

Variabilidad florística y estructural de los bosques dominados por *Guadua angustifolia* en el eje cafetero colombiano

Román Ospina

Universidad Tecnológica de Pereira,
Colombia

romanospina@yahoo.com

Bryan Finegan

CATIE.bfinegan@catie.ac.cr

Los guadales -o bosques dominados por *Guadua angustifolia*, en general, muestran características florísticas y estructurales muy cambiantes.



Foto: Juan Carlos Camargo.

Resumen

Se determinó la variabilidad en las características florísticas de 14 parches de bosque de *Guadua angustifolia* Kunth (guaduales) localizados en el eje cafetero colombiano en paisajes de llanura aluvial y colinas. El tamaño de los guaduales varió entre 9,6 y 42 ha. Los regímenes de aprovechamiento eran distintos, aunque la mayoría tenían más de 20 años de estar siendo aprovechados. En cada parche se establecieron al azar diez parcelas de 20 m x 20 m (0,4 ha), donde se registraron las siguientes variables: identificación taxonómica de los individuos, diámetro a la altura del pecho y posición de la copa de las especies arbóreas y de palmas con ≥ 10 cm dap, con respecto al dosel; además se midió el diámetro a la altura del pecho de todos los tallos de guadua ≥ 2 cm dap y la posición de la parcela en la pendiente. En cada parcela de 20 m x 20 m se anidaron 3 subparcelas de 5 m x 5 m para registrar individuos ≥ 1 y < 10 cm dap, incluyendo palmas, lianas, herbáceas grandes, arbustos y la regeneración establecida de especies arbóreas > 40 cm de altura. Se encontró un total de 57 familias y 182 especies; las familias Arecaceae y Moraceae fueron las más abundantes. El análisis de composición determinó dos grupos de guaduales diferenciados estadísticamente por nueve especies, por la abundancia de la vegetación de regeneración, abundancia de individuos ≥ 10 cm dap y de arbustos, y por la riqueza y diversidad florística. Los parches sobre llanuras aluviales difirieron de manera significativa con los de terrazas fluvio-volcánicas en cuanto a la abundancia de palmas en la categoría < 10 cm, área basal de guadua, riqueza y diversidad. Entre tanto, las diferencias entre los guaduales agrupados por su localización geográfica se dieron principalmente en la abundancia de arbustos y la diversidad expresada por el índice de Shannon.

Palabras claves: *Guadua angustifolia*, composición botánica; zona cafetalera; biodiversidad; Colombia.

Summary

Structural and floristic variability of *Guadua angustifolia* forest in the Colombian Coffee Region. Structural and floristic characteristics of 14 forest patches dominated by *Guadua angustifolia* Kunth ('guaduales') in the Colombian coffee region were determined on alluvial flatlands and hills. The patches area varied from 9.6 to 42 ha with different logging intensities; even though most of them have been logged for twenty years or more. In every patch, ten 20 m x 20 m plots were established for recording information on taxonomy of individuals, diameter at breast height, and crown position of ≥ 10 cm dbh palms and trees; guadua stems and stumps ≥ 2 cm dbh and position along the slope were also measured. Three subplots (5 m x 5 m) were nested within each plot for recording information about < 10 cm dbh individuals, including palms, vines, big herbaceous plants, shrubs and regeneration of tree species > 40 cm height. A total of 57 families and 182 species were found, being Arecaceae and Moraceae families the most abundant. According to the patch floristic composition analysis, two groups were determined and statistically differentiated by nine species, by natural regeneration and shrub abundance and richness, and abundance of ≥ 10 cm dbh individuals. The patches on alluvial flatlands were statistically different from those on hills in relation to palm abundance, guadua basal area, richness and Alpha diversity index. The differences between patches geographically grouped were mainly due to shrub abundance and Shannon diversity index.

Keywords: *Guadua angustifolia*; botanical composition; coffee region; biodiversity; Colombian.

Varios estudios han señalado la importancia de los bosques dominados por guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) para la conservación de la biodiversidad (Cuatrecasas 1958, Orejuela 1979, Londoño y Prieto 1983, Sabogal y Giraldo 1998, Armbrrecht y Chacón 1999, Agudelo y Gómez 2001). Estos trabajos han demostrado que muchas especies coexisten con la guadua; otros como Vila *et al.* (1998), citado por Agudelo y Gómez (2001), muestran que en un mismo bosque se presentan varios ecosistemas determinados principalmente por el nivel de dominancia de esta especie.

En la región de los Andes de Colombia existe una gran cantidad de bosques caracterizados por la presencia o dominancia de guadua (guadales), los cuales son más frecuentes y ocupan áreas mayores a los 1000 msnm y disminuyen a medida que se asciende hasta los 2000 metros de altitud, en donde el desarrollo de la especie es marginal (Londoño 1992, Bernal 2002). Sin embargo, hasta la fecha los estudios acerca de la diversidad vegetal asociada a los guadales han sido sobre áreas o sitios específicos (Sabogal y Giraldo 1998, Agudelo y Gómez 2001), y pocos -como Londoño y Prieto (1983)- han intentado trascender a un análisis a nivel regional. En este contexto, la presente investigación pretendió comparar las características florísticas de 14 guadales, a lo largo del eje cafetero de Colombia y destacar su importancia ante las iniciativas locales de conservación de la biodiversidad.

Metodología

Para alcanzar el objetivo propuesto, se realizó un muestreo aleatorio dentro de cada uno de los guadales para poder establecer comparaciones entre ellos. Los 14 guadales estudiados se localizan en seis núcleos geográficos desde el Valle del Cauca (5°05'21"N a 75°39'24"W)



Foto: Juan Carlos Camargo.

El entendimiento de la dinámica de todos los componentes de los guadales es vital para maximizar su función en términos de conservación de la biodiversidad

hasta el Departamento de Caldas (5°53'22"N a 74°20'48"W). Los núcleos se determinaron por la cercanía entre los sitios y se formaron por dos o tres guadales. Con el fin de determinar la relación entre el paisaje fisiográfico y las variables florísticas, tres de los sitios se localizaron sobre llanuras aluviales y el resto sobre terrazas fluvio-volcánicas. Se trabajó sobre un mismo rango altitudinal (900-1200 msnm) para controlar, en lo posible, el efecto de variables climáticas. De acuerdo con la clasificación de Holdridge (1978), los sitios estudiados se encuentran entre las zonas de vida bosque seco tropical y bosque húmedo premontano. Tres de los sitios estuvieron conformados por áreas dominadas por *G. angustifolia* y áreas de bosque sin la presencia de esta especie. Los datos de clima, vegetación, suelos y otras características de los sitios se detallan en Ospina (2002). Dentro de cada guadual se establecieron al azar 10 parcelas de 20 m x 20 m (0,4 ha). En cada parcela se registraron todos los individuos de es-

pecies arbóreas ≥ 10 cm dap (diámetro a la altura del pecho), su posición respecto al dosel de la guadua (en el dosel, debajo o por encima del mismo). Para la guadua no se consideraron individuos; solamente se registraron todos los tallos ≥ 2 cm de diámetro (densidad) y estado de desarrollo según lo propuesto por Young (1991), Arbeláez (1996), Rai y Chauhan (1998) y O'Connor *et al.* (2000). El área basal se estimó con base en los tallos ≥ 10 cm dap. Dentro de cada parcela de 20 m x 20 m, se anidaron al azar 3 subparcelas de 5 m x 5 m y se registraron todos los arbustos, lianas, palmas, herbáceas grandes con diámetro ≥ 1 y $\leq 9,9$ cm, así como la vegetación de regeneración ≥ 40 cm de altura, de acuerdo con la metodología propuesta por Faber-Langendoen y Gentry (1991). Se consideraron como un solo individuo los grupos de tallos de palmas que presentaban una base común o las lianas interconectadas, según lo sugerido por Delgado y Finegan (1999). Todos los individuos fueron identificados hasta especie por un

botánico de la región, mediante reconocimiento directo en el campo. De las especies no reconocidas se colectaron muestras para su identificación en el herbario.

Análisis de datos

Para determinar la variabilidad en la composición florística entre los guaduales se aplicó un análisis de conglomerados, en el cual se incluyeron las 40 especies más abundantes y frecuentes en la categoría ≥ 10 cm dap, sin incluir la guadua. La variable utilizada para el análisis fue el Índice del Valor de Importancia (IVI) de cada especie; el procedimiento en detalle aparece en Ospina (2002). Los dos grupos definidos por el análisis de conglomerados fueron comparados con base en variables de estructura, riqueza y diversidad florística mediante una prueba de *t*. En segundo lugar, se establecieron las diferencias en composición, riqueza, estructura y diversidad florística entre grupos de guaduales definidos por los núcleos geográficos, mediante análisis de varianza (ANDEVA). Finalmente, mediante una prueba de *t* se comparó la estructura, riqueza y diversidad florística de los guaduales localizados en los dos paisajes fisiográficos. Las variables de estructura comparadas para la vegetación >1 y <10 cm dap, fueron la abundancia de palmas, arbustos y vegetación de regeneración. Para la vegetación ≥ 10 cm dap se analizó la abundancia, y para la guadua se compararon las áreas basales calculadas para tallos ≥ 10 cm dap y densidad de tallos a partir de 2 cm dap. Para el análisis de diversidad se emplearon los índices Alpha de Fisher (), Shannon (H') y Simpson (D), estimados para las dos categorías de tamaño agrupadas (denominada como diversidad total) y para la vegetación ≥ 10 cm dap.

Además, se determinó la riqueza total para las dos categorías de tamaño agrupadas y la riqueza para las especies con ≥ 10 cm dap. Tam-

bién se elaboraron las curvas de acumulación de especies por área muestreada y por número de individuos para los dos grupos de guaduales definidos por el análisis de conglomerados. Finalmente, se correlacionó la densidad de tallos y el área basal de la guadua en cada grupo de guaduales, paisaje y núcleos geográficos con la abundancia y área basal de las otras especies, con el fin de determinar la relación entre estas variables.

Resultados

Composición florística

En las 140 parcelas de 20 m x 20 m (5,6 ha) se reportaron 26 familias y 63 especies ≥ 10 cm dap. El 77% de las familias estuvieron representadas por dos o menos especies, mientras que el 22% de las especies presentaron un solo individuo. Las familias Moraceae, Mimosaceae y Lauraceae fueron las más abundantes. Las seis especies de mayor abundancia y frecuencia fueron *Pseudolmedia rigida* (Moraceae), *Cupania americana* (Sapindaceae), *Oreopanax albanense* (Araliaceae), *Trichilia pallida* (Meliaceae), *Aiphanes aculeata* (Arecaceae) y *Anacardium excelsum* (Anacardiaceae). Estas dos últimas especies fueron abundantes, pero se encontraron en solo 3 y 4 sitios respectivamente.

En la categoría ≥ 1 $\leq 9,9$ cm de diámetro se reportaron 182 especies, de las cuales 43% eran vegetación de regeneración, 32% arbustos, 14% herbáceas, 6% palmas y 5% lianas. Para esta misma categoría se reportaron 51 familias botánicas, de las cuales el 25% estuvieron representadas por una especie y solo el 10% con más de diez especies. Las cinco familias con mayor número de especies fueron Arecaceae y Rubiaceae con 12 y Moraceae, Piperaceae y Solanaceae con 11. La familia Arecaceae incluyó tres especies de palmas del dosel (*Aiphanes aculeata*, *Bactris gasipaes* y *Syagrus sancona*); las demás especies de palma siempre se encontraron por debajo del dosel y

en mayor abundancia en los sitios localizados sobre llanuras aluviales formando grupos de una misma especie, como *Geonoma orbigniana* y *Prestoea* sp. Las especies de la familia Moraceae se ubican en la categoría vegetación de regeneración ≥ 40 cm de altura. Las familias Piperaceae y Solanaceae estuvieron representadas por arbustos del sotobosque que alcanzan alturas máximas de tres metros y que generalmente son las primeras en colonizar los sitios después del aprovechamiento, junto con algunas herbáceas como las Heliconiaceae y Maranthaceae. En el Cuadro 1 se presenta la lista completa de familias y especies encontradas.

Variabilidad en la composición florística

Con base en todos los criterios de análisis aplicados, se puede considerar que los guaduales estudiados mostraron características florísticas muy similares. Sin embargo, a partir del análisis de conglomerados se estableció la existencia de dos grupos de guaduales diferentes en su composición. El primer grupo estuvo conformado por 11 rodales dominados por guadua en toda su extensión y un segundo grupo conformado por tres rodales con una extensión dominada por guadua y otra muy superior con bosque sin presencia de guadua (Figura 1). De acuerdo con el análisis de varianza, nueve especies fueron estadísticamente significativas para la diferenciación de los grupos ($p < 0,05$) (Cuadro 2). La especie *Cordia hebeclada* solo estuvo presente en el Grupo 1, mientras que *Brownea* sp1, *Ocotea macrophylla*, *Pouteria torta* y *Syagrus sancona* solo estuvieron presentes en el Grupo 2. Las especies presentes en los dos grupos (*G. angustifolia*, *Oreopanax albanense*, *Sorocea trophoides* y *Trichilia pallida*) presentaron valores promedios del IVI significativamente distintos entre los dos grupos.

Cuadro 1.
Familias y especies encontradas en los sitios estudiados

Familia	Especie	Familia	Especie	Familia	Especie
ACANTHACEAE	<i>Aphelandra lingua-bovis</i>		<i>Heliconia</i> sp.	POACEAE	<i>Guadua angustifolia</i>
ANACARDIACEAE	<i>Anacardium excelsum</i>		<i>Heliconia griggsiana</i>		<i>Rhipidocladum racemiflorum</i>
	<i>Manguifera indica</i>			RUBIACEAE	<i>Genipa americana</i>
ANNONACEAE	<i>Raimondia quinduensis</i>		<i>Heliconia latispatha</i>		<i>Gonzalagunia cornifolia</i>
	<i>Rollinia membranacea</i>		<i>Heliconia montana</i>		Msp 1
APOCYNACEAE	<i>Prestonia</i> sp.		<i>Heliconia orthotricha</i>		Msp 2
	<i>Stenosolen eggersii</i>		<i>Heliconia regalis</i>		Msp 3
ARACEAE	<i>Anthurium glaucospadix</i>	LACISTEMACEAE	<i>Lacistema agregatum</i>		<i>Palicourea</i> sp1
	<i>Dieffenbachia</i> sp.	LAURACEAE	<i>Persea coerulea</i>		<i>Palicourea</i> sp2
	<i>Monstera pertusa</i>		<i>Cinnamomum cinnamomifolia</i>		
	<i>Xanthosoma</i> sp.		<i>Nectandra acutifolia</i>		<i>Palicourea thyrsoiflora</i>
ARALIACEAE	<i>Dendropanax arboreus</i>		<i>Nectandra purpurea</i>		<i>Psychotria</i> aff. <i>fortuita</i>
	<i>Dendropanax macrophyllum</i>		<i>Ocotea balanocarpa</i>		<i>Psychotria</i> sp.
	<i>Oreopanax albanense</i>		<i>Ocotea insularis</i>		<i>Psychotria</i> sp1
ARECACEAE	<i>Aiphanes aculeata</i>		<i>Ocotea macrophylla</i>	SOLANACEAE	<i>Psychotria</i> sp2
	<i>Aiphanes parviflora</i>		<i>Ocotea veraguensis</i>		<i>Browallia palida</i>
	<i>Aiphanes simplex</i>		<i>Bunchosia armeniaca</i>		<i>Browallia speciosa</i>
	<i>Bactris gasipaes</i>	MALPIGHIACEAE	<i>Malpighia glabra</i>		<i>Cestrum</i> aff. <i>tomentosum</i>
	<i>Chamaedorea linearis</i>	MALVACEAE	<i>Pavonia typhalea</i>		<i>Cestrum microcalix</i>
	<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	MARANTHACEAE	<i>Calathea congo</i>		<i>Cestrum ochraceum</i>
	<i>Elaeis oleifera</i>		<i>Calathea crotalifera</i>		<i>Cuatresia riparia</i>
	<i>Geonoma orbygniana</i>		<i>Calathea lutea</i>		<i>Solanum aphyodendron</i>
	<i>Geonoma undata</i>		<i>Clidemia octona</i>		<i>Solanum jamaicensis</i>
	<i>Prestoea</i> sp.	MELASTOMACEAE	<i>Miconia acuminiflora</i>		<i>Solanum lepidotum</i>
	<i>Syagrus sancona</i>		<i>Miconia barbinervis</i>		<i>Solanum mutisii</i>
ASTERACEAE	<i>Chromolaena scabra</i>		<i>Miconia caudata</i>	STERCULIACEAE	<i>Witheringia solanaceae</i>
	<i>Mikania guaco</i>		<i>Cedrela odorata</i>		<i>Guazuma ulmifolia</i>
	<i>Vernonia brachyata</i>	MELIACEAE	<i>Guarea grandifolia</i>		<i>Theobroma cacao</i>
BASELLACEAE	<i>Anredera cordifolia</i>		<i>Guarea guidonia</i>	THEOPHRASTACEAE	<i>Clavija glandulifera</i>
BIGNONIACEAE	<i>Cydista aequinotialis</i>		<i>Trichilia palida</i>	TILIACEAE	<i>Luehea seemannii</i>
	<i>Tabebuia rosea</i>		<i>Albizia caribea</i>	RUTACEAE	<i>Citrus</i> sp.
BOMBACACEAE	<i>Ceiba pentandra</i>	MIMOSACEAE	<i>Inga edulis</i>		<i>Zanthoxylum verrucosum</i>
	<i>Pachira</i> sp.		<i>Inga marginata</i>	SAPINDACEAE	<i>Cupania americana</i>
BORAGINACEAE	<i>Cordia hebeclada</i>		<i>Inga sapindoides</i>		<i>Paullinia alata</i>
	<i>Cordia trianae</i>		<i>Inga</i> sp.		<i>Sapindus</i> sp.
BURSERACEAE	<i>Protium</i> sp.		<i>Pithecellobium oblongifolium</i>		<i>Serjania atrolineata</i>
CAESALPINACEAE	<i>Bauhinia picta</i>		<i>Samanea saman</i>	SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum argenteum</i>
	<i>Brownea</i> sp1	MONIMIACEAE	<i>Siparuna aspera</i>		<i>Pouteria torta</i>
	<i>Brownea</i> sp2		<i>Siparuna laurifolia</i>	ULMACEAE	<i>Celtis iguanae</i>
	<i>Senna spectabilis</i>		<i>Arthocarpus comunis</i>		<i>Trema micranta</i>
	<i>Senna multiglandulosa</i>	MORACEAE	<i>Brosimum</i> sp.	URTICACEAE	<i>Boehmeria caudata</i>
	<i>Senna occidentalis</i>		<i>Chlorophora tinctoria</i>		<i>Myriocarpa stipitata</i>
CARICACEAE	<i>Carica goudotiana</i>		<i>Clarisia biflora</i>		<i>Urera baccifera</i>
	<i>Carica papaya</i>		<i>Ficus glabrata</i>		<i>Urera caracasana</i>
CECROPIACEAE	<i>Cecropia angustifolia</i>		<i>Ficus insipida</i>	VERBENACEAE	<i>Urera laciniifolia</i>
	<i>Cecropia peltata</i>		<i>Ficus killipii</i>		<i>Aegiphila grandis</i>
	<i>Cecropia</i> sp.		<i>Ficus obtusifolia</i>		<i>Aegiphila narinensis</i>
CLUSIACEAE	<i>Clussia</i> sp.		<i>Poulsenia armata</i>		<i>Aegiphila novogranatensis</i>
	<i>Rhedia madrunno</i>		<i>Pseudolmedia rigida</i>		<i>Duranta obtusifolia</i>
	<i>Tovomita</i> sp.		<i>Sorocea trophoides</i>		<i>Lantana regia</i>
COSTACEAE	<i>Costus levais</i>		<i>Trophis caucana</i>	VIOLACEAE	<i>Leonia</i> aff. <i>triandra</i>
CYCLANTHACEAE	<i>Carludovica palmata</i>		<i>Musa sapientum</i>	ZINGIBERACEAE	<i>Hedychium coronarium</i>
ERYTHROXYLACEAE	<i>Erythroxylum haughtii</i>	MUSACEAE	<i>Musa</i> sp2.		<i>Renealmia cernua</i>
EUPHORBACEAE	<i>Acalypha diversifolia</i>		<i>Musa</i> sp.		
	<i>Acalypha macrostachya</i>		<i>Eugenia</i> sp.		
	<i>Alchornea coelophylla</i>	MYRTACEAE	<i>Myrcia</i> sp.		
	<i>Sapium stylare</i>		<i>Psidium guajaba</i>		
	<i>Tethrorchidium rubrinervium</i>		<i>Guapira cuspidata</i>		
FABACEAE	<i>Dalbergia brownei</i>		<i>Piper aduncum</i>		
	<i>Dioclea cuspidata</i>	NYCTAGINACEAE	<i>Piper anisatum</i>		
	<i>Dioclea</i> sp.	PIPERACEAE	<i>Piper arboreum</i>		
	<i>Erythrina poeppigiana</i>		<i>Piper augustum</i>		
	<i>Erythrina rubrinervia</i>		<i>Piper carpunya</i>		
	<i>Mucuna killipiana</i>		<i>Piper daniel-gonzalesii</i>		
FLACOURTIACEAE	<i>Hasseltia floribunda</i>		<i>Piper peltatum</i>		
	<i>Xylosma benthamii</i>		<i>Piper reticulatum</i>		
GESNERIACEAE	<i>Besleria solanoides</i>		<i>Piper</i> sp1		
HELICONIACEAE	<i>Heliconia montana</i>		<i>Piper</i> sp2		
	<i>Heliconia episcopalis</i>		<i>Piper umbellatum</i>		

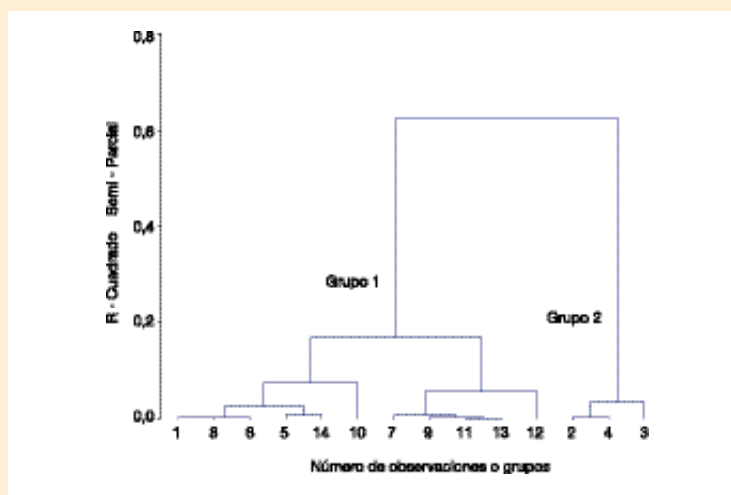


Figura 1. Dendrograma de grupos de fragmentos agrupados por su composición florística

Cuadro 2.

Valor promedio del Índice de Valor de Importancia (IVI) para las especies discriminantes entre los grupos de guaduales (desviación estándar entre paréntesis)

Especie	Grupo 1 IVI (0,4 ha)	Grupo 2 IVI (0,4 ha)	F	P>F
<i>Brownea</i> sp1	0	1,75 (0,92)	7,90	0,0074
<i>Cordia hebeclada</i>	0,68 (1,67)	0	7,53	0,0087
<i>Guadua angustifolia</i>	75,05 (8,77)	46,6 (6,76)	37,07	<0,0001
<i>Ocotea macrophylla</i>	0	2,63 (1,17)	30,89	<0,0001
<i>Oreopanax albanense</i>	7,9 (5,48)	11,6 (7,45)	9,29	0,0043
<i>Pouteria torta</i>	0	4,93 (3,3)	16,17	0,0005
<i>Sorocea trophoides</i>	0,31 (1,03)	3,17 (2,34)	8,53	0,0058
<i>Trichilia pálida</i>	1,75 (3,22)	8,03 (1,46)	11,57	0,0020
<i>Syagrus sancona</i>	0	3,3 (1,27)	7,45	0,0090

Entre núcleos geográficos, las especies cuyos IVI difirieron significativamente fueron *Bunchosia armeniaca*, *Cupania americana*, *Ficus insipida*, *Cinnamomum cinnamomifolia*, *Oreopanax albanense*, *Trophis caucana* y *Trichilia pallida*. La prueba de Tukey determinó que cinco especies difieren entre núcleos ($p \leq 0,05$) (Cuadro 3).

Estructura, riqueza y diversidad

Entre los dos grupos de guaduales definidos por su composición, se encontró que los parámetros que varían de manera significativa entre ellos -

para la categoría >1 y <10 cm dap fueron la regeneración y la abundancia de herbáceas y arbustos. Para los individuos ≥ 10 cm dap, la variación se dio para la riqueza, la abundancia de individuos y la diversidad Alfa de Fisher; además se reportaron diferencias en área basal de la guadua (Cuadro 4). Entre los guaduales de los dos paisajes fisiográficos hubo diferencias estadísticamente significativas en la densidad de lianas, la riqueza y diversidad total (incluidas las dos categorías de tamaño en conjunto) expresada por el índice Alpha de Fisher (Cuadro 4, Figura 2).

Las distribuciones diamétricas de la abundancia de tallos de guadua en los dos grupos definidos por el análisis de conglomerados presentaron diferencias significativas en las clases diamétricas de 7 y 12 cm ($p < 0,05$). Entre paisajes fisiográficos las diferencias significativas se dieron para la clase de 7 cm ($p < 0,05$); los valores más grandes se encontraron en el paisaje de llanura aluvial (Figura 3). El Grupo 2 acumuló un mayor número de especies en las primeras 0,8 ha y hasta los primeros 1000 individuos; a partir de estos valores el Grupo 1 fue superior (Figura 4). La distribución diamétrica de los individuos ≥ 10 cm dap (sin incluir la guadua) mostró diferencias estadísticamente significativas entre los dos paisajes fisiográficos para la clase diamétrica (20-30 cm) de acuerdo con la prueba de t ($p < 0,05$).

El Grupo 1 está representado por la línea con triángulos negros y el Grupo 2 por círculos vacíos.

Para los núcleos geográficos, los parámetros que mostraron diferencias estadísticamente significativas fueron la densidad de regeneración, arbustos y palmas; la abundancia total (para las dos categorías agrupadas), la abundancia de individuos ≥ 10 cm dap, la riqueza total (para las dos categorías agrupadas) y la riqueza de los individuos ≥ 10 cm dap; además, la diversidad total (para las dos categorías agrupadas) expresada por los índices Alpha de Fisher y Shannon y la diversidad expresada por el índice de Shannon para la categoría ≥ 10 cm dap (Cuadro 5).

Correlación entre la estructura de la guadua y la de especies asociadas

La abundancia total de individuos ≥ 10 cm dap disminuyó de manera estadísticamente significativa cuando el número de tallos de guadua fue mayor, tanto en el Grupo 2 definido por el análisis de conglomerados como en el paisaje fisiográfico de terrazas fluvio-volcánicas. De igual mane-

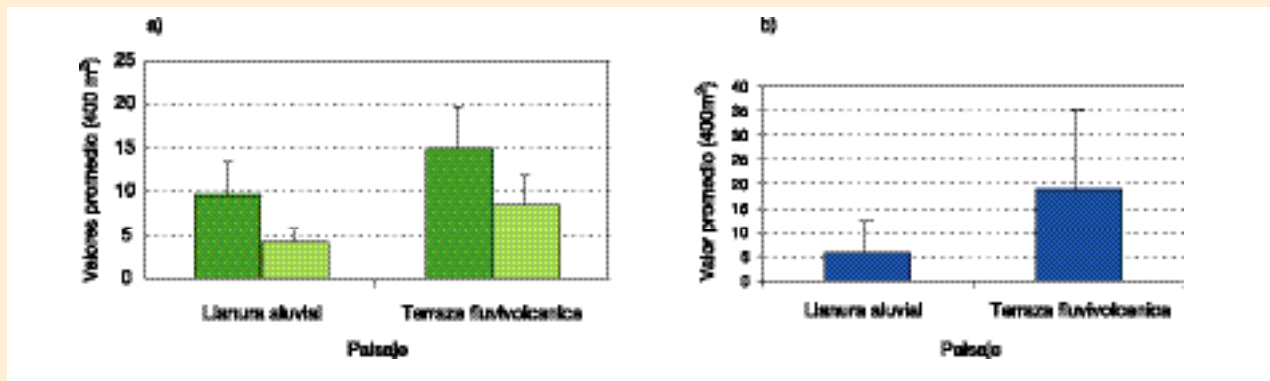


Figura 2. a) Comportamiento de la riqueza (barras verde oscuro) y diversidad Alpha de Fisher (barras verde claro) b) abundancia de la vegetación de regeneración en los dos paisajes fisiográficos

ra, la abundancia de los individuos ≥ 10 cm dap disminuyó de manera significativa con el incremento en el área basal de la guadua en el paisaje de terrazas fluvio-volcánicas y en el Grupo 1. En el núcleo 3, se observó que la abundancia de individuos ≥ 10 cm dap fue significativamente mayor cuando el número de tallos de guadua fue menor ($p < 0,05$).

Discusión y conclusiones

En general, los guaduales estudiados mostraron características florísticas y estructurales muy cambiantes, como lo demuestran las desviaciones estándar de las variables analizadas. Un número considerable de especies arbóreas estuvo presente dentro de los guaduales, las cuales logran establecerse bajo el dosel de guadua. Sin embargo, muy pocas especies alcanzan y superan el dosel; entre ellas, *Pseudolmedia rigida*, *Cupania americana*, *Anacardium excelsum*, *Ficus insipida*, *Guarea guidonia* y *Tetrorchidium rubrinervium*, que también son las más abundantes y frecuentes. Otras especies como *Oreopanax albanense*, *Trichilia pallida*, *Trophis caucana* y *Rollinia membranacea* también son abundantes y muy comunes en los guaduales, pero raras veces alcanzan el dosel superior ya que son de porte mediano. El grupo de palmas más frecuente y abundante está compuesto por pal-

Cuadro 3.

Diferencias entre núcleos según el IVI de las especies (prueba de Tukey $\alpha = 0,05$). Las letras indican los núcleos con IVI diferentes

Especie	N1	N2	N3	N4	N5	N6
<i>Bunchosia armeniaca</i>	0	A 10,25	B 0,58	B 2,13	0	0
<i>Cupania americana</i>	B 2,0	B 1,33	A 13,83	0	B 4,0	A 18,38
<i>Ficus insipida</i>	A 8,75	B 2,42	B 0,75	0	0	0
<i>Guarea guidonia</i>	B 2,88	B 1,50	B 1,67	0	A 7,75	A 8,38
<i>Trichilia pallida</i>	0	0	A 9,75	B 2,0	0	A 5,63

Cuadro 4.

Valores promedios en 0,4 ha de los parámetros florísticos y estructurales (desviación estándar entre paréntesis) encontrados en los dos grupos de guaduales y dos paisajes fisiográficos

Parámetros del rodal	Grupo 1 n = 11 fragmentos	Grupo 2 n = 3 fragmentos	Pr > t
Regeneración	128,5 (63)	370,7 (24)	<0,0001
Abundancia de herbáceas	160,5 (69)	104 (10,4)	0,0237
Abundancia de arbustos	186 (73,2)	31,7 (2,5)	0,0001
Área basal de guadua	10 (3,8)	7,7 (3,2)	0,0101
Abundancia total	534 (122)	618 (14)	0,0493
Abundancia 10 cm dap	2,4 (1,2)	9,2 (2,8)	<0,0001
Riqueza total	48,9 (8,7)	64 (3,6)	0,0144
Riqueza 10 cm dap	10,4 (3,6)	23 (4,4)	0,0002
Diversidad de Fisher	12,9 (2,6)	17,9 (1,6)	0,0100
	Llanura aluvial n = 3 fragmentos	Terraza fluvio-volcánica n = 11 fragmentos	p > t
Densidad de lianas	0 (0)	12 (17)	0,0400
Área basal guadua	12,2 (6,3)	7,5 (3,4)	0,0040
Riqueza total	39 (3)	55,6 (8,2)	0,0018
Diversidad de Fisher	9,7 (1,5)	15,2 (2,3)	0,0021
Simpson total	8,8 (5,3)	15,5 (4)	0,0330

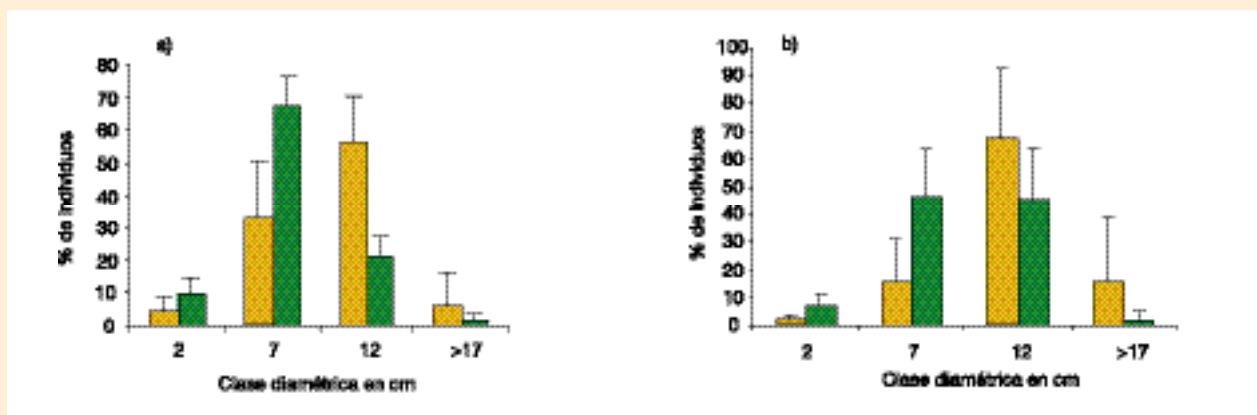


Figura 3. Distribución de la abundancia de tallos de guadua por clase diamétrica para: a) Grupos de guaduales definidos por el análisis de conglomerados b) Grupos definidos por paisajes fisiográficos. Los valores en el eje x representan el límite inferior de cada categoría diamétrica. El grupo 1 y la llanura aluvial están representados por las barras amarillas y el grupo 2 y la terraza fluvio-volcánica por las barras verdes

mas del sotobosque de los géneros *Geonoma* y *Chamaedorea*. *G. orbigniana* forma grupos grandes en suelos aluviales. Entre las palmas que alcanzan el dosel, las más abundantes son *Bactris gasipaes* y *Aiphanes aculeata*. Con menor frecuencia aparece *Syagrus sancona*, siempre como emergente, ya que alcanza una altura superior a la guadua.

En cuanto a las especies de arbustos, muchos de ellos se encuentran en sitios abiertos, como orillas de caminos y etapas tempranas de

sucesión; tal es el caso de los géneros *Solanum*, *Cestrum*, *Acalypha*, *Urera* y *Piper* (Vargas 2002). Un alto porcentaje de los individuos encontrados en el sotobosque eran, en realidad, vegetación de regeneración, lo cual resalta la importancia que tienen estos fragmentos para la regeneración de especies arbóreas escasas en la zona, tales como *Poulsenia armata*, *Chrysophyllum argenteum* y *Pouteria torta*, comunes en bosques naturales maduros (Condit *et al.* 1996, Vargas 2002).

A pesar de la similitud entre los guaduales estudiados en cuanto a sus características florísticas, se notan diferencias en relación con algunas especies, como *Cordia hebeclada*, *Brownea* sp1, *Ocotea macrophylla*, *Pouteria torta* y *Syagrus sancona*, que estuvieron presente en algunos sitios y en otros no. Además, algunas variables de estructura al igual que la diversidad y la riqueza de los guaduales o grupos de guaduales fueron diferentes (Ospina 2002). Los guaduales presentaron un conjunto de especies comunes a lo largo de la zona, pero estas variaron en cuanto a su abundancia. Esta variabilidad estuvo relacionada con la productividad del sitio, expresada en términos del área basal de guadua, la cual fue mayor en los fragmentos localizados sobre llanura aluvial o en las áreas planas de las terrazas fluvio-volcánicas, lo que sugiere una menor posibilidad de que otras especies compitan con la guadua, la cual prefiere suelos más fértiles (Giraldo y Sabogal 1998).

Por otra parte, al comparar entre guaduales de llanura aluvial y los de terraza fluvio-volcánica, se encontró que la densidad de palmas, la riqueza total, la diversidad para individuos ≥ 10 cm dap expresada por los

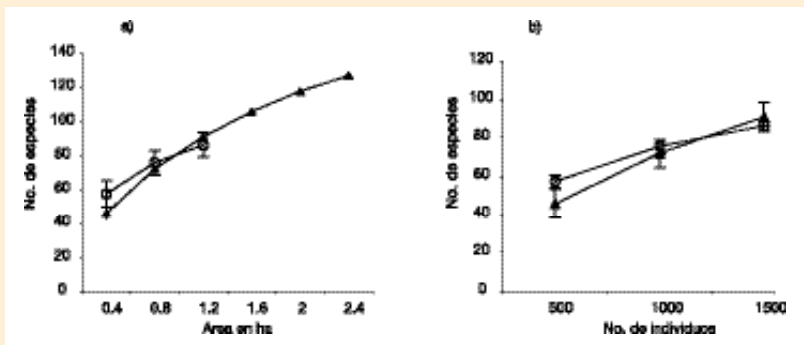


Figura 4. Curvas de acumulación de especies 10 cm dap, aleatorizadas para los dos grupos de guaduales encontrados en relación al a) área de cada sitio (0,4 ha) y b) número de individuos. El grupo 1 está representado por la línea de triángulos negros y el grupo 2 por círculos vacíos

Cuadro 5.

Valores promedios en 0,4 ha, de los parámetros florísticos (desviación estándar en paréntesis) encontrados en los núcleos

Letras distintas indican los núcleos que fueron diferentes (Tukey, con $\alpha = 0,05$)

Parámetros del rodal	N1	N2	N3	N4	N5	N6	P>F
Regeneración	A 37 (124)	A 129 (61)	B 371 (24)	A 130 (109)	A 70 (0)	A 141 (21)	0,0122
Arbustos	A 195 (61)	A 73 (11)	B 31 (2,5)	C 150 (14)	A 228 (0)	C 103 (30)	<0,0001
Palmas	A 94 (9,2)	B 8 (12)	B 9 (8)	B 4,5 (6,3)	B 0	B 3,3 (3,2)	<0,0001
Densidad total	A 581 (36)	A 656 (59)	A 618 (14)	B 389 (81)	A 449 (0)	A 508 (131)	0,0480
Densidad 10 cm dap	A 2,1 (2,7)	A 1,8 (0,3)	B 9,2 (0,6)	A 1,9 (0,5)	A 2,4 (0)	A 3,7 (0,5)	0,0351
Riqueza total	A 39 (5,7)	A 55 (1,5)	B 64 (3,6)	A 48,5 (9,2)	A 40 (0)	A 53 (10)	0,0033
Riqueza 10 cm dap	A 5,5 (4,9)	A 10 (2)	B 23 (4,4)	A 9,5 (0,7)	A 15 (0)	A 13 (2)	0,0002
de Fisher	A 9,5 (2,1)	A 14 (0,7)	B 18 (1,6)	A 14 (2,3)	A 10 (0)	A 14,6 (2,3)	0,0127
Diversidad total Shannon	A 2,8 (0,3)	A 3,2 (0,2)	A 3,2 (0,2)	A 3,2 (0,3)	B 2,1 (0)	A 3,1 (0,12)	0,0157
Diversidad Shannon 10 cm dap	A 0,7 (1,01)	A 2,02 (0,2)	B 2,57 (0,3)	A 1,8 (0,4)	A 2,06 (0)	A 2,1 (0,2)	0,0281

índices Alpha de Fisher y Shannon y la diversidad para todas las categorías de tamaño expresada por el índice de Simpson, fueron estadísticamente distintos. En los grupos de fragmentos definidos por su composición, las diferencias estuvieron determinadas por la presencia o no de bosque natural contiguo al guadua, lo cual puede ser sustentado por la presencia de *Pouteria torta*, *Poulsenia*

armata y *Chrysophyllum argenteum*, en solamente uno de los grupos. Vistos en conjunto, estos ecosistemas pueden llegar a representar buena parte de la vegetación que queda en la zona. Por lo tanto, el entendimiento de la dinámica de todos los componentes de estos ecosistemas será vital para maximizar su función en términos de la conservación de la biodiversidad. 🌿

Agradecimientos:

A Colciencias Proyecto Dinámica Poblacional de la *Guadua angustifolia* Bajo Diferentes Condiciones de Sitio y Manejo Silvicultural en el eje Cafetalero Colombiano, UTP, GTZ y Unión Europea.

Literatura citada

- Agudelo, C.;Gómez, G. 2001.Monografías de la flora andina.Universidad del Quindío 3:26-41.
- Arbeláez, A. 1996. Regeneración natural de la guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) por activación de yemas del rizoma. Revista Facultad de Agronomía Universidad Nacional de Medellín.49(1):65 – 81.
- Armbrecht,I;Chacón, P. 1999.Rareza y diversidad de hormigas en fragmentos de bosque seco colombianos y sus matrices. Biotrópica 31(4):646-653.
- Bernal,LE.2002.Estudio para definir criterios técnicos y metodológicos para el inventario, ordenamiento, zonificación y manejo sostenible del recurso guadua en el eje cafetero, Tolima y Valle del Cauca,Pereira.Proyecto Manejo Sostenible de Bosques en Colombia.83 p.
- Condit,R.;Hubbell,SP; Foster, RB. 1996.Changes in tree species abundance in a neotropical forest:Impact of climate change.Journal of Tropical Ecology 12:231-256.
- Cuatrecasas,J. 1958.Aspectos de la vegetación natural en Colombia.Academia Colombiana de Ciencias Físicas y Exactas 10(40):221-264.
- Delgado, D; Finegan, B. 1999.Biodiversidad vegetal en bosques manejados. Revista Forestal Centroamericana 25:14-20.
- Faber-Langendoen,D;Gentry, A.1991. The structure and diversity of rain forests at Bajo Calima,Chocó region,western Colombia.Biotrópica 23(1):2-11.
- Holdridge, LR.1978.Ecología basada en zonas de vida.San José,Costa Rica,IICA.216 p. (Serie Libros y Materiales Educativos no. 34).
- Londoño, X; Prieto, L. 1983. Introducción al estudio fitoecológico de los guaduales del valle geográfico del río Cauca. Tesis Ing. Agr. Palmira, Colombia. Universidad Nacional de Colombia.110 p.
- Londoño, X.1992.Distribución,morfología,taxonomía,anatomía,silvicultura y usos de los bambúes del nuevo mundo. Cespedecia 19(62-63):87-137.
- O'Connor, P;Covich,A;Scatena,F;Loope, L.2000.Non-indigenous bamboo along headwater streams of the Luquillo Mountains, Puerto Rico:Leaf fall,aquatic leaf decay and patterns of invasion. Journal of Tropical Ecology 16:499-516.
- Orejuela, J. 1979.Estructura de la comunidad aviaría en un guadua (*Bambusa guadua*) en el Municipio de Jamundi, Valle, Colombia.Cespedecia 8(29-30):43-56.
- Ospina, R. 2002. Factores que determinan las características florísticas y estructurales de los fragmentos dominados por *Guadua angustifolia* Kunth en el eje cafetero colombiano y su relación con el aprovechamiento de guadua. Tesis Mag. Sc.Turrialba,Costa Rica, CATIE.52 p.
- Rai SN;Chauman,KVS. 1998.Distribution and growing stock of Bamboo in India.Indian Forester 124(2):89-98.
- Sabogal,A;Giraldo, E.1998.Biodiversidad en los guaduales. Córdoba,Quindío, Corporación Autónoma Regional del Quindío, Centro Nacional para el Estudio del Bambú Guadua. 14 p. (Nota técnica 1).
- Vargas,W. 2002.Flora de las montañas del Quindío;guía para la identificación de especies. Manizales, Colombia,Universidad de Caldas. 498 p.
- Young, K.1991.Natural History of an understory bamboo (*Chusquea* sp.) in a tropical timberline forest.Biotrópica 23(4b):542-554.