *et al.*, 2002, Harrison *et al.*, 1992), de forma que si en una región las especies presentan en promedio un área de distribución pequeña, los sitios difieren en cuanto a la composición de especies, es decir, la diversidad beta es alta. Si, por el contrario, las especies tienen un área de distribución amplia, los sitios se parecen más entre sí en términos de la composición de especies y la diversidad beta es baja (Rodríguez *et al.*, 2003 citado por Aguilar y Salgado, 2006).

La diversidad alfa puede ser medida a través de métodos basados en cuantificación del número de especies (*riqueza* específica), que dan una medida del número de especies por unidad de área; tales como los índices de riqueza, rarefacción, funciones de acumulación y métodos no paramétricos y a través de métodos basados en la distribución

proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc.) tales como índices de dominancia e índices de equidad.

A diferencia de la diversidad alfa, que puede ser medida fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias. Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos (Moreno, 2001).

El objetivo de este trabajo fue determinar si las comunidades boscosas asociadas a la presencia de la especie arbórea *Pachira quinata* (Jacq.) W.S. Alverson (saqui-saqui) diferenciadas para el Bosque Universitario "El Caimital" según la posición geomorfológica, presentan diferencias notorias en su composición florística, cuando ésta es medida mediante índices cuantitativos de diversidad y del Índice de Valor de Importancia (IVI) (Finol, 1976; Corredor, 2001).

El interés principal de conocer las comunidades del Bosque Universitario El Caimital, radica en que éste es un relicto boscoso donde la especie maderera más importante es el saqui-saqui, especie en peligro de extinción, por lo que se adelantan investigaciones que sustenten una propuesta de dicho bosque como área de estudios de conservación de biodiversidad, mejoramiento genético y manejo forestal.

El análisis de los índices de diversidad, y del IVI permiten contar con parámetros para desarrollar indicadores que ayuden a emitir recomendaciones y tomar decisiones en favor de la conservación de taxas y áreas amenazadas, o bien monitorear el efecto de las perturbaciones sobre las comunidades boscosas.

2. Materiales y métodos

2.1 Descripción del Área

El Bosque Universitario "El Caimital" se ubica al noroeste del estado Barinas (Figura 1), específicamen-

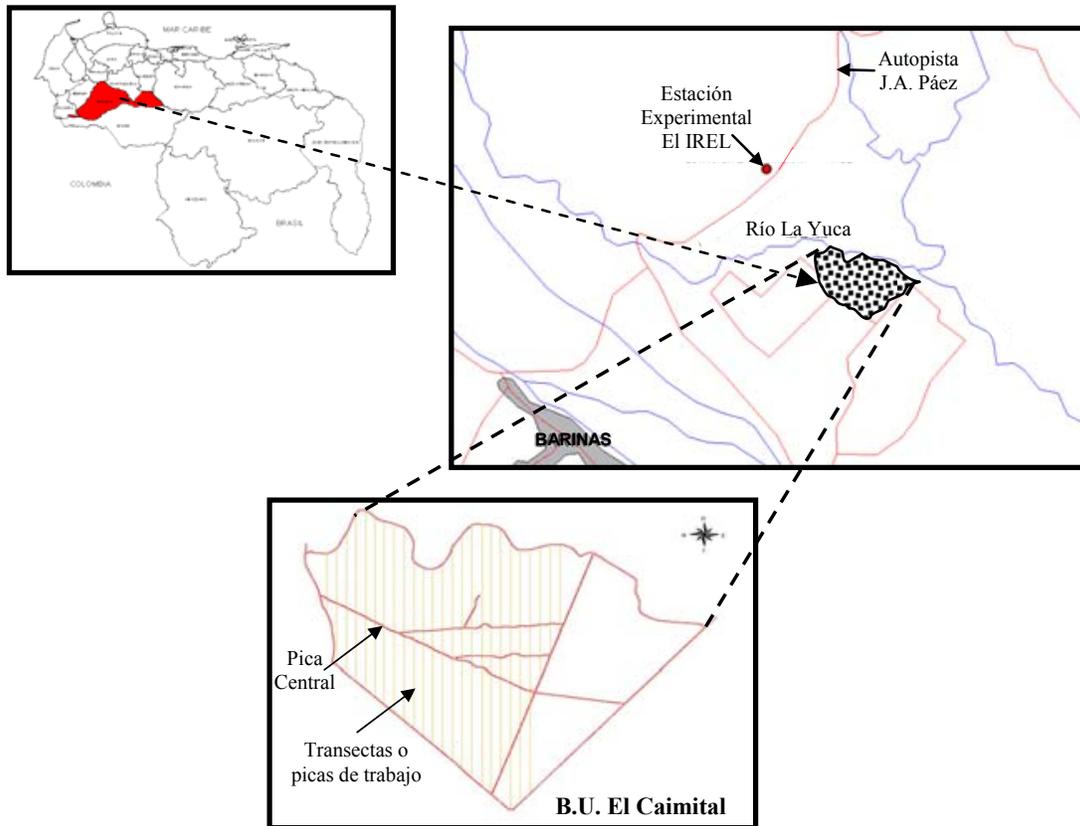


Figura 1. Ubicación relativa nacional, regional y local del Bosque Universitario “El Caimital”, municipio Obispos, Barinas, Venezuela.

te en el Distrito Obispos. Limita por el oeste con la parte vieja del camino Barrancas, Caimital y Obispos, por el norte lo bordea el Río La Yuca hasta muy cerca de su confluencia con el Río Masparro, por el sur y el este, lo limitan los terrenos que pertenecían al Instituto Agrario Nacional (IAN). Estos linderos le dan una configuración de triángulo irregular al bosque. La superficie aproximada es de 800 ha, con una topografía por lo general plana y uniforme, con ligeras irregularidades constituidas por el cauce de las corrientes de agua intermitentes que afloran durante el periodo de lluvias originando drenajes superficiales, que forman las condiciones fisiográficas de banco, subbanco y bajo de los bosques llaneros. La pendiente no excede al 3% y altitudinalmente se encuentra cerca de los 200 m sobre el nivel del mar. Los suelos del bosque Caimital, como corresponde en general a los Llanos Occidentales, son de origen aluvial y aluviolacustrino, formado por materiales arrastrados por las aguas desde las formaciones montañosas vecinas.

Los suelos corresponden a Regosoles aluviales con procesos de ferretización y que tienden, como

climax, a la laterita. En detalle pueden distinguirse dos series: Río Yuca I y Río Yuca II, con características bien definidas. Para la serie Río Yuca I se distinguieron dos categorías: el franco arenoso en los bancos y el franco limoso en los subbancos, estos son los mejores suelos en cuanto a estructura y fertilidad. Para la serie Río Yuca II, se da un solo tipo de suelos, el arcilloso; corresponde a los bajos, lugares que por deficiencias en el drenaje superficial retienen aguas de lluvias por tiempo considerable. El pH en la serie Río Yuca I, fluctúa entre 5,5 y 6,1 en el horizonte superior y para terrenos cubiertos de bosque. Para el tipo Río Yuca II, el pH determinado fue de 5,1 en promedio, sin grandes fluctuaciones (Bernal, 1967). En el área se encuentran las tres posiciones fisiográficas: banco, subbanco y bajo, según la clasificación establecida por Vincent (1970) y Franco (1982).

El área de bosque natural intervenido, corresponde, según Pittier a un bosque “Tropófito Macrotérmico” y según Holdridge, a un Bosque Seco Tropical (Ewell *et al.*, 1969); desde el punto de vista sociológico, este es un bosque aparentemente

secundario antiguo, encontrándose diferentes especies forestales como: *Swietenia macrophylla* (caoba), *Cedrela odorata* (cedro), *Anacardium excelsum* (mijao), *Astronium graveolens* (gateado) *Pachira quinata* (saqui-saqui), entre otras; en algunos sectores de bosque existen plantaciones de *Gmelina arborea* (melina), *Tectona grandis* (teca), *C. odorata* (cedro) y *P. quinata* (saqui-saqui).

2.2 Método de muestreo

En el área de estudio (aprox. 579 ha) se encuentra establecida una pica base de 2.300 m de longitud con orientación Este-Oeste y perpendicular a ella 22 alineaciones (picas), con orientación franca Norte-Sur, de longitud variable, según la conformación de los linderos del bosque y una equidistancia entre ellas de 100 m lo cual está señalado en el mapa temático de unidades fisiográficas (banco, subbanco y bajío), previamente digitalizado en ArcView 3.3® (Figura 2). Cada alineación está identificada con una baliza y un número de control.

Para la evaluación del bosque, se utilizó una intensidad de muestreo de 1 % (seis parcelas de una ha). Se consideró como restricción para la ubicación de las parcelas que la alineación tuviese como mínimo una longitud de 300 m bajo una misma condición fisiográfica. Del conjunto de picas que cumplía esta restricción se seleccionaron aleatoriamente dos por condición fisiográfica, en las cuales se establecieron las parcelas, dejando como mínimo 30 m como efecto de borde. La distribución de las unidades de muestreo se presenta en la figura 3.

Para el muestreo de los individuos con $\text{dap} \geq 10$ cm, se utilizaron parcelas rectangulares de 40 m de ancho por 250 m de largo (1 ha) las cuales fueron divididas en 100 cuadrículas de 10 m x 10 m (Figura 3). Para los individuos con dap entre 2,5 cm y 10 cm, la unidad de muestreo utilizada fue de 100 m x 10 m (1000 m²). La intensidad de muestreo utilizada fue del 0,1%, lo que significa que se evaluaron 10 cuadrículas consecutivas, eligiendo el inicio al azar dentro de cada parcela (Figura 3). Las caracterís-

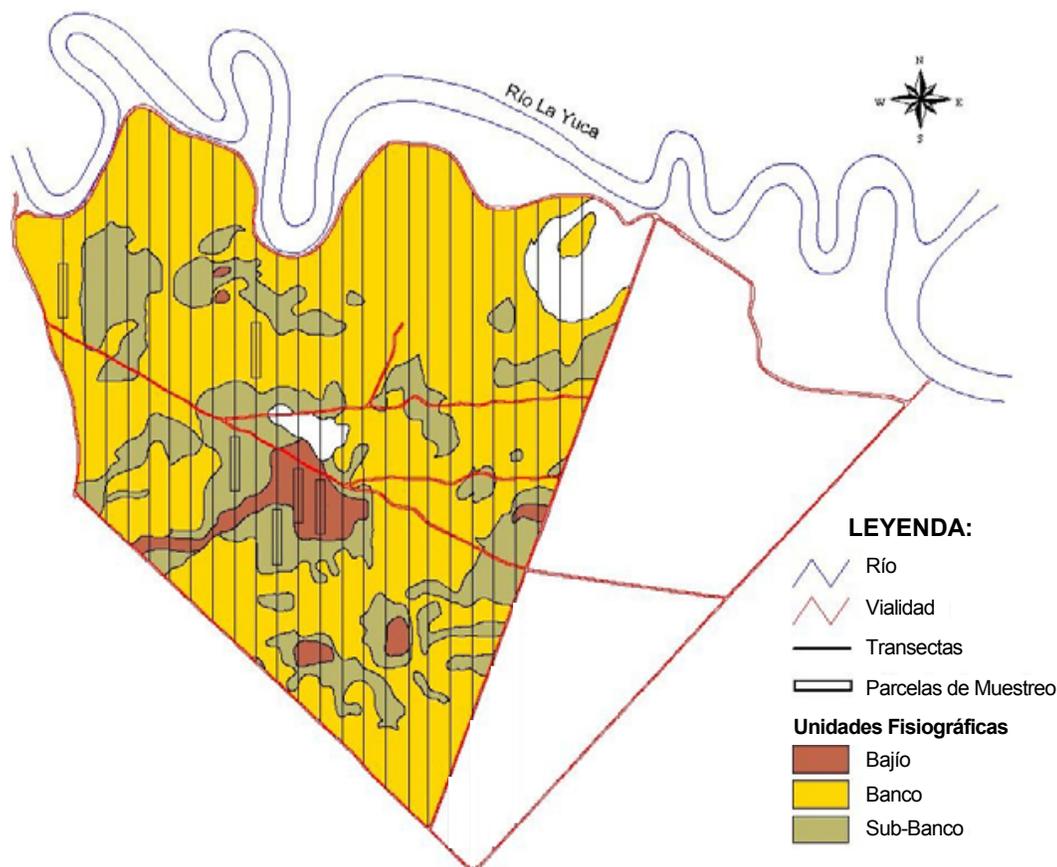


Figura 2. Ubicación de las parcelas de muestreo por tipo de bosque en el Bosque Universitario "El Caimital", Barinas, Venezuela.

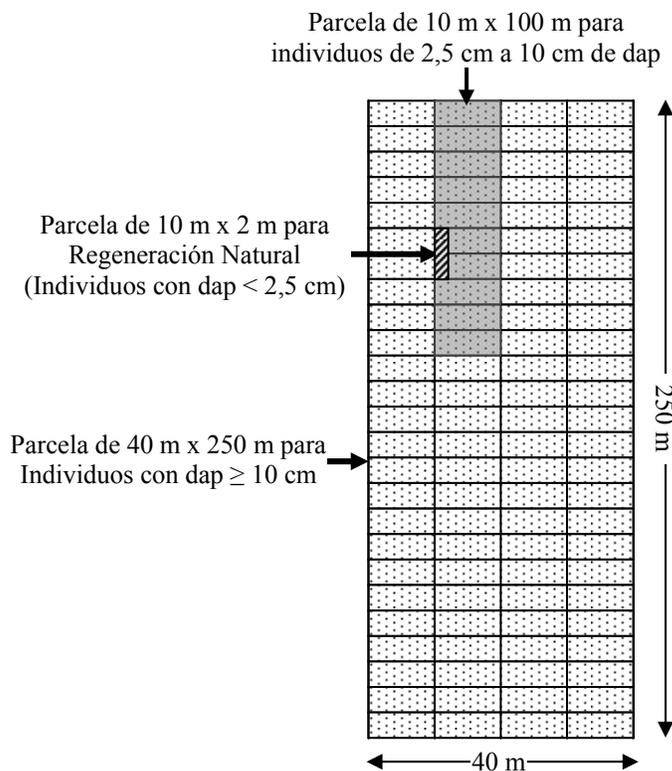


Figura 3. Detalle de parcela de muestreo ecológico-silvicultural en el Bosque Universitario El Caimital, Barinas, Venezuela.

ticas evaluadas fueron: especies (nombre vulgar), circunferencia a la altura de pecho (cap, en mm), alturas de fuste y total (en m), posición fitosociológica (estratos: superior, medio, inferior), calidad de fuste (1: recto, 2: ligeramente torcido, 3: torcido y 4: bifurcado). Los individuos menores a 2,5 cm. de dap fueron evaluados en parcelas de 2,0 x10,0 m (20 m²), seleccionadas aleatoriamente dentro de la parcela. Se realizó un conteo de las especies existentes por categoría de tamaño (CT_i: plantas menores a 1,0 m, CT_{ii}: plantas mayores de 1 m y menores de 3 m, CT_{iii}: plantas mayores de 3 m con dap < 2,5 m).

Con los datos obtenidos se generó la curva de especies-área; se determinó el Índice de Importancia Familiar (Ecuación 1) y el coeficiente de mezcla; se calcularon los Índices de Valor de Importancia IVI (Ecuación 2) y Índice de Valor de Importancia Ampliado IVIA (Ecuación 3) por especie, parcela, condición fisiográfica y para el total del bosque. La metodología para el cálculo de dichos índices aparece bien descrita en Finol (1971; 1976) y Corredor (2001):

$$IIF\% = \frac{\text{N}^\circ \text{ de especies pertenecientes a la misma familia}}{\text{N}^\circ \text{ de especies totales}} \quad (\text{Ec.1})$$

$$IVI = A\% + F\% + D\% \quad (\text{Ec.2})$$

$$IVIA = IVI + PS\% + RN\% \quad (\text{Ec.3})$$

Donde:

A% = abundancia relativa

F% = frecuencia relativa

D% = dominancia relativa

PS% = posición sociológica relativa

RN% = regeneración natural relativa

También se calcularon con Excel®, independientemente para los individuos mayores a 10 cm de dap, entre 2,5 y 10 cm y menores que 2,5 cm, los Índices de Diversidad Alfa de Margalef, McIntosh, Shannon y Simpson (Cuadro 1). Para comparar las comunidades en las seis parcelas y entre las tres condiciones fisiográficas se utilizaron, como medida de similaridad, los Índices de Diversidad Beta de Jaccard y Sorensen cuantitativo (Cuadro 1). La metodología para el cálculo de los diferentes índices está descrita en Moreno (2001) y Del Río *et al* (2003).

Adicionalmente se realizó un análisis de conglomerados (cluster), utilizando el programa MVSP® Versión 3.13I (Kovach Computer Services,

Cuadro 1. Fórmulas utilizadas para calcular los índices de diversidad Alfa y Beta.

Índices de Diversidad Alfa	
Riqueza	Número de especies
Abundancia	Número de individuos por especie
Margalef	$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln N}$
Simpson	$1 - D = 1 - \left(\sum p_i^2\right)$
Shannon	$H' = \sum p_i \log_2(p_i)$
McIntosh	$D = \frac{(N-U)}{(N - N^{1/2})}; U = \left(\sum n_i^2\right)^{1/2}$
Índices de Diversidad Beta	
Jaccard	$I_j = \frac{c}{a + b - c}$
Sorencen cuantitativo	$I_{sorencen} = \frac{2pN}{aN + bN}$

(Donde: S = número de especies; N= número de individuos; U = distancia euclidiana de ese punto de origen; Pi = abundancia relativa de cada especie; a = número de especies presentes en el sitio A; b = número de especies presentes en el sitio B; c = número de especies presentes en ambos sitios A y B; aN = número total de individuos en el sitio A; bN = número total de individuos en el sitio B; PN = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios).

2004), aplicado sobre las seis parcelas. Se seleccionó el método UPGMA (unweighted pair group method average), el cual se consideró como el más conveniente, porque realiza las conexiones medias utilizando las distancias entre cada par de puntos, sin balances que pretendan corregir la desigualdad de puntos (Lozada *et al.*, 2006).

3. Resultados y discusión

3.1 Análisis florístico

Se encontraron 93 especies (Cuadro 1) de las cuales se determinaron taxonómicamente 92; las mismas pertenecen a 74 géneros y 38 familias. Las familias con mayor Índice de Importancia fueron

la Leguminosae con ocho géneros y 14 especies; la Moraceae con cuatro géneros y seis especies; Polygonaceae con cuatro géneros y cinco especies, Apocynaceae con cuatro géneros y cuatro especies y Meliaceae con tres géneros y cuatro especies, lo que representa el 36% del total de las especies encontradas (Cuadro 2).

El análisis del IVI e IVIA (Cuadro 3) muestra que de las 15 especies más importantes para el bosque en general, 12 son latifoliadas y tres son palmas, explicando casi el 70% del valor de importancia de las especies evaluadas, constituyendo, sin lugar a dudas, las más representativas de los bosques estudiados. De ellas, *Guazuma ulmifolia* (guácimo), *Luehea cymulosa* (guácimo cimarrón) y *Triplaris caracasana* (palo e' María) pueden considerarse como generalistas, ya que ocupan IVIA's importantes en las tres condiciones de fisiografía. Así mismo, se identificaron seis especies, ubicadas en las tres condiciones pero que están fuera del rango de las 15 más importantes para cada condición a saber: *Brosimum alicastrum* (charo amarillo), *Inga spp.* (Guamo); *Sapium aubletianum* (lechero), *Spondias mombin* (jobo), *Terminalia amazonia* (guayabón) y *Calycophyllum candidissimum* (araguato). Entre las 34 especies más importantes, que explican más del 90% de los valores de importancia calculados, el saqui-saqui (*Pachira quinata*) ocupa el lugar 26 y 21, según el IVIA e IVI, respectivamente; esta disminución en importancia se explica por cuanto no se encontró regeneración (individuos con dap < 10 cm) de esta especie en ninguna de las parcelas levantadas, lo cual concuerda con numerosos estudios realizados por diversos autores desde los años 50 (Lamprecht, 1964; Finol 1964 y 1976; Corredor 2001). Otras especies maderables de importancia encontradas, además de las mencionadas entre las diez primeras, son: *T. amazonia* (guayabón), *Tabebuia rosea* (apamate), *Fissicalyx fendleri* (tasajo), *Guarea trichilioides* (trompillo), *Pouteria reticulata* (chupón), *Sorocea sprucei* (charo negro), *Polymnia pyramidalis* (anime), *Hura crepitans* (jabillo), *Lonchocarpus pictus* (jebe), *Symmeria paniculada* (palo de agua), *Vitex compressa* (aceituno), *Astrotium graveolens* (gateado), *Ceiba pentandra* (ceiba) y *Samanea saman* (samán). Similar a lo detectado para el saqui-saqui, no se encontró regeneración de higuerón, gateado, ceiba y samán.

Del análisis del IVIA, según las posiciones fisiográficas de banco, subbanco y bajío, se despren-

Cuadro 2. Índice de Importancia Familiar de la Composición Florística del Bosque Universitario El Caimital, Obispos, Barinas, Venezuela.

N°	Familia	Géneros	Especies	IIF (%)
01	Leguminosae	8	14	15,22
02	Moraceae	4	6	6,52
03	Polygonaceae	4	5	5,43
04	Apocynaceae	4	4	4,35
05	Meliaceae	3	4	4,35
06	Anacardiaceae	3	3	3,26
07	Annonaceae	2	3	3,26
08	Arecaceae	3	3	3,26
09	Bombacaceae	3	3	3,26
10	Boraginaceae	1	3	3,26
11	Euphorbiaceae	3	3	3,26
12	Lauraceae	2	3	3,26
13	Tiliaceae	2	3	3,26
14	Verbenaceae	2	3	3,26
15	Bignoniaceae	2	2	2,17
16	Chrysobalanaceae	2	2	2,17
17	Flacourtiaceae	2	2	2,17
18	Lecythidaceae	1	2	2,17
19	Myrtaceae	2	2	2,17
20	Sapindaceae	2	2	2,17
21	Sapotaceae	2	2	2,17
22	Sterculiaceae	2	2	2,17
23	Acanthaceae	1	1	1,09
24	Asteraceae	1	1	1,09
25	Burseraceae	1	1	1,09
26	Capparaceae	1	1	1,09
27	Cecropiaceae	1	1	1,09
28	Clusiaceae	1	1	1,09
29	Cochlospermaceae	1	1	1,09
30	Combretaceae	1	1	1,09
31	Heliconiaceae	1	1	1,09
32	Melastomataceae	1	1	1,09
33	Nyctaginaceae	1	1	1,09
34	Palmae	1	1	1,09
35	Phytolaccaceae	1	1	1,09
36	Rhamnaceae	1	1	1,09
37	Rubiaceae	1	1	1,09
38	Rutaceae	1	1	1,09
Total Familias = 38		74	92	100,00

IIF% = Índice de Valor de Importancia familiar

den algunos resultados interesantes. En general, se observa una disminución del número de especies desde el banco hasta el bajo. De las 15 especies más importantes, *A. butiracea* (palma de agua) domina ampliamente en posición de banco; no se presenta en subbanco y apenas se encontró en bajo. *T. caracasana* (palo 'e María) es importante en todas las posiciones fisiográficas y alcanza su máximo IVIA en subbanco. También el *B. alicastrum* (charo amarillo), *Trichilia hirta* (cedro dulce), *T. amazonia* (guayabón), *Torrubia olfersiana* (casabe) y *C. candidissimum* (araguato) prefieren las posiciones de banco y subbanco a la de bajo; así ocurre con *Syagrus sancona* (palma sarare), que no se encontró en bajo. *Roystonea oleracea* (palma mapora) adquiere su máximo IVIA (21,12%) y se constituye en la especie más importante del bajo; además, no se encontró en subbanco y apenas alcanzó un IVIA de 0,82% en banco; las especies *Inga spp.* (guamo) y *T. rosea* (apamate) incrementan notoriamente su importancia hacia el bajo; igualmente, se observó que *G. ulmifolia* (guácimo), *L. cymulosa* (guácimo cimarrón) y *S. mombin* (jobo) tienden a aumentar su IVIA hacia el bajo.

En banco, las siete especies más importantes y que explican un 53,52% del IVIA son: *A. butiracea* (palma de agua), *B. alicastrum* (charo amarillo), *S. sancona* (palma sarare), *G. ulmifolia* (guácimo), *T. hirta* (cedro dulce), *T. amazonias* (guayabón) y *S. aubletianum* (lechero). Las ocho especies más importantes en subbanco y que abarcan el 57,41% del IVIA son: *G. ulmifolia* (guácimo), *B. alicastrum* (charo amarillo), *T. hirta* (cedro dulce), *T. olfersiana* (casabe), *C. candidissimum* (araguato), *L. cymulosa* (guácimo cimarrón), *T. amazonia* (guayabón) y *T. caracasana* (palo 'e María). En bajo, las tres especies más importantes y que explican un 52,34% del IVIA son: *R. oleracea* (palma mapora), *G. ulmifolia* (guácimo) e *Inga spp.* (guamo).

La curva de especies área de los individuos con dap \geq a 10 cm (Figura 4), considerando todas las parcelas en conjunto y por posición fisiográfica, muestra que a partir de 5.000 m² la incorporación de nuevas especies es muy pequeña, por lo cual esta superficie se podría considerar para la zona un tamaño adecuado de unidad de muestreo.

Cuadro 3. Índice de Valor de Importancia (IVI) y Ampliado (IVIA) de las 15 y 34 especies más importantes encontradas por condición fisiográfica y total en el Bosque Universitario El Caimital, Obispos, Barinas, Venezuela.

Especies	Condición Fisiográfica												CAD ^{1/}	GF ^{2/}
	Todas			Banco			Sub-Banco			Bajío				
	IVI	IVIA	R	IVI	IVIA	R	IVI	IVIA	R	IVI	IVIA	R		
Guácimo	13,4	12,6	01	8,0	6,6	03	17,0	15,5	01	17,7	16,9	02	SV	P
Palma Mapora	14,6	10,0	02	1,1	0,8	28	0,0	0,0	00	31,3	21,1	01	SV	palma
Charo amarillo*	4,5	7,0	03	7,5	10,3	02	7,5	11,7	02	0,2	0,2	32	SV	N
Guamo*	6,1	5,9	04	0,4	0,9	22	1,4	1,1	25	14,7	14,3	03	SV	T
Palma de agua	7,1	5,6	05	19,9	16,2	01	0,0	0,0	00	0,3	0,3	29	SV	palma
Cedro dulce	3,7	4,4	06	6,0	6,4	04	6,6	7,7	03	0,0	0,0	00	D	N
Guácimo cimarrón	2,7	3,1	07	2,3	1,9	13	5,4	4,5	06	2,7	5,2	05	SV	N
Lechero*	3,9	3,0	08	5,1	3,5	08	0,1	0,1	55	4,3	3,9	08	SV	P
Palo e' María	2,5	2,3	09	1,7	1,9	12	3,7	3,9	08	2,5	3,1	10	D	N
Jobo*	3,4	2,8	10	1,5	1,2	20	2,9	1,9	15	6,1	5,3	04	D	N
Guayabón*	3,2	2,7	11	5,6	4,3	06	4,5	3,8	09	0,8	0,9	20	SD	N
Casabe	2,2	2,3	12	1,7	1,8	16	5,3	5,6	04	0,0	0,0	00		P
Palma sarare	3,3	2,2	13	9,1	6,3	05	0,3	0,2	40	0,0	0,0	00	SV	palma
Araguato*	2,5	2,2	14	2,6	1,9	14	5,2	4,5	05	0,4	0,3	26		N
Guayabito	0,3	2,0	15	0,3	3,5	07	0,4	1,5	18	0,0	0,0	00		
<i>15 Spp + importantes</i>	<i>73,6</i>	<i>68,7</i>		<i>72,8</i>	<i>67,6</i>		<i>60,3</i>	<i>62,0</i>		<i>80,9</i>	<i>71,4</i>			
Apamate	1,9	1,9	16	1,17	0,87	25	1,7	1,6	17	4,2	4,0	06	D	N
Naranjillo	0,6	1,7	17	0,23	0,80	29	0,0	0,0	00	1,0	4,0	07		
Guamo colorado	0,8	1,7	18	0,30	2,11	11	3,2	3,2	10	0,2	0,1	39	SV	N
Tasajo	1,5	1,6	19	3,03	3,30	09	2,0	1,4	19	0,0	0,0	00	SD	N
Trompillo	0,9	1,4	20	0,12	0,31	45	2,4	4,0	07	0,5	1,2	15	SV	
Yagrumo	1,7	1,4	21	2,24	2,12	10	2,9	2,3	12	0,4	0,3	25	SD	P
Chupón	1,5	1,3	22	2,04	1,91	15	3,1	2,4	11	0,0	0,0	00	SV	T
Candilero blanco	1,6	1,2	23	0,00	0,00	00	0,0	0,0	00	2,9	2,6	11	SD	N
Charo negro	0,6	1,0	24	0,76	1,76	17	1,1	1,1	26	0,0	0,0	00		N
Higuerón	1,3	1,0	25	1,26	0,91	23	1,2	0,9	28	1,4	1,1	17	SV	T
Platanillo	0,0	0,9	26	0,00	0,00	00	0,0	0,0	00	0,0	3,2	09		
Anime	0,6	0,9	27	0,35	0,78	30	1,6	2,1	14	0,0	0,0	00	SD	T
<i>Saquisaqui</i>	<i>1,3</i>	<i>0,8</i>	<i>28</i>	<i>1,00</i>	<i>0,75</i>	<i>32</i>	<i>2,8</i>	<i>1,7</i>	<i>16</i>	<i>1,0</i>	<i>0,7</i>	<i>22</i>	<i>D</i>	<i>N</i>
Guamo blanco	0,4	0,8	29	0,28	0,86	27	0,9	1,2	20	0,2	0,2	34	SV	T
Cascarillo	0,9	0,8	29	1,71	1,29	19	0,8	1,2	21	0,0	0,0	00		T
Espinito	0,4	0,8	29	0,29	0,73	33	0,7	0,6	33	0,3	1,2	12		
Jabillo	0,7	0,7	32	0,00	0,00	00	2,2	2,2	13	0,1	0,1	43	SV	N
Jebe	0,6	0,7	33	1,64	1,74	18	0,4	0,2	42	0,0	0,0	00	SD	T
Palo de agua	0,4	0,6	34	0,21	0,88	24	0,0	0,0	00	1,0	0,7	21	D	N
<i>34 Spp. + importantes</i>	<i>91,2</i>	<i>89,7</i>		<i>89,4</i>	<i>88,7</i>		<i>87,4</i>	<i>87,9</i>		<i>94,2</i>	<i>90,7</i>			
<i>58 Spp. Restantes</i>	<i>8,8</i>	<i>10,3</i>		<i>10,6</i>	<i>11,3</i>		<i>12,6</i>	<i>12,1</i>		<i>5,8</i>	<i>9,3</i>			
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>100</i>		<i>100</i>	<i>100</i>		<i>100</i>	<i>100</i>		<i>100</i>	<i>100</i>			

IVI: Índice de valor de importancia; IVIA: Índice de valor de importancia ampliado; R: Rango posicional; 1/: Cad.: Caducifolia (D: Decidua; SD: Semi-decidua; SV: Siempre Verde); 2/: G.F.: Grupo Funcional (P: Pionera; N: Nómada; T: Tolerante).

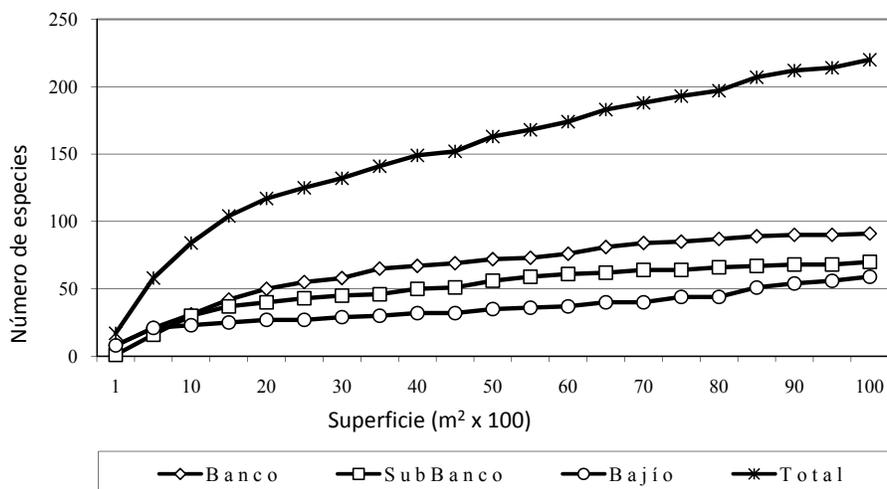


Figura 4. Curvas Especies-Área por condición Fisiográfica y para el Total del B.U. El Caimital, Obispos, Barinas, Venezuela.

3.2 Análisis de la diversidad arbórea

Los resultados para la biodiversidad α por parcela y en promedio por condición fisiográfica para todas las categorías diamétricas se presentan en el cuadro 4. La mayor riqueza de especies arbóreas mayores a 10 cm de DAP se encontró en banco, con un total de 63 especies y un índice de Margalef de 9,17; en subbanco disminuyen estos valores y los menores correspondieron al bajío, con un total de 42 especies y un índice de Margalef de 4,77. El coeficiente de mezcla es mayor para banco y subbanco, ya que se incorpora una especie por cada diez muestreadas mientras que en bajío se incorpora una especie por cada 16.

En cuanto a los índices de diversidad alfa de Shannon, McIntosh y Simpson no se observó gran diferencia para banco y subbanco; de hecho, la parcela Sb2 de subbanco reportó mayores valores para estos índices que la parcela B3 de banco.

El análisis de similitud florístico (Cuadro 5) entre todas las parcelas (diversidad beta) reveló que se podrían diferenciar según los índices de Jaccard y Sorensen cuantitativo dos grupos florísticos con similitud superior al 40% pero en ningún caso mayor que 60%. El primero constituido por las parcelas B1, B2, Sb3 y Sb4 ubicadas en banco y subbanco y el segundo constituido por las parcelas Bj5 y Bj6 ubicadas en bajío.

El análisis de conglomerado utilizando los coeficientes de Sorensen (Figura 5) corrobora la existencia de los dos grupos descritos con similitud

superior al 50%. La parcela B3 de banco y la Sb4 de subbanco presentan la mayor similitud en cuanto a su composición florística, lo cual podría deberse a que físicamente son las que están ubicadas a menor distancia entre sí y los linderos de la tipificación podrían no ser determinantes.

Para los individuos entre 2,5 y 10 cm de DAP (Cuadro 4) los valores máximos de riqueza también se encontraron en banco con 31 especies y un índice de Margalef de 6,23 y los valores más bajos para bajío con 19 especies y un índice de Margalef de 4,0. En cuanto a los índices de diversidad alfa de Shannon y Simpson y McIntosh (Cuadro 5) no se observó gran diferencia para las tres posiciones fisiográficas. Según los índices de Jaccard y Sorensen cuantitativo el grado de similitud entre las parcelas es muy bajo, inferior al 26%. El análisis de conglomerado (Figura 6) diferencia las parcelas de banco y bajío, no resultando así para las de subbanco que incluye una en cada grupo.

Para los individuos menores a 2,5 cm de DAP al igual que las otras categorías diamétricas la mayor riqueza se encontró en banco con 75 individuos de 18 especies y un índice de Margalef de 3,93 y la menor riqueza en bajío con 57 individuos de 11 especies. Según los índices de Jaccard y Sorensen cuantitativos (Cuadro 5) la regeneración encontrada en parcela y posición fisiográfica son totalmente diferentes. El análisis de conglomerado no permite establecer alguna asociación, pues todas las parcelas son diferentes.

Cuadro 4. Índice de diversidad alfa por parcela, posición fisiográfica para las diferentes especificaciones diamétricas evaluadas en el Bosque Universitario El Caimital, Obispos, Barinas, Venezuela.

Índices	B1	B3	Banco	Sb2	Sb4	Sub banco	Bj5	Bj6	Bajío
Individuos Mayores de 10 cm de DAP									
Riqueza	53	37	63	43	31	50	22	35	42
Abundancia	324	353	677	286	225	511	238	467	705
Margalef	9,17	6,14	9,51	6,72	5,54	7,86	3,84	5,53	6,25
Simpson	0,90	0,92	0,73	0,95	0,86	0,94	0,87	0,83	0,85
Shannon	3,02	2,93	3,13	3,17	2,61	3,31	2,36	2,36	2,47
McIntosh	0,77	0,75	0,75	0,81	0,66	0,79	0,68	0,62	0,64
Individuos entre 2,5 cm y 10 cm de DAP									
Riqueza	23	16	31	18	9	22	12	12	19
Abundancia	55	68	123	59	47	106	39	51	90
Margalef	5,49	3,55	6,23	4,17	2,08	4,5	3,00	2,80	4,00
Simpson	0,92	0,88	0,90	0,84	0,86	0,90	0,73	0,80	0,87
Shannon	2,71	2,31	2,76	2,26	1,99	2,60	1,85	1,93	2,35
McIntosh	0,79	0,72	0,74	0,67	0,71	0,75	0,60	0,62	0,71
Individuos Menores de 2,5 cm de DAP									
Riqueza	16	7	18	5	10	14	6	5	11
Abundancia	45	30	75	15	27	42	33	24	57
Margalef	3,94	1,76	3,93	1,48	2,73	3,47	1,43	1,26	2,47
Simpson	0,73	0,86	0,91	0,68	0,89	0,86	0,60	0,63	0,80
Shannon	2,48	1,85	2,57	1,23	2,10	2,21	1,19	1,19	1,87
McIntosh	0,79	0,73	0,78	0,53	0,77	0,70	0,43	0,46	0,62

B1 y B3: Parcelas 1 y 3 de Banco; Sb2 y Sb4: Parcelas 2 y 4 de Sub-banco; Bj5 y Bj6: Parcelas 5 y 6 de Bajío.

4. Conclusiones

El Bosque Universitario El Caimital es extremadamente rico y diverso; en el levantamiento realizado sobre seis parcelas (6,0 ha) se encontraron 93 especies arbóreas, pertenecientes a 74 géneros y 37 familias; los coeficientes de mezcla oscilan entre 1:10 y 1:16 y los índices de Margalef entre 9,17 y 4,77 en banco y bajío, respectivamente.

Las especies más importantes son: *G. ulmifolia* (guácimo), *R. oleracea* (palma mapora), *B. alicastrum* (charo amarillo), *Inga* spp (guamo) y *A. buteracea* (palma de agua), todas de condición siempreverde; el guácimo es una especie generalista, el charo amarillo tiende a concentrarse en banco y

subbanco, el guamo tiende a concentrarse en el bajío; en cuanto a las palmas, la palma de agua se distribuye con preferencia hacia el banco, mientras que la palma mapora lo hace hacia el bajío.

La riqueza y diversidad en los tipos de bosque va disminuyendo desde el banco hacia el bajío, independientemente de las clases de tamaño evaluadas, al igual que ocurre con las condiciones de sitio, que van desmejorando del banco al bajío, donde se presentan limitantes para el desarrollo de algunas especies.

Para individuos mayores a 10 cm de DAP se encontraron similitudes en los índices de diversidad beta (Jaccard y Sorensen cuantitativo) que permitieron establecer dos grupos de acuerdo a su si-

Cuadro 5. Índices de Diversidad Beta para Interacciones Apareadas de Condiciones Fisiográficas en el B.U. El Caimital, Obispos, Barinas, Venezuela.

Combinaciones fisiografía ^{1/}	Índices					
	DAP > 10 cm		DAP > 2,5 y ≤ 10 cm		DAP ≤ 2,50 cm	
	Jaccard	Sorence	Jaccard	Sorence	Jaccard	Sorence
B1 y Sb2	0,45	0,38	0,24	0,18	0,11	0,15
B1 y B3	0,42	0,59	0,26	0,24	0,28	0,17
B1 y Sb4	0,44	0,38	0,18	0,11	0,37	0,25
B1 y Bj5	0,19	0,14	0,09	0,05	0,05	0,02
B1 y Bj6	0,29	0,15	0,09	0,04	0,00	0,00
Sb2 y B3	0,55	0,41	0,26	0,17	0,10	0,02
Sb2 y Sb4	0,40	0,31	0,22	0,09	0,07	0,14
Sb2 y Bj5	0,22	0,13	0,20	0,02	0,00	0,00
Sb2 y Bj6	0,32	0,17	0,11	0,03	0,11	0,05
B3 y Sb4	0,39	0,56	0,19	0,10	0,06	0,02
B3 y Bj5	0,21	0,30	0,05	0,09	0,08	0,02
B3 y Bj6	0,36	0,33	0,17	0,09	0,00	0,00
Sb4 y Bj5	0,27	0,40	0,24	0,21	0,07	0,02
Sb4 y Bj6	0,29	0,37	0,24	0,09	0,00	0,00
Bj5 y Bj6	0,51	0,51	0,26	0,09	0,00	0,00

1/: B: Banco; Sb: Sub-banco; Bj: Bajío

Índices de diversidad Beta para individuos entre 2,5 y 10 cm de DAP

INDICES	Banco-Bajío	Banco-Subbanco	Subbanco-Bajío
Jaccard	0,14	0,25	0,11
Sokal y Sneath	0,11	0,14	0,06
Sorence	0,52	0,38	0,19
Whittaker	1,70	1,68	1,70
Coddy 1993	0,70	0,6	0,80
Magurran			
Complementariedad	0,81	0,75	0,89

Índices de diversidad Beta para individuos mayores a 10 cm de DAP

INDICES	Banco-Bajío	Banco-Subbanco	Subbanco-Bajío
Jaccard	0,40	0,60	0,31
Sokal y Sneath	0,12	0,16	0,11
Sorence	0,56	0,75	0,48
Whittaker	2,68	4,57	1,85
Coddy 1993	0,41	0,23	0,51
Magurran	63,6	45,6	45,6
Complementariedad	0,60	0,40	0,69

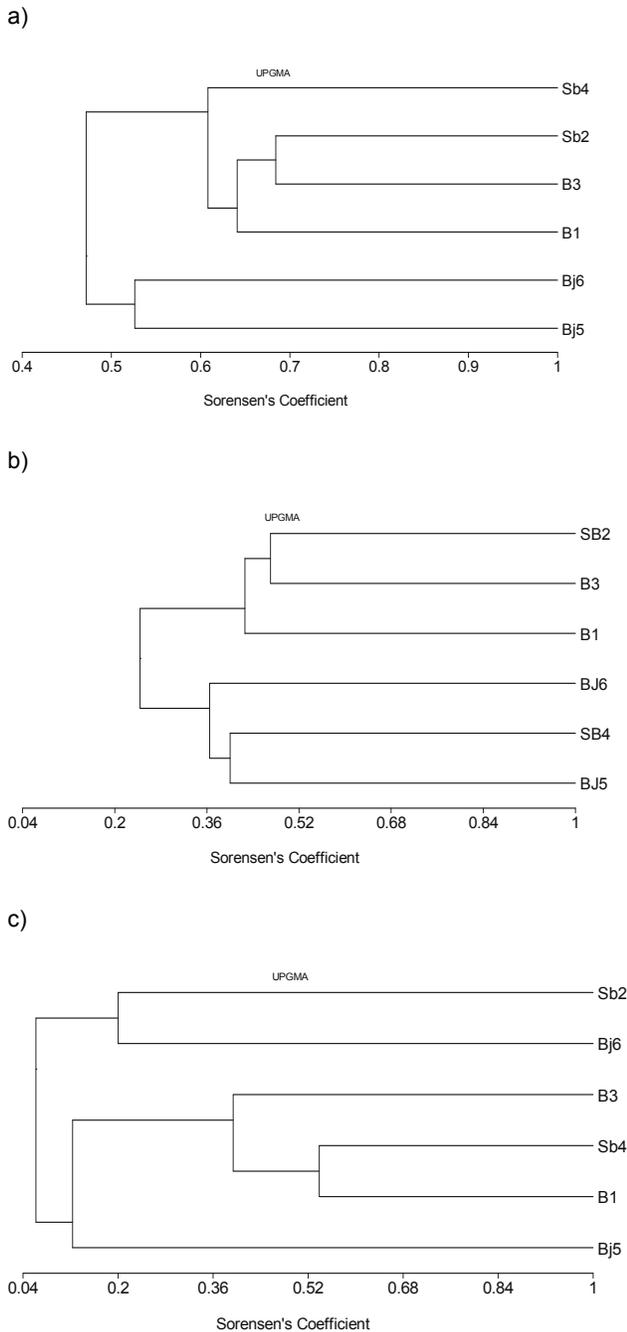


Figura 5. a) Dendrograma de Sorensen individuos mayores a 10 cm de diámetro; b) Dendrograma de Sorensen individuos mayores a 10 cm de diámetro; c) Dendrograma de Sorensen individuos menores a 2,5 cm de diámetro.

militud florística: uno constituido por las parcelas de banco y subbanco y el otro constituido por las parcelas de bajo. Esto, que es corroborado por el análisis de conglomerados, permite concluir que es procedente considerar estas diferencias referidas a tipos de bosque en dos posiciones geomorfológico diferenciables (banco + subbanco y bajo), con miras a orientar su manejo técnico y preservación.

5. Referencias bibliográficas

- AGUILAR, R. y G. SALGADO. 2006. Diversidad de helmintos parásitos de peces dulceacuícolas en dos cuencas hidrológicas de México: Los helmintos y la hipótesis del México betadiverso. *Interciencia* 31(7): 484-490.
- BERNAL, J. 1967. Estudio Ecológico del Bosque Caimital. *Revista Forestal Venezolana* 5: 47-82.
- CONDIT R., N. PITMAN, E. LEIGH Jr, J. CHAVE, J. TERBORGH, R. FOSTER, P. NUÑEZ, S. AGUILAR, R. VALENCIA, G. VILLA, H. MULLER-LANDAU, E. LOSOS y S. HUBBELL. 2002 Beta-Diversity in tropical forest trees. *Science* 295: 666-669.
- CORREDOR, J. R. 1971. El establecimiento de la regeneración natural de especies arbóreas en fajas previamente acondicionadas del bosque experimental Caimital, Barrancas, Edo. Barinas. Trabajo de Ascenso. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 255 p.
- CORREDOR J. R. 2001. *Silvicultura Tropical*. Universidad de Los Andes. Consejo de Publicaciones. Mérida, Venezuela. 373 p.
- DEL RIO, M., F. MONTES, I. CAÑELLAS y G. MONTERO. 2003. Revisión: Índices de diversidad estructural en masas forestales. Investigación Agraria. *Sistemas y Recursos Forestales* 12 (1): 159-176.
- EWELL, J., A. MADRIZ y J. TOSI. 1969. *Zonas de Vida de Venezuela*. Memoria Explicativa del Mapa Ecológico. Ministerio de Agricultura y Cría. Caracas, Venezuela. 263 p.
- FINOL H. 1964. Estudio silvicultural de algunas especies comerciales en el bosque universitario "El Caimital". Estado Barinas. *Revista Forestal Venezolana* 7: 17-63.
- FINOL, H. 1971. Nuevos parámetros a considerar en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana* 14 (21): 29-42
- FINOL H. 1976. Métodos de regeneración natural de algunos tipos de bosques venezolanos. *Revista Forestal Venezolana* 26: 17-44.

- FRANCO, W. 1982. *Estudio y levantamiento de sitios con fines de manejo forestal en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, estado Barinas*. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Mérida, Venezuela. 183 p.
- HARRISON S, S. ROSS y J.H. LAWTON. 1992. Beta diversity on geographic gradients in Britain. *J. Anim. Ecol.* 67: 151-158.
- KOVACH COMPUTER SERVICE. 2004. Multi Variate Statistical Package (MVSP Versión 3.131). En línea: <http://www.kovcomp.co.uk/mvsp/> [Consultado: 27/06/09].
- LÄHDE E., O. LAIHO, Y. NOROKORPI y T. SAKSA. 1999. Stand structure as the basis of Diversity index. *Forest Ecology and Management* 115: 213-220.
- LAMPRECHT H. 1964. Ensayo sobre la estructura florística de la parte sur-oriental del Bosque Universitario "El Caimital"- Estado Barinas. *Revista Forestal Venezolana* 7: 77-119.
- LEXER M., W. LEXER y H. HASENAUER. 2000. The use of models for biodiversity assessments at the stand level. *Invest. Agr. Sist. Recur. For.*: Fuera de Serie N° 1-2000: 297-316.
- LOZADA J., J. GUEVARA, P. SORIANO y M. COSTA. 2006. Estructura y composición florística de comunidades secundarias en patios de rolas abandonados, Estación Experimental Caparo, Barinas, Venezuela. *Interciencia* 31(11): 826-835.
- MAGURRAN, A. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral. Barcelona, España. 200 p.
- MORENO, C. 2001. *Métodos para medir la Biodiversidad*. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Primera Edición. Edita: CYTED. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Zaragoza, España. 86 p.
- NEUMANN, M. y F. STARLIGER. 2001. The significance of different indices for stand structure and diversity in forests. *Forest Ecology and Management* 145: 91-106.
- VINCENT, L. 1970. Estudio sobre la tipificación del bosque con fines de manejo en la Unidad Uno de la Reserva Forestal de Caparo. Trabajo de grado. Maestría en Manejo de Bosques. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes. Mérida. 255 p.