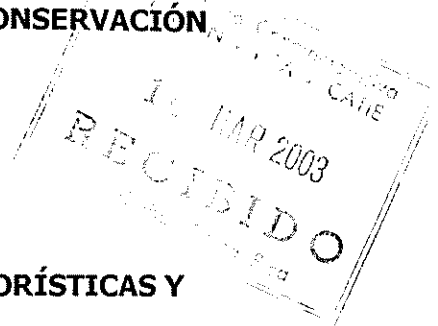


RECIBIDO
MAY 2003

Factores que determinan las características florísticas y
estructurales de los fragmentos dominados *por Guadua*
angustifolia Kunt en el eje cafetero colombiano y su relación con
el aprovechamiento de *Guadua*

ROMAN OSPINA MONTEALEGRE

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO**



**FACTORES QUE DETERMINAN LAS CARACTERÍSTICAS FLORÍSTICAS Y
ESTRUCTURALES DE LOS FRAGMENTOS DOMINADOS POR *Guadua*
angustifolia Kunt EN EL EJE CAFETERO COLOMBIANO Y SU RELACIÓN CON EL
APROVECHAMIENTO DE GUADUA**

Tesis sometida a la consideración del Comité Académico del Programa de Estudios de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, como requisito para optar al grado de

MAGÍSTER SCIENTIAE

POR

ROMÁN OSPINA MONTEALEGRE

CATIE

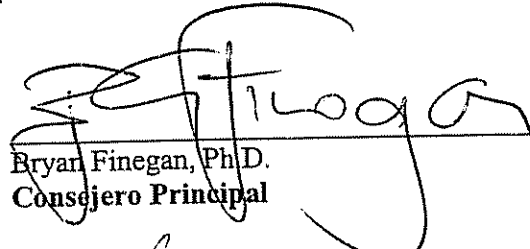
Turrialba, Costa Rica

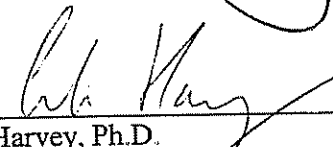
2002


Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

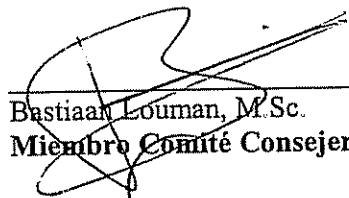
MAGISTER SCIENTIAE

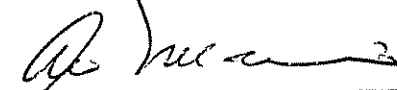
FIRMANTES:

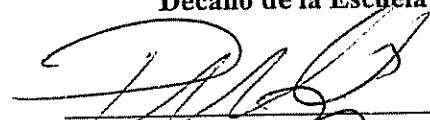

Bryan Finegan, Ph.D.
Consejero Principal


Celia Harvey, Ph.D.
Miembro Comité Consejero


Jonathan Cornelius, M.Sc.
Miembro Comité Consejero


Bastiaan Louman, M.Sc.
Miembro Comité Consejero


Ali Moslemi, Ph.D.
Director Programa de Educación y
Decano de la Escuela de Posgrado


Román Ospina Montealegre
Candidato

DEDICATORIA

A mi Esposa:

Clara Inés por su amor, compañía y apoyo permanente
A nuestro pequeño hijo que pronto nacerá

A mis queridos padres:

Maria Celia Montealegre
José Yecid Ospina

"Gracias a ellos he llegado hasta este importante momento"

A todos mis hermanos y demás familiares por que siempre han sido una voz de aliento
y apoyo en cada paso de mi vida.

A Dios por permitirme disfrutar de la vida

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera muy especial a Juan Carlos Camargo profesor de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira y líder del proyecto Guadua-bambú, por haberme permitido trabajar con él y por su valioso y constante apoyo durante la realización de este trabajo. De igual manera agradezco a Jhon Mario Rodríguez coordinador de OTN-CATIE en Colombia por su desinteresado apoyo, a Consuelito por su buen humor y apoyo constante, a todos los integrantes del Proyecto Guadua-bambú mis más sinceros agradecimientos por su valiosa colaboración y momentos compartidos. Al equipo del laboratorio de SIG de la UTP. A la Agencia de Cooperación Alemana GTZ por todo su apoyo logístico y a su personal que estuvo siempre dispuesto a colaborar con la investigación. En general a la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Al doctor Bryan Finegan, por sus valiosos aportes y por darme animo en todos los momentos del proyecto, al colega Diego Delgado, a Hugo Brenes por su apoyo en el manejo y procesamiento de la información, a Lidiette Marín por ayudarme en los momentos en que necesité de sus servicios, a don Gilberto Páez y a Gustavo López del departamento de biometría y estadística por su apoyo permanente en el análisis estadístico de los datos, a los ingenieros Francisco castaño y Edgar Giraldo por sus valiosos aportes.

A la doctora Maria Cristina y todos los funcionarios y auxiliares del Herbario de la Universidad del Quindío, a Wilson Devia y todos los funcionarios del Jardín botánico Mateguadua por su valiosa colaboración en la identificación botánica. A todos los auxiliares de campo Clara, Jaiber, David, Huberto, Mario, James, Jenny, Carolina y a Enrique por su colaboración en la identificación botánica en campo. A los señores propietarios y trabajadores de las Haciendas Magallanes, Nápoles, la Cascada, Marruecos, San Jorge, Arauca, Tres puertas, la Finaria y a la Universidad de Caldas por haberme permitido trabajar en sus propiedades.

Al personal de la Escuela de Posgrado y de la biblioteca Orton por su y apoyo en todo momento. Al personal de mantenimiento por habernos permitido disfrutar de la belleza de los paisajes del CATIE, durante nuestra estancia.

A mis compañeros de promoción por haberme permitido compartir muchos momentos de alegría y desconcierto durante estos dos años. A Marco, Karla, Jorge, Meche, Tangaxuan, Lorena, Hernán y Milena por su amistad incondicional y por los tantos momentos de alegría que compartimos, haciendo más agradable nuestra estadía en este lugar. A Bety, las Claudias, la china, Gio, Jaime, Ana Maria y a Edgar por ayudarme a recordar a mi Colombia bella en cada encuentro.

CONTENIDO

| | Página |
|--|--------|
| 1. INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1. Objetivos | 2 |
| 1.1.1. Objetivo General..... | 2 |
| 1.1.2. Objetivos específicos..... | 2 |
| 1.1.3. Hipótesis..... | 2 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 3 |
| 2.1. La Guadua..... | 3 |
| 2.1.1 Morfología y aspectos ecológicos de la <i>G. angustifolia</i> | 3 |
| 2.1.2 Aprovechamiento de la Guadua en la región cafetera..... | 4 |
| 2.2 Efectos del Aprovechamiento Forestal..... | 5 |
| 2.3 Tipificación de Comunidades Vegetales..... | 6 |
| 2.3.1 Aspectos generales..... | 6 |
| 2.3.2 agrupamiento de especies para determinar asociaciones vegetales..... | 7 |
| 2.4 Estructura, Composición y Diversidad Florística..... | 8 |
| 2.4.1 Diversidad..... | 9 |
| 3. Materiales y Métodos..... | 10 |
| 3.1 Area de Estudio..... | 10 |
| 3.2 Población y Muestreo..... | 12 |
| 3.2.1 Selección y localización geográfica de los fragmentos..... | 12 |
| 3.2.2 Selección de las parcelas dentro de cada fragmento..... | 14 |
| 3.2.3 Atributos y variables medidas..... | 14 |
| 3.3 Análisis de resultados..... | 16 |
| 3.3.1 Características florísticas y estructurales de los fragmentos..... | 16 |
| 3.3.1.1 Composición florística..... | 16 |
| 3.3.1.2 Análisis de estructura..... | 17 |
| 3.3.1.3 Riqueza y diversidad..... | 18 |
| 3.3.2 Efectos del aprovechamiento sobre la vegetación asociada..... | 18 |
| 3.3.2.1 Definición de la muestra y variables para el análisis..... | 18 |
| 3.3.2.2 Análisis multivariado de varianza MANOVA..... | 20 |
| 3.3.2.3 Respuesta a distintos niveles de aprovechamiento..... | 21 |
| 4. Resultados..... | 22 |
| 4.1. Características Generales de los Datos Reportados..... | 22 |
| 4.2. Composición Florística y Diversidad..... | 22 |

| | |
|---|----|
| 4.3. Variación en la composición florística..... | 24 |
| 4.3.1. Análisis de conglomerados..... | 24 |
| 4.3.2 Comparación de parámetros florísticos y estructurales entre los dos tipos de bosque..... | 26 |
| 4.3.3 Comparación entre paisajes fisiográficos..... | 28 |
| 4.3.4 Comparación entre núcleos geográficos..... | 30 |
| 4.4 Efectos del aprovechamiento de <i>Guadua</i> sobre la vegetación asociada..... | 31 |
| 4.4.1 Frecuencia de clases de intensidad de aprovechamiento de <i>Guadua</i> | 31 |
| 4.4.2 Características de la vegetación de mayor poder discriminante para determinar significativas entre los niveles de aprovechamiento analizados..... | 32 |
| 4.4.3 Correlación entre las variables de la vegetación involucradas en el análisis..... | 35 |
| 4.4.4 Interacción entre las variables del sitio y las intensidades de aprovechamiento..... | 36 |
| 5. Discusión..... | 39 |
| 5.1 Consideraciones generales..... | 39 |
| 5.2 Metodología de muestreo..... | 39 |
| 5.3 Características generales de los fragmentos dominados por la <i>G. angustifolia</i> | 39 |
| 5.4 Variación en la composición florística de los fragmentos estudiados..... | 41 |
| 5.5 Relación entre el aprovechamiento de la <i>Guadua</i> y la vegetación asociada..... | 43 |
| Conclusiones y Recomendaciones..... | 45 |
| Bibliografía | |
| Anexos | |

LISTA DE FIGURAS

| | Pagina |
|---|--------|
| Figura 1. Localización de la zona de estudio..... | 10 |
| Figura 2. Selección de las parcelas dentro de cada uno de los fragmentos..... | 14 |
| Figura 3. Distribución de las familias de acuerdo con el numero de especies..... | 21 |
| Figura 4. % de especies según el número de individuos ≥ 10 cm de dap, en los 14 sitios estudiados..... | 21 |
| Figura 5. Dendograma de tipos de bosques agrupados por su composición florística..... | 23 |
| Figura 6. Diagrama del Análisis de Ordenación DECORANA..... | 25 |
| Figura 7. Distribución del porcentaje de individuos en clases de DAP de 5 cm (sin incluir Guadua), registrados en un área de 0.4 ha correspondiente a los sitios para los dos tipos de bosque..... | 26 |
| Figura 8. Distribución de los tallos de Guadua por clase inferior de diámetro en cm..... | 27 |
| Figura 9. Curvas de acumulación de especies aleatorizadas para los dos tipos de bosque..... | 27 |
| Figura 10. Comportamiento de la riqueza, diversidad y regeneración natural de especies arbóreas para los dos paisaje fisiográficos en la región..... | 28 |
| Figura 11. Distribución del porcentaje de individuos en clases de DAP de 10 cm (sin incluir Guadua), registrados en un área de 0.4 ha correspondiente a los 2 paisajes fisiográficos..... | 28 |
| Figura 12. Distribución de los tallos de Guadua por clases de diámetro de 5 cm para los dos paisajes fisiográficos..... | 29 |
| Figura 13. Distribución de parcelas (400m ²) de acuerdo con las clases de intensidad de cosecha de <i>G. angustifolia</i> | 33 |
| Figura 14. Respuesta de las variables de la vegetación para los cuatro niveles de cosecha de <i>G. angustifolia</i> | 32 |
| Figura 15. Correlación entre el numero de tallos de Guadua la regeneración y diversidad Alpha de Fisher..... | 35 |
| Figura 16. Cantidad de palmas reportadas en las diferentes posiciones topográficas, en que se localizaron las unidades de muestreo..... | 35 |
| Figura 17. Regeneración promedio en parcelas de 400 m ² , localizadas en tres posiciones de la pendiente y cuatro clases de intensidad de aprovechamiento de guadua, representadas por las barras..... | 36 |
| Figura 18. Promedio de arbustos en parcelas de 400 m ² , en tres posiciones en la pendiente y cuatro clases de intensidad de aprovechamiento de guadua, representadas por las barras..... | 36 |
| Figura 19. Promedio de individuos ≥ 10 cm de dap en parcelas de 400 m ² , en tres posiciones en la pendiente y cuatro clases de intensidad de aprovechamiento de guadua..... | 37 |

LISTA DE CUADROS

| | Pagina |
|---|--------|
| Cuadro 1. Núcleos de fragmentos y localización en su respectivo municipio..... | 11 |
| Cuadro 2. Datos meteorológicos para los sitios de estudio..... | 11 |
| Cuadro 3. Características principales de los sitios estudiados..... | 13 |
| Cuadro 4 Variables y covariables involucradas en el análisis para evaluar Efectos del aprovechamiento..... | 19 |
| Cuadro 5. Totales reportados para todas las categorías de vegetación en 140 parcelas..... | 22 |
| Cuadro 6. Valores de IVI en cada tipo de bosque, para las especies con mayor poder de discriminación de los grupos y significancia de su peso en la determinación los mismos..... | 26 |
| Cuadro 7. Valores promedio de los parámetros florísticos y estructurales (SD en paréntesis) encontrados en los dos tipos de bosque..... | 26 |
| Cuadro 8. Valores promedio de los parámetros florísticos y estructurales (SD en paréntesis) encontrados en los dos paisajes fisiográficos..... | 28 |
| Cuadro 9. Diferencias entre núcleos de acuerdo con la abundancia relativa de las especies, según Tukey con significancia estadística $\alpha = 0.05$ | 30 |
| Cuadro 10. Valores medios de los parámetros florísticos y estructurales encontrados en los núcleos de trabajo..... | 30 |
| Cuadro 11. Valores medios de las variables de la vegetación en relación a las clases de intensidad de aprovechamiento de <i>G. angustifolia</i> | 33 |
| Cuadro 12. Coeficiente de correlación de Pearson y nivel de significancia de la influencia de las covariables, sobre las variables de respuesta afectadas..... | 33 |
| Cuadro 13. Diferencias encontradas entre grupos de fragmentos de 0.4 ha, de acuerdo con los tres criterios de agrupamiento analizados..... | 41 |

RESUMEN

Se determinaron las características florísticas y estructurales de 14 parches de bosque dominados por *Guadua angustifolia* en el eje cafetero colombiano, en relación a factores ambientales y al aprovechamiento de *Guadua*. En cada uno se establecieron 10 parcelas de 20x20 metros (140) para registrar individuos ≥ 10 cm de dap, número de tallos y tocones de *Guadua* y variables ambientales. En cada parcela se anidaron 3 subparcelas de 5x5 metros para registrar individuos ≥ 1 y < 10 cm de diámetro entre palmas, lianas, herbáceas grandes y arbustos y la regeneración > 40 cm de altura.

Un total de 26 familias y 63 especies en la categoría ≥ 10 cm de dap fueron reportados, siendo la familia Moraceae y la especie *Pseudolmedia rígida* las más abundantes. En la categoría de ≥ 1 y < 10 cm de diámetro se reportaron 182 especies agrupadas en 51 familias botánicas, siendo las familias Arecaceae y Moraceae las más abundantes. El análisis de composición florística determinó dos grupos de parches, diferenciados estadísticamente por 9 especies, la abundancia de la regeneración natural de especies arbóreas, de individuos ≥ 10 cm de dap y de arbustos, la riqueza y la diversidad. Los parches sobre llanuras aluviales difirieron de manera significativa con los de terrazas fluvio-volcánicas en la abundancia promedio de palmas (62 y 9.09 respectivamente); en área basal de la *Guadua*, la riqueza y la diversidad. Entre tanto, las diferencias entre los parches agrupados por su localización geográfica, se dieron principalmente en la abundancia de arbustos y la diversidad expresada por el índice de Shannon.

Se determinó la intensidad de cosecha en cada parcela de 400 m² y a partir de allí, se definieron cuatro niveles de cosecha, para los cuales se analizó el comportamiento de todas las variables florísticas y estructurales determinadas, considerando el efecto de los factores ambientales. Se encontró que el efecto de la cosecha de *Guadua* sobre la densidad de individuos ≥ 10 cm de dap, la diversidad, la regeneración, la densidad de palmas y arbustos, al igual que sobre el número de rebrotes, varía significativamente entre los niveles de aprovechamiento. La diversidad estuvo influenciada por el número de tallos de *Guadua*, mientras que la posición en la pendiente tuvo influencia sobre la abundancia de individuos ≥ 10 cm de dap, la abundancia de rebrotes y de palmas; la regeneración estuvo influenciada por el área basal y el número de tallos de *Guadua*, por la conexión con bosque y por el paisaje fisiográfico; por otra parte, la abundancia de arbustos estuvo influenciada por el número de tallos de *Guadua* y el paisaje fisiográfico.

ABSTRACT

Structural and floristic characteristics of 14 forest patches dominated by *Guadua angustifolia* Kunth in the Colombian coffee region were determined, related to environmental factors and *Guadua* extraction. Ten plots of 20x20 meters on every one for the recording of ≥ 10 cm dbh individuals, stems and stumps of *Guadua* and environmental variables were established. In every plot of 400 m² three underplots of 5x5 meters for the recording of < 10 cm of diameter individuals including palms, vines, big herbaceous plants, shrubs and regeneration with > 40 cm height, were established.

A total of twenty six families and sixty three species of ≥ 10 cm dbh individuals were found, being the Moraceae family and the *Pseudolmedia rigida* species most abundant. In the < 10 and > 1 cm of diameter class 182 species in 51 botanical families were reported, being the Arecaceae and Moraceae families most abundant. According with the floristic composition analysis of patches two groups were determined and statistically differentiated by nine species, natural regeneration of tree species and shrubs abundance, richness, ≥ 10 cm dbh individuals abundance and Fisher Alpha Diversity. The patches on alluvial flatness and patches on hills were statistically different in palms abundance, *Guadua* basal area, the richness and diversity floristic expressed by Shannon index.

In every plot (400 m²) the logging intensity was determined and subsequently four levels of logging were defined in order to analyse the behaviour of all the floristic and structural variables determined, for considering the effects of environmental factor. It was found that the effect of the *Guadua* harvesting on the diversity and the abundance of ≥ 10 cm dbh individuals, regeneration, palms, shrubs and shoots varies significantly according with the logging levels. The diversity was influenced by the stems number of *Guadua*, while the slope position influenced the abundance of ≥ 10 cm dbh individuals, shoots and palms. Regeneration and shrub abundance was affected also by basal area and stems of *Guadua* and physiographic landscape.

1. Introducción

Los bosques tropicales en todo el mundo han sufrido procesos de reducción y degradación, principalmente por la acción del hombre, llevando en algunas zonas a marcadas reducciones en especies de plantas y fauna silvestres (Primack, 1993; Thoreau, 1995; Schelhas y Greenberg, 1996; Katan, 2001). Además, los remanentes de bosque quedan sometidos a otros procesos que involucran cambios en la composición, estructura y diversidad, de su flora y fauna; cambios en las condiciones de luz y aumento del efecto del viento sobre todas las comunidades y el suelo; los cuales son generados a partir de la apertura del bosque y pérdida de continuidad del mismo (Aizen, 1994; Murcia, 1995; Holl, 1997; Laurence *et al.*, 1998).

Muchos de los esfuerzos se han dirigido hacia la preservación de los fragmentos de bosque, dada su importancia para la conservación de especies de vida silvestre; sin embargo, hay mucho por hacer y aprender, como por ejemplo, que especies pueden sobrevivir y prosperar en diferentes tipos de arreglos de fragmentos de bosque (Schelhas y Greenberg, 1996). De otro lado, es importante reconocer el papel que juegan los parches de bosque en la oferta de bienes y servicios ambientales, como por ejemplo en la conservación de la biodiversidad a nivel de paisaje, la cual se hace mas efectiva cuando existe flujo entre parches (Fournier, 1998; Bennet, 1999). Sin embargo, muchos de estos fragmentos continúan siendo intervenidos a partir de actividades productivas, generando cambios en sus características. Además, estos efectos de las actividades antrópicas generalmente interactúan con procesos naturales, como la regeneración, crecimiento y reproducción de los individuos, estableciendo nuevos patrones, movimientos y cambios observados (Thoreau, 1995).

En la región de los Andes de Colombia, una gran cantidad de fragmentos de bosque han quedado como producto de la deforestación y cambio de uso del suelo. Gran parte de estos parches de bosque se caracterizan por la dominancia de la especie *Guadua angustifolia* Kunt. Además, debido a su importancia como fuente de madera de *Guadua* para diversos usos, muchos de ellos están siendo cosechados a diferentes intensidades desde hace varios años (Sabogal y Giraldo 1998; Castaño 2002). En este contexto, la presente investigación pretende destacar las características florísticas y estructurales de estos ecosistemas y su importancia frente a las iniciativas regionales que promueven la

conservación de la biodiversidad y la producción sostenible. Además, pretende determinar los efectos del aprovechamiento de la *G. angustifolia*, sobre las características del resto de la vegetación de los fragmentos de bosque localizados en la región.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Contribuir al conocimiento de las características ecológicas de los bosques de guadua (*Guadua angustifolia* Kunt) en relación al aprovechamiento, y al desarrollo de lineamientos para la conservación de la biodiversidad en áreas silvestres del eje cafetero.

1.3.2 Objetivos específicos.

Identificar las características florísticas y estructurales de los fragmentos con Guadua existentes en el eje cafetero colombiano.

Determinar la variabilidad de la vegetación asociada a la Guadua a lo largo de la zona y su relación con variables ambientales y de estructura de la Guadua.

Determinar el efecto del aprovechamiento de la *G. angustifolia* sobre las características florísticas y estructurales de los bosques de la región dominados por esta especie.

1.3 Hipótesis

Las características florísticas y estructurales de los fragmentos con *Guadua* varían de acuerdo al tipo de suelo, porción de bosque natural sin *Guadua* y a su localización geográfica.

Las características florísticas y estructurales de la vegetación son afectadas por la estructura que presenta la *G. angustifolia*.

Las características florísticas y estructurales de los fragmentos dominados por la *Guadua*, están siendo afectadas por la extracción de guadua.

2. Revisión de Literatura

2.1 La *Guadua angustifolia*

2.1.1 Morfología y aspectos ecológicos de la *G. angustifolia*

Como todos los bambúes la *Guadua* presenta un rizoma segmentado subterráneo que constituye el soporte de la planta y juega un papel importante en la absorción de nutrientes. Este está formado por dos estructuras el rizoma en sí y el cuello el cual es corto a diferencia de otras especies del mismo género (tipo paquimorfo). Además, se caracteriza por presentar una forma casi fusiforme, más o menos curvo, con entrenudos más anchos que largos, sólidos y con un diámetro generalmente mayor que el del culmo (parte aérea de la planta) en el cual se transforman apicalmente; desarrolla yemas laterales solitarias las cuales se transforman en nuevos rizomas (Londoño, 1992). Por otra parte, la especie presenta cinco estados de desarrollo los cuales se diferencian por sus características físicas, principalmente el aspecto, coloración, brillo, resistencia y presencia o ausencia de hojas caulinares. De esta manera se identifican renuevos, *Guadua* juveniles, maduras y secas (Londoño y Prieto, 1983; Sabogal y Giraldo, 1998).

La floración de esta especie es esporádica y puede darse solamente en algunos culmos en un mismo rodal. Los ciclos de floración son irregulares, pueden ser anuales o de mayor tiempo y el fenómeno no implica la muerte de la planta como en otras especies de bambú (Londoño, 1992).

De acuerdo con Londoño (1992), la especie *angustifolia* se distribuye en la región andina de Colombia, Venezuela y Ecuador, y se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 2200 m.s.n.m. Prefiere suelos fértiles, húmedos y secos pero con alto nivel freático (Londoño y Prieto, 1983; Sabogal y Giraldo 1998). Puede alcanzar alturas promedio entre los 15 y 18 metros, con diámetros entre los 10 a 15 centímetros en promedio y hasta 7667 *Guadua* por hectárea en la zona cafetera (Londoño y Prieto, 1983). En esta especie los individuos nacen con el mismo diámetro que van a tener cuando adultos y alcanzan su máximo tamaño aproximadamente a los ocho meses (Jucziewicz *et al*, 1999). Por otra parte, Londoño y Prieto (1983), encontraron que los diámetros tienden a ser mayores

cuando las densidades son más bajas, sin embargo esto puede estar relacionado a la calidad del sitio.

Los guaduales son comunidades vegetales en las cuales domina la guadua y se caracterizan por tener una composición florística variada donde convive la guadua con otras especies (Cuatrecasas, 1958). De acuerdo con Sabogal y Giraldo (1998), los guaduales son comunidades que presentan tres estratos de vegetación de diferentes hábitos de crecimiento que se pueden resumir en herbáceo, arbustivo y arbóreo. Estos ecosistemas se presentan en todos los paisajes de la región formando parches de diferentes tamaños y formas, como también a diferentes distancias con relación a corrientes de agua.

Londoño y Prieto (1983), encontraron que la vegetación asociada a la guadua se distribuye heterogéneamente en el interior del guadual (se encuentran especies con frecuencias y abundancias altas o con frecuencias altas y abundancias bajas o con baja frecuencia pero una abundancia alta, formando manchas dentro del guadual y otras con muy bajas abundancias y frecuencias). Una de las razones por las cuales se explica esta heterogeneidad es debido a la heterogeneidad en cuanto a la luminosidad dentro de los guaduales, ya que esta está muy determinada por la densidad de culmos en los diferentes micrositios, la cual es muy variable; Londoño y Prieto (1983) encontraron desde 7 hasta 33 culmos por parcela de 25 m².

2.1.2 Aprovechamiento de la Guadua en la región cafetera

El régimen de aprovechamiento esta determinado por la intensidad de corta y el ciclo de corta y está dirigido a las guaduas maduras a muy maduras y se hace énfasis en las mas arqueadas o inclinadas, volcadas o con defectos en el fuste para evitar su efecto sobre el desarrollo de los individuos jóvenes (Quintana y Salgado, 1993).

En la región se tiene estipulado una tasa de aprovechamiento hasta del 35% de los tallos maduros, mientras que para el Valle del Cauca en aprovechamientos técnicamente aplicados, se emplea una intensidad de corta que puede variar entre el 30 y el 50% de todas las guaduas comerciales incluyendo las secas y con ciclos de corta entre 12 y 18 meses (Castaño, 2002). Sin embargo, estos parámetros en pocas ocasiones se cumplen

ya que existen otras variables de tipo cultural y social que determinan el régimen de los aprovechamientos, dejando ver a la guadua en muchas ocasiones como un recurso que puede ayudar a solventar situaciones de emergencia económica o cuando se requiere el recurso para uso doméstico como por ejemplo para la construcción de alguna vivienda (Castaño y Giraldo, 2002, comunicación personal).

Todas las maniobras que involucran los aprovechamientos comerciales de *Guadua* son realizadas manualmente; los culmos son cortados con machete y generalmente arrastrados por los mismos corteros dentro del rodal. En ocasiones se emplean animales de arrastre, hasta la orilla de los rodales (Londoño, 1992).

2.2 Efectos del aprovechamiento forestal

Es importante reconocer que las intervenciones de todo tipo, desde la cosecha de frutos para consumo humano hasta la cosecha de madera, tienen impactos sobre el bosque. Estos cambios necesitan ser entendidos ya que pueden eventualmente simplificar el sistema, reduciendo su capacidad de auto-regeneración, (Peters, 1996; Wadsworth, 2000). Sin embargo, estos cambios también pueden resultar en un aumento en el número de especies. Para entender la respuesta de los bosques tropicales a los daños ocasionados por la cosecha de algún producto, es necesario conocer la naturaleza de los mismos de acuerdo con la intensidad de cosecha y del sistema utilizado (Jonkers 1987). Sin embargo, concluir acerca de la compatibilidad entre el aprovechamiento y mantenimiento de la biodiversidad en general es complicado debido al amplio rango de intensidades de cosecha, método de arrastre, y el acompañamiento de prácticas de manejo a las cuales está sujeto el bosque tropical, (Putz *et al.*, 2000). Aún dentro de la misma unidad de manejo, las intensidades de aprovechamiento varían ampliamente de acuerdo a la escala (tamaño de la unidad), generando un mosaico de micrositios con diferentes grados de alteración (Delgado *et al.*, 1997; Putz *et al.*, 2000).

Las actividades humanas son altamente variables en su efecto sobre los componentes y atributos de la biodiversidad. Una actividad que implique una substancial extracción o modificación de recursos, siempre ocasionará significantes, a menudo desconocidas y casi siempre inapreciadas consecuencias sobre uno o más componentes de la biodiversidad (Niemela, 1999; Putz *et al.*, 2000).

El aprovechamiento afecta a los componentes de la biodiversidad a nivel local y del paisaje, cambiando las formas y tipos de ecosistemas terrestres, a través de grandes áreas geográficas. Aunque los cambios en la biodiversidad a nivel del paisaje debido al aprovechamiento a veces no parecen evidentes, cambios en el tamaño, distribución espacial y conectividad de parches a través del paisaje ocurren especialmente a medida que las intervenciones de manejo incrementan (Niernela, 1999; Putz, *et al.*, 2000).

2.3 Tipificación de comunidades vegetales

2.3.1 Aspectos Generales

La importancia de estudiar la vegetación radica en el interés que también hay acerca de conocer sus posibilidades frente a la realidad que esta enfrenta, ya que en muchos casos las condiciones y recursos del medio están siendo alterados por actividades humanas. Sin embargo, uno de los objetivos finales de estudiar la vegetación comúnmente es generar hipótesis acerca de las relaciones entre vegetación y las variables del ambiente, por lo que es conveniente considerar técnicas de correlación o asociación que involucre datos de los dos aspectos en relación a la clasificación y ordenación (Greig-Smith, 1983). Durante la historia ha habido distintas apreciaciones acerca del concepto comunidad; algunos autores afirman que se trata de grupos de especies casi semejantes que recurren en el espacio y en el tiempo, distinguiendo un "tipo de comunidad" con una composición relativamente constante, que obedecen a un gradiente de factores ambientales (Curtis y McIntosh, 1950; Whittaker, 1972). Otros autores consideran que la comunidad es un superorganismo que presenta una tendencia hacia la autorregulación y por consiguiente mantiene un constante cambio en el tiempo, hasta alcanzar un estado de equilibrio (Krebs, 1985).

La variabilidad de las características florísticas y estructurales de la vegetación cambian a lo largo de cualquier gradiente altitudinal desde las zonas templadas hasta los polos y estos cambios se pueden correlacionar de manera significativa con variables como la radiación solar o la precipitación. Sin embargo, cuando la escala de estudio es mucho más pequeña o del nivel local generalmente esta variación está más correlacionada con factores edáficos incluyendo dentro de estos las propiedades químicas y físicas entre

estas la pendiente del terreno (Guariguata y Kattan, 2002). Conocer estas relaciones resulta fundamental para entender los procesos que se desencadenan debido a la intervención del hombre; puede ser dentro del bosque o en áreas en torno al mismo cuando se trata de ecosistemas fragmentados.

2.3.2 Agrupamiento de especies para determinar asociaciones vegetales.

Un requerimiento básico para buscar diferencias entre tipos de bosques, es que los segmentos de flora escogidos sean escogidos de manera apropiada. La selección de sitios con diferencias pequeñas, pueden tener poco significado y quizás no puedan responderse preguntas a cerca de la variabilidad de estos bosques (Gentry, 1990). Dos métodos han sido empleados desde el pasado como base para agrupar especies; la generación de un completo listado de especies presentes en toda la comunidad con su respectiva frecuencia y abundancia. Con base en esto desarrollar una aproximación de las especies raras, ocasionales, comunes, etc., en la comunidad y puede ser empleado para áreas reducidas y mas estrechamente definidas (Greig-Smith, 1983). El segundo método deriva del trabajo de Raunkiaer (1909) citado por Greig-Smith (1983), que depende básicamente de la presencia ausencia de especies en pequeñas muestras de la comunidad en cuestión localizadas al azar o de manera regular. Los resultados pueden ser expresados como la frecuencia en porcentaje de muestras en la cual cada especie ha sido encontrada. Luego las especies pueden ser agrupadas por conveniencia para comparación en un número de clases de frecuencia.

De acuerdo con Blanquet (1932) citado por Krebs (1985), la identificación de asociaciones puede lograrse a partir de las siguientes cuatro etapas:

1. Selección de áreas uniformes de vegetación
2. Descripción de las especies existentes con medidas de frecuencia, abundancia y dominancia.
3. Segregación de listas de especies de áreas que son semejantes (pertenecen a la misma unidad de vegetación).
4. Agrupamiento de unidades conforme a sus afinidades.

De esta manera se pueden identificar las especies limitadas a comunidades vegetales específicas, las que están confinadas en una sola comunidad, especies presentes en distintas comunidades y especies consideradas como intrusas o de otras comunidades. El principal problema de este sistema radica en la subjetividad por lo cual no se puede determinar si las comunidades presentan límites claramente definidos. Sin embargo, puede ser de gran utilidad en las primeras etapas de la descripción de la vegetación (Krebs, 1985).

Si bien es cierto que en la actualidad no hay acuerdo entre cual de los sistemas para subdividir las comunidades naturales en categorías es el más ajustado a la realidad, si queda claro que este ejercicio es en gran medida solo para la conveniencia, ya que en los sistemas naturales no existen límites claros entre comunidades (Delgado y Finegan, 1999). Sin embargo, varios estudios han logrado demostrar que dependiendo de algunos factores ambientales se ha logrado establecer diferencias significativas entre comunidades localizadas en distintas condiciones ambientales, tanto a escala global como a escala regional y local (Gentry y Ortiz, 1993; Duivenvoorden, 1995).

De acuerdo con Whitmore (1984), el grado y tipo de variación en la composición de la vegetación, es un factor que depende típicamente de la escala y considera entonces tres niveles uno regional, de paisaje y local. De esta manera y siguiendo lo expuesto por Tuomisto et al (1995) citado por Finegan (1997), la escala regional considera distancias $> 10^5$ m; la escala de paisaje de 10^3 a 10^5 m y la escala local distancias de 10 a 10^3 m.

2.4 Estructura, composición y diversidad florística.

El estudio de la estructura de una comunidad es una descripción de sus variables cuantitativas en sus dimensiones vertical y horizontal, como tamaños, ubicación relativa y tipos de formas de vida, sin tomar en cuenta las especies individuales (Bourgeron, 1983; Finegan, 1999; Wadsworth, 2000). Entre las variables que se manejan para determinar la estructura de una comunidad están los diámetros a la altura del pecho DAP y las alturas, las cuales pueden ser representadas a partir de funciones matemáticas que pueden ayudar a revelar leyes que gobiernan la estructura del bosque (Finegan, 1997).

En sentido vertical, la vegetación está organizada en un complejo de patrones desde el suelo hasta lo más alto del dosel, en los cuales algunos ecologistas identifican estratos de plantas, ramas, en relación al dosel superior y considerando diferentes niveles de altura. Sin embargo, estos criterios están determinados por lo que se asume en los trabajos de campo (Bourgeron, 1983). En cuanto a la estructura horizontal, esta describe todo el complejo que se encuentra a lo largo de la gradiente horizontal. Tanto en el análisis de estructura vertical como horizontal se hace referencia a la composición de la vegetación (Bourgeron, 1983)

2.4.1 Diversidad

Aunque no existe acuerdo acerca de la definición precisa acerca de lo que es diversidad, es claro que este incorpora dos elementos, riqueza de especies que indica el número de especies dentro de una comunidad y equidad que se refiere al nivel de participación de cada especie en la comunidad, expresada en términos de su abundancia relativa (Greig-Smith citado por Delgado y Finegan, 1999). De acuerdo con Whittaker (1972) es fundamental reconocer tres escalas básicas de diversidad; Alpha diversidad como el número de especies dentro de un mismo hábitat o comunidad generalmente de poca área y con estructura de la vegetación uniforme; la Beta diversidad que refleja el cambio en composición a lo largo de un gradiente de ambientes o series de hábitat y como gama diversidad cuando se refiere a grandes regiones geográficas. Estas tres escalas básicas o tipos de diversidad pueden ser afectadas de manera distinta por prácticas de uso de la tierra en un área dada (Noss, 1983). Por lo tanto, en zonas con paisajes altamente heterogéneos puede resultar más apropiado estudiar el mosaico de un paisaje que sitios o ecosistemas únicos.

3. Materiales y métodos

3.1 Área de estudio

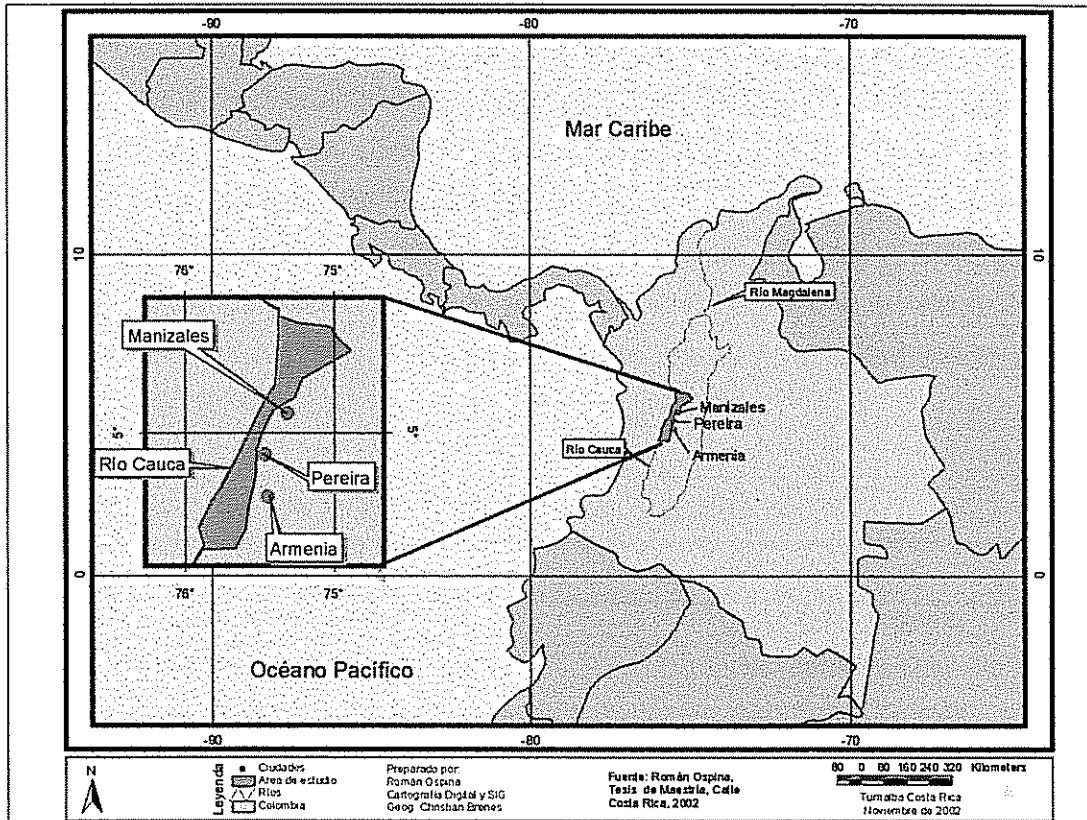


Figura 1. Localización de la zona de estudio.

El presente estudio se llevó a cabo en la denominada zona cafetera colombiana, en los departamentos del Valle del Cauca, Quindío, Risaralda y Caldas; en sus áreas localizadas en la vertiente Cauca de la cordillera Central, sobre la franja altitudinal comprendida entre los 950 y 1200 m.s.n.m (Figura 1). Se trabajó en 14 fragmentos de bosque localizados en seis núcleos desde el Valle del Cauca hasta el Departamento de Caldas (Cuadro 1). Estos fragmentos fueron seleccionados considerando que tuvieran Guadua, que estuvieran localizados sobre una misma franja altitudinal, que su tamaño fuera mayor a 5 hectáreas, que estuvieran distribuidos a lo largo de la zona de estudio y sobre los paisajes fisiográficos de llanura aluvial y terrazas fluviovolcánicas; además que tuvieran historia de aprovechamiento conocida.

Clima. De acuerdo con González (1998), se puede decir que en general toda la zona de estudio presenta un clima cálido caracterizado principalmente por dos épocas secas en los meses de Enero-Febrero y Julio-Agosto y dos épocas lluviosas durante los meses de Abril-Mayo y Octubre-Noviembre, los demás meses del año presentan una precipitación regular entre 100 y 150 mm en promedio. Para la caracterización del clima se tomaron en cuenta los datos de precipitación temperatura y humedad relativa de las estaciones mas cercanas a cada uno de los sitios de trabajo. El sitio que reporta la mayor precipitación es Marruecos en el Municipio de Pereira con un promedio de 1800 mm/año y el sitio con la menor precipitación es Arauca con un promedio anual de 1290 mm (CENICAÑA, estación Risaralda). La temperatura oscila entre los 23° y 24° C para todos los sitios. En el cuadro 2 se presentan los datos de Precipitación, temperatura y humedad media anual, para todas las áreas de estudio.

Cuadro 1. Núcleos de fragmentos y localización en su respectivo municipio.

| Núcleo | Fragmentos | Municipio |
|--------|---------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Palermo y la Julia | Barragán, Quindío |
| 2 | Nápoles 1, 2 y 3 | Montenegro, Quindío |
| 3 | La Cascada 1,2 y 3 | Quimbaya, Quindío |
| 4 | Marruecos y San Jorge | Pereira, Risaralda |
| 5 | Arauca | Anserma, Valle del Cauca |
| 6 | La Finaria, Montelindo y Tres puertas | Manizales, Caldas |

Suelos. De acuerdo con el IGAC (1995), los fragmentos se localizan en dos unidades, (según el sistema de clasificación de EEUU de Norteamérica) una primera caracterizada por tener suelos formados por cenizas volcánicas (Andosoles háplicos – ANh), algunos de los cuales presentan altos contenidos de materia orgánica (Andosoles úmbricos – ANu) de texturas medias y localizados en lomeríos. La segunda unidad corresponde a suelos de climas secos y húmedos desarrollados en planicies aluviales, terrazas y diques bien drenados de la clase Mollisoles, originados a partir de material erodado de las cordilleras y de depósitos fluviales, con aportes variables de cenizas volcánicas y que debido a las condiciones de clima seco no han favorecido el desarrollo de Andosoles.

Cuadro 2. Datos meteorológicos para los sitios de estudio.

| Núcleo | Precipitación media mm/año | Temperatura Promedio °C | Humedad relativa promedio % | Estación |
|--------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------------|----------------|
| 1 | 1686 | 23 | 75 | Pijao-la Vieja |
| 2 | 1691 | 24 | 76 | Maracay |
| 3 | 1691 | 24 | 76 | Maracay |
| 4 | 1800 | 24 | 75 | Consota |
| 5 | 1290 | 24 | 74 | Risaralda |
| 6 | 1437 | 23 | 74 | Montelindo |

Fuente Estaciones meteorológicas IDEAM

Vegetación. De acuerdo con la clasificación propuesta por Cuatrecasas (1989), los sitios estudiados se encuentran localizados en la zona de transición entre lo que el denomina como selva inferior o basal y la selva subandina. La primera va desde el nivel del mar hasta los 1000 metros incluye formaciones vegetales que se manifiestan bajo las condiciones de precipitación propias de la zona (1500-1800 mm). Rangel *et al* (1997), por ejemplo reportan para la otra vertiente de la cordillera central, opuesta a la zona de estudio, la evidencia de formaciones selváticas como la comunidad *Guarea guidonia* y *Pseudolmedia sp.*, especies de muy alta frecuencia en los bosques estudiados. La segunda formación va desde los 1000 hasta los 2400 metros, lo que sugiere que los bosques localizados en el rango altitudinal seleccionado para el estudio comparte características florísticas de las dos formaciones vegetales propuestas. De acuerdo con la clasificación de Holdridge (1978), los sitios estudiados se encuentran entre la zona de vida bosque seco tropical y bosque húmedo premontano.

3.2 Población y Muestreo

3.2.1 Selección y localización geográfica de los de fragmentos.

Inicialmente, se hizo un recorrido por toda la región a partir del cual se seleccionó el rango altitudinal sobre el cual se encuentran los rodales naturales de *G. angustifolia* con mayor área (950 - 1200 m.s.n.m). Los 14 sitios seleccionados se encontraron en esta franja altitudinal, distribuidos a lo largo de la región. Con el fin de determinar la variabilidad florística entre estas comunidades, los sitios se agruparon en cinco zonas o núcleos definidos principalmente por la cercanía entre ellos. De esta manera se trabajaron dos

bosques cercanos al corregimiento de Barragán, Municipio de Pijao, Quindío, el primero en Barragán y el otro al otro lado del río Barragán en el Municipio de Sevilla, Valle del Cauca; el segundo núcleo se localizó en la hacienda Nápoles en el Municipio de Montenegro, Quindío; el tercero en la hacienda la Cascada en el Municipio de Quimbaya, Quindío; el cuarto en Risaralda en el corregimiento de Cerritos, Municipio de Pereira, y el quinto en el corregimiento de Tres puertas, Municipio de Manizales, Caldas. Se trabajó también en un fragmento localizado en el Municipio de Anserma Nuevo, Valle del Cauca (Cuadro 1).

En general la matriz del paisaje que rodea los fragmentos es potrero y solo para dos casos es matriz compartida, entre potrero y cultivos anuales en uno, y potrero y caña de azúcar en otro; 5 de los fragmentos presentaron conexión con bosque natural sin guadua. La máxima diferencia altitudinal entre los fragmentos fue de 250 metros. Además, los fragmentos tienen historias de aprovechamiento de guadua diferentes y bajo permiso y supervisión de las entidades encargadas del control de los recursos naturales, (Cuadro 3).

El tamaño de los fragmentos, el porcentaje de bosque en ellos y la conexión con áreas de bosques sin guadua, fueron determinados a partir de la interpretación de aerofotografías de cada uno de los fragmentos. Las áreas fueron corregidas teniendo en cuenta la proyección de las copas de la Guadua debido a su inclinación (6.32 metros en promedio para todos los sitios trabajados). Todo el trabajo descrito se complementó con consultas a los encargados del manejo de los guaduales, técnicos de las instituciones encargadas de controlar la extracción de guadua y de otras fuentes relacionadas con el tema, como universidades, centros de investigación, entre otras; existentes en la región.

3.2.2 Selección de las parcelas dentro de cada fragmento.

La muestra está representada por 140 parcelas de 20X20 m (0.04 ha), localizadas en 14 fragmentos de bosque con *Guadua*; es decir 10 parcelas por sitio. La selección de las parcelas se hizo de manera aleatoria empleando una cuadrícula de coordenadas cada 60 metros (distancia mínima entre parcelas). Estas coordenadas se determinaron con base en las coordenadas planas correspondientes a cada sitio; la numeración se inició con la coordenada de menor valor en cualquiera de los sentidos de acuerdo con la orientación del fragmento. Cada intersección se determinó como una parcela a la cual se le asignó un

numero, para posteriormente sortear de manera aleatoria y luego hacer el respectivo levantamiento de la parcela en el sitio respectivo. Este procedimiento se hizo con la ayuda de un plano a escala de cada uno de los fragmentos elaborado a partir de aerofografías georeferenciadas. Las subparcelas de 5m x 5m se enumeraron de la 1 a la cuatro siempre en sentido del reloj y se seleccionaron al azar tres para cada parcela de 20x20. La Figura 2 esquematiza la localización de las parcelas en campo.

Cuadro 3. Características principales de los sitios estudiados. La historia se refiere a los años que tiene el sitio de estar siendo sometido a cosechas de Guadua; el paisaje se refiere al paisaje fisiográfico en que se encontraron los sitios fueron terrazas aluviales (T-A) y terrazas fluvio volcánicas (T-FV).

| Sitio | Municipio | tamaño ha | Elevación msnm | %Bosque sin Guadua | Area Guadua | Conectado con bosque | Historia cosechas | Paisaje | Suelos |
|-----------------|------------|-----------|----------------|--------------------|-------------|----------------------|-------------------|---------|------------|
| 1 Arauca | Anserma | 17 | 950 | 0 | 17 | No | >10 años | T - A | Mollisoles |
| 2 Cascada 1 | Quimbaya | 27.7 | 1150 | 64 | 18 | Si | >20 años | T - FV | Andosoles |
| 3 Cascada 2 | Quimbaya | 21.9 | 1180 | 49 | 10.9 | Si | >20 años | T - FV | Andosoles |
| 4 Cascada 3 | Quimbaya | 42.2 | 1100 | 43 | 14.1 | Si | >20 años | T - FV | Andosoles |
| 5 Finaria | Manizales | 10.2 | 1100 | 0 | 10.2 | No | >20 años | T - FV | Andosoles |
| 6 Julia | Pijao | 11.1 | 1050 | 0 | 11.1 | Si | >10 años | T - FV | Mollisoles |
| 7 Marruecos | Pereira | 9.6 | 1150 | 0 | 9.6 | No | ----- | T - A | Andosoles |
| 8 Montelindo | Manizales | 13.4 | 1150 | 0 | 13.4 | No | >15 años | T - FV | Andosoles |
| 9 Nápoles 1 | Montenegro | 24 | 1150 | 0 | 24 | No | >20 años | T - FV | Andosoles |
| 10 Nápoles 2 | Montenegro | 22 | 1200 | 0 | 22 | Si | >20 años | T - FV | Andosoles |
| 11 Nápoles 3 | Montenegro | 28 | 1200 | 0 | 28 | No | >20 años | T - FV | Andosoles |
| 12 Palermo | Pijao | 12.1 | 1200 | 0 | 12.1 | No | 7 años | T - A | Mollisoles |
| 13 SanJorge | Pereira | 16.3 | 1150 | 0 | 16.3 | No | >10 años | T - FV | Andosoles |
| 14 Tres puertas | Manizales | 11.9 | 1100 | 0 | 11.9 | No | >20 años | T - FV | Andosoles |

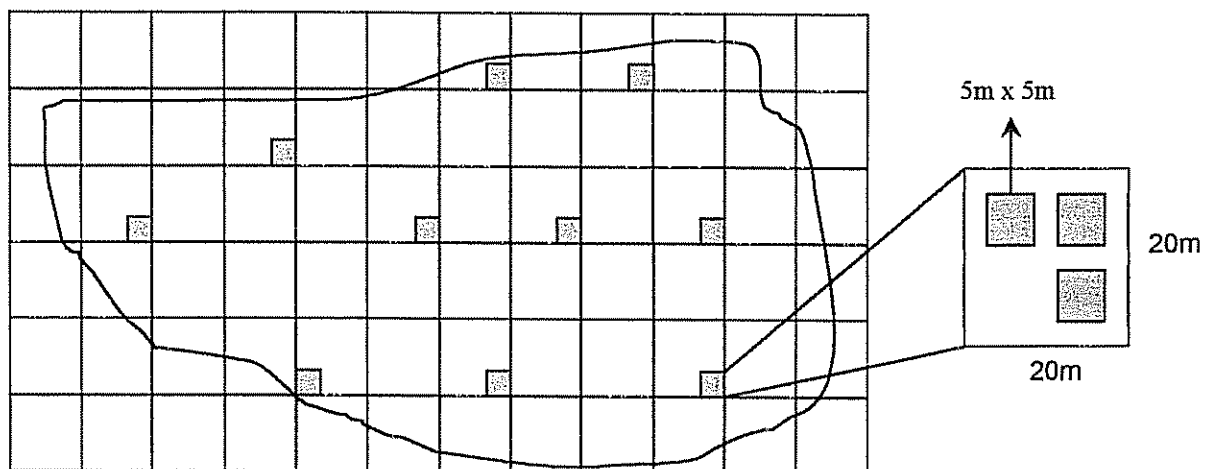


Figura 2. Selección de las parcelas dentro de cada uno de los fragmentos.

3.2.3 Atributos y variables medidas

Dentro de las parcelas de 0.04 ha se localizaron y registraron todos los individuos ≥ 10 cm de DAP, con su respectivo nombre científico o en su defecto con el número consecutivo para cada especie para su posterior identificación botánica. A cada individuo se le midió el DAP (diámetro a 1.3 metros de altura) y se determinó si la copa del individuo era emergente, estaba en el dosel, o debajo del mismo. Para determinar la diversidad florística del sotobosque, dentro de cada parcela de 0.04 ha se establecieron de manera aleatoria 3 subparcelas de 5m x 5m. Dentro de estos 25 m² se registraron todas los arbustos, lianas, palmas, helechos arbóreos y herbáceas grandes con diámetro ≥ 1 y ≤ 9.9 cm. En estas mismas subparcelas se registró la regeneración establecida de árboles (≥ 40 cm de altura), de acuerdo a lo sugerido por Faber-Langendoen y Gentry (1991).

Se consideraron como un solo individuo los grupos de tallos de palmas o lianas que presentan una base común o se encuentran interconectados entre si para el segundo caso, de acuerdo a lo sugerido por Delgado y Finegan (1999). Para el caso de la *Guadua angustifolia*, se registró el diámetro y estado de desarrollo de todos los tallos existentes a partir de 2 cm de diámetro, de acuerdo con Young (1991), Arbeláez (1996), Ray y Chauman (1998) y O'Connor *et al*, (2000). Los individuos fueron identificados hasta especies, mediante reconocimiento directo en el campo, las especies que no se pudieron reconocer se les colectó muestra para posteriormente ser llevados a los herbarios de la Universidad del Quindío y del jardín botánico Mateguadua de Tulúa, para su respectiva identificación.

Dentro de cada una de las parcelas de 0.04 ha se describieron los diferentes micrositios identificados, de acuerdo a los factores que los determinan y la magnitud de los mismos. Se evaluó la densidad de luz vertical haciendo uso del densímetro, registrando la luz en 16 puntos dentro de cada parcela de 0.04; la posición en la pendiente se calificó como (1) considerando si la parcela se localizaba en la parte de abajo, con (2) si estaba en la ladera y con (3) en la cima; se midió la distancia en metros desde el centro de la parcela hasta las corrientes de agua y al borde del fragmento. También se determinó la intensidad de aprovechamiento dentro de cada una de las parcelas a partir del conteo de guaduas en pie y número de tocones; mediante la siguiente relación:

$$I\% = \frac{NT}{NT + NG} \text{ Donde;}$$

I, es la intensidad de cosecha en %.

NT, es el numero de tocones de guadua en la parcela de 0.04 ha.

NG, es el numero de tallos de guadua en pie en la parcela de 0.04 ha.

3.3 Análisis de resultados

3.3.1 Características florísticas y estructurales de los fragmentos.

Para hacer el análisis florístico y estructural de los fragmentos y de la variabilidad entre los mismos, se consideró como la unidad de análisis el fragmento (0.4 ha); todos los valores de las variables corresponden a los totales para cada uno de los 14 sitios estudiados. La variabilidad entre fragmentos se analizó a partir de grupos formados a partir de la composición florística, el paisaje fisiográfico sobre el cual se encontró cada fragmento y la localización geográfica de los mismos.

3.3.1.1 Composición florística

Se elaboraron las tablas correspondientes a la composición florística por fragmento, clasificando las especies por familias botánicas y sus respectivas especies, para determinar las familias y especies más abundantes y frecuentes en estos ecosistemas. En el Anexo 1 se presentan las especies reportadas en los 14 sitios y sus respectivas familias botánicas.

Para analizar la variabilidad de la composición florística entre los sitios estudiados se realizó inicialmente un análisis de conglomerados, tomando como base cada una de las especies y su peso ecológico expresado por el índice de valor de importancia IVI, propuesto por Curtis y McIntosh (1950), en los diferentes sitios; se eliminaron aquellas especies que aparecieron una sola vez dentro de los sitio y las que se presentaron en un solo sitio. El método de agrupamiento empleado fue el de discriminación jerárquica Ward, el cual se basa en la selección de los grupos de menor varianza para cada par de muestras comparadas (Anderberg, 1973); para el agrupamiento se seleccionaron 11

familias y 15 especies, las cuales fueron comunes en por lo menos 5 fragmentos, con el fin de poder determinar la variabilidad entre todos los fragmentos estudiados. Posteriormente, se hicieron los respectivos análisis de varianza para determinar la significancia de cada una de las especies en la discriminación de los grupos. El modelo de Andeva usado fue el completamente al azar, de la forma $Y_i = \mu + \tau_i + \varepsilon_i$; donde Y fue la variable de respuesta correspondiente al IVI de cada especie, τ representó cada una de las 15 especies asumidas como tratamiento; μ la media poblacional y ε el error en la colección de la muestra.

Otro procedimiento que se utilizó para estudiar la variabilidad en la composición florística entre los fragmentos, fue el análisis de varianza entre los grupos formados a partir de los núcleos geográficos; este análisis se complementó con una prueba de comparación de Tukey para ver cuales de los núcleos fueron diferentes de acuerdo a cada una de las especies. El modelo de Andeva para la comparación entre núcleos fue el de bloques al azar, en el cual los bloques fueron los núcleos y los fragmento dentro de cada uno de estos fueron las repeticiones. El modelo fue de la forma $Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$; donde Y correspondió a los IVI de cada una de las especies en cada uno de los núcleos; τ los tratamientos representados por las 15 especies seleccionadas inicialmente por su frecuencia y abundancia; β fueron los núcleos geográficos; μ la media de los tratamientos y ε el error en la colección de la muestra.

3.3.1.2 Análisis de estructura

Se estimaron las abundancias para todas las especies de la categoría >1 y <10 cm de dap en cada fragmento. También se hallaron las abundancias, frecuencias, la áreas basales e IVI de todos los individuos ≥ 10 cm de dap en cada uno de los 14 fragmentos.

La variabilidad estructural de los fragmentos se analizó inicialmente considerando los dos tipos de bosque determinados por el análisis de conglomerados, luego tomando en cuenta el paisaje fisiográfico en donde se localizó cada fragmento y por ultimo con base en los núcleos definidos por la localización geográfica. Para comparar entre los dos tipos de bosque y los dos grupos determinados por el paisaje fisiográfico se hicieron pruebas de "t" con las áreas basal de especies arbóreas, la abundancia total y de individuos ≥ 10 cm

de dap, la abundancia de arbustos, palmas, lianas, herbáceas y de la regeneración; así como también para comparar las áreas basales y el número de tallos de *Guadua*. Además, se compararon las distribuciones diamétricas tanto de árboles como de tallos de la *Guadua*.

Para comparar las variables de estructura, entre núcleos geográficos se hicieron análisis de análisis de varianza, empleando un modelo de bloques al azar en el cual los bloques estuvieron conformados por los núcleos y los fragmentos dentro de estos fueron las repeticiones. El modelo de Andeva fue de la forma $Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$; donde Y correspondió a los valores de cada una de las variables de estructura en cada núcleo, β fueron los núcleos geográficos, τ los fragmentos en cada núcleo, μ la media de los tratamientos y ε el error en la colección de la muestra. También se hicieron pruebas de Tukey para determinar diferencias entre los núcleos para cada variable analizada.

Se correlacionaron la cantidad promedio de tallos de *Guadua* y el área basal de la *Guadua*, en cada tipo de bosque, paisaje y núcleo, con las abundancias y áreas basales de las otras especies, con el fin de determinar la relación existente entre estas variables y la estructura de la *Guadua* en cada escenario propuesto. También, se compararon las distribuciones diamétricas de las especies arbóreas y de la *Guadua* entre los tipos de bosque y los dos paisajes fisiográficos, mediante pruebas de "t".

3.3.1.3 Riqueza y diversidad

Para comparar la riqueza y la diversidad florística entre los tipos de bosque y los paisajes fisiográficos se hicieron pruebas de "t" con la riqueza y los índices de diversidad Alpha de Fisher (α), Shannon (H') y Simpson (D). Para comparar entre núcleos geográficos, se hicieron análisis de varianza y pruebas de comparación de Tukey. El modelo de Andeva fue de la forma $Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ij}$; donde Y correspondió a la riqueza y diversidad en cada núcleo, β fueron los núcleos geográficos, τ los fragmentos en cada núcleo, μ las media de los fragmentos y ε el error en la colección de la muestra. Por otra parte, se elaboraron curvas de acumulación de especies por unidad de área (0.4 ha) y por número de individuos, para cada grupo con el fin de determinar las diferencias entre los mismos; este procedimiento permitió además, evaluar el esfuerzo de muestreo durante el estudio.

3.3.2 Efectos del aprovechamiento sobre la vegetación asociada.

3.3.2.1 Definición de la muestra y variables para el análisis

Para analizar los efectos del aprovechamiento de Guadua sobre las características de la vegetación asociada, se consideró como unidad de análisis la parcela de 20m x 20m (0.04 ha). Para tal fin se empleó la información de 89 parcelas, luego de excluir las parcelas del grupo 2 determinadas por el análisis de conglomerados y seleccionar las que tuvieran la información sobre las variable intensidad de aprovechamiento; dado que para algunas parcelas aprovechadas no fue posible contabilizar el numero de tocones. Con los registros se construyó una matriz resumen la cual contenía, las variables relacionadas con el aprovechamiento; los factores ambientales y variables de estructura de la guadua, que se consideraron que podrían estar influyendo sobre las características de la vegetación y que fueron consideradas como covariables (Cuadro 4).

Cuadro 4. Variables y covariables involucradas en el análisis para evaluar efectos del aprovechamiento de guadua sobre la vegetación asociada.

| Variables Independiente | Variables de respuesta | Factores ambientales o Covariables |
|--------------------------------------|---|--|
| - Intensidad de aprovechamiento en % | <ul style="list-style-type: none">- Area basal de ≥ 10cm dap- Riqueza- Riqueza de ≥ 10cm dap- Densidad total.- Densidad de ≥ 10cm dap- Diversidad Alpha- Cantidad regeneración.- Densidad de herbáceas.- Densidad de arbustos- Densidad de palmas- Densidad de lianas.- Numero de rebrotes | <ul style="list-style-type: none">- # De tallos de guadua- Area basal de Guadua- Conectividad- % de bosque natural- Distancia al agua- Distancia al borde- Posición en la pendiente- Paisaje fisiográfico- Evidencia de inundación |

Las covariable posición en la pendiente se calificó con uno la parte de abajo, con dos la ladera y con tres la cima; la evidencia de inundación y la conectividad fueron variables dicotomicas que tomaron valores de 1 y 0, si había o no evidencia de inundación o conectividad. Para valorar la variable paisaje fisiográfico sobre el cual se encontraba cada

fragmento, se asignó el valor de 1 para terrazas aluviales y de 2 para cuando estos estaban sobre terraza fluviovolcánica.

Entre las variables de la vegetación asociada que se tuvieron en cuenta para medir la respuesta al aprovechamiento de guadua, están el área basal, el número total de individuos de categoría ≤ 10 cm de DAP, el número total de individuos para la categoría ≥ 10 cm de DAP, la riqueza total, riqueza para la categoría ≥ 10 cm de DAP, el índice de diversidad α de Fisher calculado con base en todas las especies de las diferentes categorías, densidad de regeneración de especies arbóreas, densidad de herbáceas, densidad de arbustos, densidad de rebrotes, densidad de lianas y densidad de palmas.

Con la intensidad de aprovechamiento expresada en porcentaje de extracción de tallos de Guadua se determinaron clases que fueron usadas como tratamientos. Para establecer las clases de intensidad de cosecha de Guadua, se tuvieron en cuenta dos criterios principalmente, la distribución de frecuencias de la variable y lo establecido por la ley que regula el aprovechamiento de Guadua en la región (CORPOCALDAS *et al*, 2002). De esta manera se establecieron los siguientes cuatro tratamientos :

$T_1 = 0 - 1$; $T_2 = 1 - 17$; $T_3 = 18 - 34$; $T_4 = > 34$.

3.3.5.2 Análisis multivariado de varianza MANOVA

Para construir el modelo empleado para el análisis multivariado, se organizó una nueva matriz con base en los tratamientos definidos para realizar el MANOVA, el cual se realizó haciendo uso del paquete estadístico SAS Versión 6. El modelo establecido es de la siguiente forma:

$Y = f(\mu, T, X) + E$ donde;

Y representa a la matriz conformada por las variables de respuesta,

μ es una matriz de medias de las poblaciones involucradas en el análisis,

T es un vector que representa a los tratamientos,

X es la matriz de covariables involucradas en el análisis,

E representa a la matriz de error.

El procedimiento supone que los datos analizados provienen de poblaciones diferentes determinadas por cada tratamiento. A partir del análisis de los datos se generaron matrices de sumas de cuadrados y productos cruzados correspondientes para cada uno de los efectos del modelo; la matriz de suma de cuadrados y productos cruzados para errores se denota por E y la matriz de suma de cuadrados y de productos cruzados para la hipótesis se denomina H; todos los procedimientos de prueba se basan en función de las máximas raíces características de HE^{-1} , es decir las máximas soluciones del producto de las dos matrices (Jonson, 2000). Para determinar la significancia de las diferencias entre los niveles de aprovechamiento planteados se empleó la prueba de la relación entre posibilidades de Wilks, la cual arroja una solución única para todo el conjunto de variables de respuesta. Sin embargo, el MANCOVA es importante para evitar errores en el caso en que las diferencias se den por cuestión del asar y que al no ser verificados con base en otro conjunto de datos, puede dar origen a lo que se conoce como falsas positivas (Jonson, 2000).

3.3.5.3 Respuesta de cada variable de la vegetación a los niveles de aprovechamiento.

A partir de un análisis de covarianza (ANCOVA), que se realizó paralelo al procedimiento multivariado con cada una de las variables de respuesta y con la participación del grupo de covariables, se determinaron cuales de las variables de la vegetación varían de manera estadísticamente significativa entre los niveles de aprovechamiento evaluados y que variables ambientales y de la *Guadua*, fueron influyentes sobre las características de la vegetación que fueron analizadas. Por otra parte, se calcularon las variables canónicas correspondientes a cada una de las variables de respuesta, con el fin de comparar las medias de los tratamientos en un mismo espacio dimensional de acuerdo con (Johnson, 2000). Luego, mediante un análisis de correlación entre las variables canónicas y las variables de respuesta se verificó el peso de estas en la discriminación de las diferencias entre niveles de aprovechamiento. Para este análisis se trabajo con la variable canónica 1 que fue la que mostró significancia estadística en el análisis. Por último se realizó una prueba de Tukey para determinar en que niveles de aprovechamiento se presentan las diferencias.

También se hicieron análisis de covarianza para ver las diferencias entre niveles de cosecha de *Guadua*, en diferentes posiciones topográficas, paisajes fisiográficos y tipos de bosque. A partir de este análisis se logró ver el efecto de la interacción entre estas variables ambientales y la intensidad de aprovechamiento sobre los promedios de las variables de la vegetación. El modelo de ANCOVA utilizado fue en arreglo factorial de la forma $Y_{ij} = \mu + \beta_i + V_j + (\delta_{i1} + \delta_{i2} + \dots + \delta_{in}) + \varepsilon_{ijkl}$; donde β_i corresponde a los niveles de aprovechamiento, V_j el efecto de la variable ambiental analizada, $(\delta_{i1} + \delta_{i2} + \dots + \delta_{in})$ son las otras covariables y ε fue el error en la colección de la muestra.

4. RESULTADOS

4.1 Características generales de los datos reportados

Se tomaron en cuenta para el análisis 23.461 registros entre culmos de guadua, árboles ≥ 10 cm de dap, arbustos, herbáceas, regeneración arbórea, lianas, palmas y rebrotes de especies arbóreas. El Cuadro 3 resume la distribución de los datos reportados.

Cuadro 3. Totales reportados para las categorías de vegetación en 140 parcelas (400 m²), promedio por parcela y desviación estándar en paréntesis.

| | Tallos de Guadua | Árboles ≥ 10 dap | Abundancia regeneración | Abundancia herbáceas | Abundancia arbustos | Abundancia rebrotes | Abundancia lianas | Abundancia palmas |
|--------------|------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Total | 14398 | 521 | 2526 | 2078 | 2141 | 1375 | 135 | 287 |
| Promedio(SD) | 125(50) | 3.4(4.4) | 16.5(15.9) | 13.9(12.8) | 15.5(15.4) | 9.9(10.6) | 0.6(1.9) | 2.3(6.1) |

En las 115 parcelas seleccionadas (ver acápite 3.3.2.1 sobre selección de parcelas para evaluar efectos del aprovechamiento) para evaluar los efectos del aprovechamiento de *Guadua*, se reportaron intensidades entre 0 y 70%; siendo la intensidad del 0% la de mayor frecuencia reportándose para 19 parcelas; las otras intensidades de aprovechamiento presentaron una frecuencia entre 1 y 6 parcelas.

4.2 Composición Florística y Diversidad

Un total de 26 familias y 63 especies de la categoría ≥ 10 cm de dap, fue reportado en las 140 parcelas (total de 5.6 ha). El 77% de las familias estuvieron representadas por 2 o menos especies; las familias Moraceae, Mimosaceae y Lauraceae fueron las más abundantes con 11, 6 y 6 especies respectivamente (Figura 3).

Del total de especies en la categoría de ≥ 10 cm dap, el 22% reportaron un solo individuo, mientras que 44% fueron reportadas solamente en un solo sitio. Las seis especies de mayor abundancia y frecuencia fueron *Pseudolmedia rigida* (Moraceae) y *Cupania americana* (Sapindaceae) que se reportaron en 9 de los 14 sitios; *Oreopanax albanense* (Araliaceae) en 7 y *Trichilia pallida* (Meliaceae) en 6; las especies *Aiphanes aculeata* (Arecaceae) y *Anacardium excelsum* (Anacardiaceae) fueron abundantes, sin embargo

solo se reportaron en 3 y 4 sitios respectivamente. Estas especies reportaron todas mas de 20 individuos en el total de la muestra, el 90.4% restante presentaron un numero de individuos por debajo de esta cantidad (Figura 4).

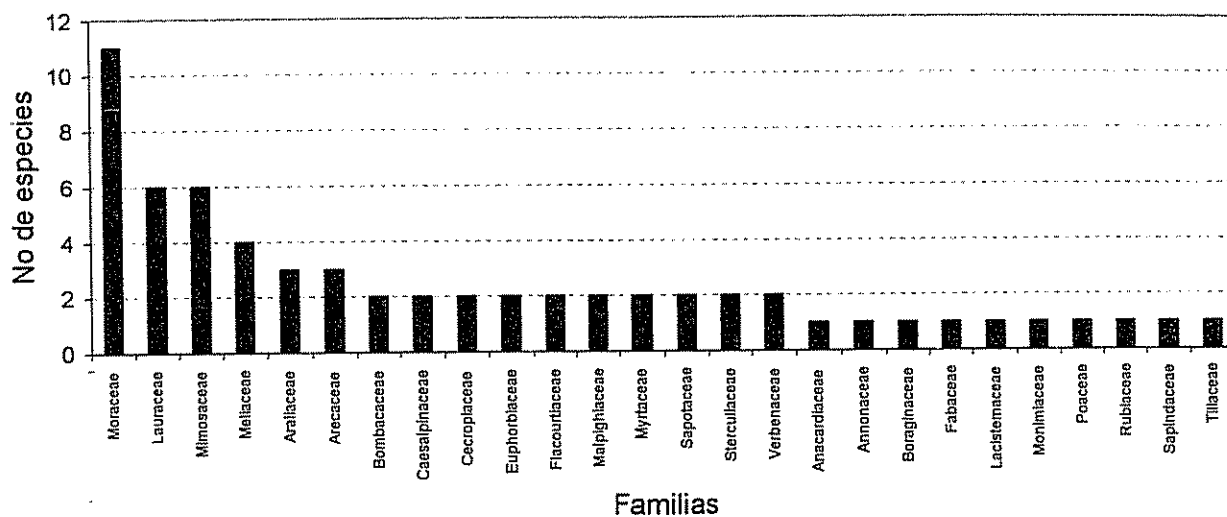


Figura 3. Distribución de las familias de acuerdo con el numero de especies.

En la categoría $\geq 1 \leq 9,9$ cm de diámetro se reportaron 182 especies, de las cuales 43% correspondieron a regeneración establecida ≥ 40 cm de altura, de árboles del dosel y subdosel, el 32% fueron arbustos; el 14% herbáceas, el 5% fueron lianas y el 6% fueron palmas. Del total el 34% de las especies reportaron menos de 5 individuos mientras que el 10% registraron mas de 100 (Anexo 2).

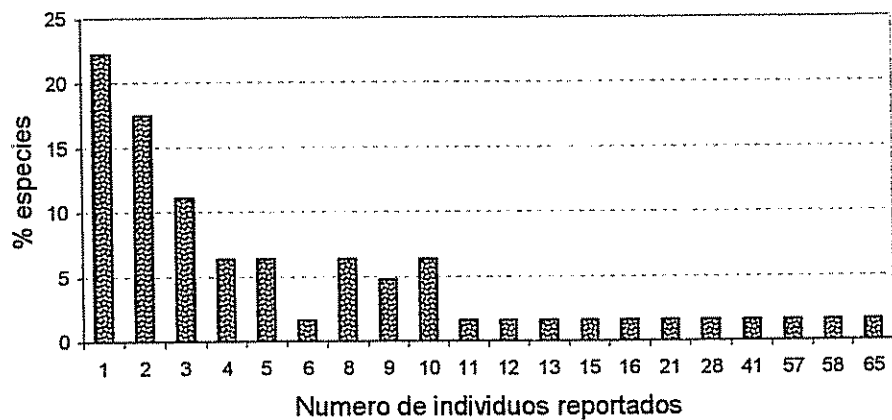


Figura 4. Porcentaje de especies según el número de individuos ≥ 10 cm de dap, en los 14 sitios estudiados.

Para esta misma categoría se reportaron 51 familias botánicas, de las cuales el 25% están representadas por una sola especie, mientras que solo el 10% contienen más de 10. Las cinco familias con mayor número de especies fueron Arecaceae con 12, Moraceae 11, Rubiaceae 12, Piperaceae 11 y Solanaceae 11. La familia Arecaceae incluye a tres especies de palma del dosel superior, *Aiphanes aculeata*, *Bactris gasipaes* y *Syagrus sancona*; las demás especies siempre se les encontró por debajo del dosel y en mayor abundancia en los sitios localizados sobre llanuras aluviales, formando grupos de una misma especie como el caso de *Geonoma orbigniana* y *Prestoea* sp. Las especies de la familia Moraceae corresponden a árboles del dosel superior representados por su regeneración establecida; las familias Piperaceae y Solanaceae están representadas por arbustos del sotobosque que alcanzan alturas máximas de tres metros y generalmente son las primeras en colonizar los sitios después del aprovechamiento junto con algunas herbáceas como las Heliconiaceae y Maranthaceae. En el Anexo 3 se presenta un resumen de la distribución de familias por número de especies, para las dos categorías de tamaño estudiadas.

4.2.1 Variación en la composición florística.

4.2.1.1 Análisis de Conglomerados

A partir del análisis de conglomerados, con ayuda de la gráfica "pseudo T", generada por el procedimiento del análisis (Anexo 5) y con la interpretación del dendograma que representa la Figura 5, se estableció la existencia de dos grupos de fragmentos los cuales difieren en su composición. El primer grupo de fragmentos incluye los sitios Arauca, La finaria, la Julia, Marruecos, Monte lindo, Nápoles 1,2 y 3 Palermo, San Jorge y Tres puertas, de aquí en adelante se denominará grupo 1. En el segundo grupo esta conformado por los tres sitios de la hacienda La Cascada que son Cascada 1, 2 y 3 y se le denominará como grupo 2.

En el análisis de conglomerados se incluyeron 15 especies; de acuerdo con el análisis de varianza, 9 especies fueron estadísticamente significativas para la discriminación de los grupos ($p < 0.05$).

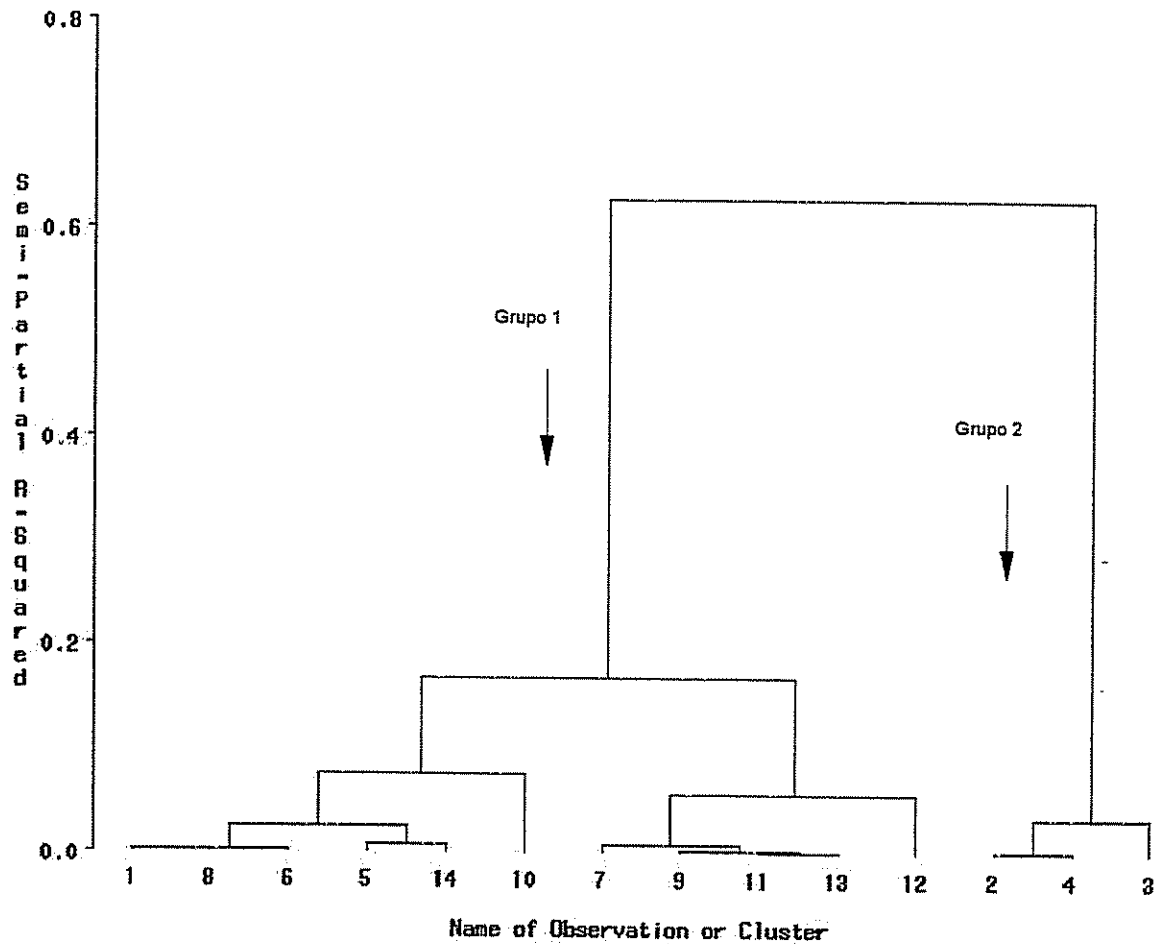


Figura 5. Dendrograma de grupos de fragmentos agrupados por su composición florística.

Como se puede observar en el Cuadro 5, el grupo 2 contiene a la mayoría de las especies ecológicamente importantes del grupo 1, a excepción de *Cordia hebeclada* (Boraginaceae), la cual estuvo presente solamente en el 1; cuatro especies *Brownea sp1* (Caesalpinaceae), *Ocotea macrophylla* (Lauraceae); *Pouteria torta* (Sapotaceae) y *Syagrus sancona* (Arecaceae), se reportaron solamente en el grupo 2. Las especies comunes para los dos grupos fueron *Guadua angustifolia* (Poaceae), *Oreopanax albanense* (Araliaceae) y *Trichilia pallida* (Meliaceae); sin embargo, los valores medios del IVI para las dos últimas especies en el grupo 2 son mayores que en el grupo 1. En el caso de la *G. angustifolia*, esta presenta un mayor IVI en el 1.

Cuadro 5. Valores de IVI en cada grupo de fragmentos, para las especies con mayor poder de discriminación de los grupos y significancia de su peso en la determinación los mismos

| Especie | Grupo 1 IVI 0.4 ha | Grupo 2 IVI 0.4 ha | F | P>F |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|-------|---------|
| <i>Brownea sp1</i> | 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 |

4.2.1.2 Comparación entre núcleos geográficos

Las especies cuyos IVI resultaron diferir significativamente entre los 6 núcleos, de acuerdo con el análisis de varianza fueron *Bunchosia armeniaca*, *Cupania americana*, *Ficus insipida*, *Cinnamomum cinnamomifolia*, *Oreopanax albanense*, *Trophis caucana* y *Trichilia pallida*. Sin embargo, la prueba de comparación de Tukey, entre núcleos arrojó que algunas especies difieren entre grupos con una significancia $\alpha = 0.05$ (Cuadro 8).

Cuadro 8. Diferencias entre núcleos de acuerdo con la abundancia relativa de las especies (prueba de Tukey $\alpha = 0.05$). Las letras indican los núcleos con IVI diferentes según cada especie.

| Especie | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 | N6 |
|----------------------------|------|-----|----|----|-----|----|
| <i>Bunchosia armeniaca</i> | B | ACF | B | | | B |
| <i>Cupania americana</i> | | | | E | D | |
| <i>Ficus insipida</i> | BCDF | A | A | A | | A |
| <i>Guarea guidonia</i> | | E | E | E | BCD | |
| <i>Trichilia pallida</i> | C | C | AB | | | |

4.3 Análisis de estructura, riqueza y diversidad

Las abundancias de las especies de la categoría >1 y < 10 cm de dap, en cada sitio se relacionan en el anexo 2. Los datos de abundancia, frecuencia, dominancia e IVI para

cada especie de la categoría ≥ 10 cm de dap, dentro de cada uno de los 14 fragmentos se pueden ver en el anexo 4.

4.3.1 Comparación de parámetros florísticos y estructurales entre los dos grupos de fragmentos.

4.3.1.1. Comparación entre grupos de fragmentos

A partir de la prueba de "t" se encontró que los parámetros que varían de manera significativa entre los dos grupos de fragmentos, fueron la regeneración de especies arbóreas, la abundancia de herbáceas y de arbustos, el área basal de la *G. angustifolia*, la riqueza y la abundancia total (incluyendo las dos categorías de tamaño), la riqueza y abundancia para la categoría ≥ 10 cm dap y la diversidad Alfa de Fisher calculada con todas las especies de ambas categorías (Cuadro 6).

Cuadro 6. Valores promedio (en 0.4 ha y área basal en m^2/ha) de los parámetros florísticos y estructurales (SD en paréntesis) encontrados en los dos grupos de fragmentos.

| Parámetros del rodal | Grupo 1 n = 11 fragmentos | Grupo 2 n = 3 fragmentos | Pr > t |
|--|------------------------------|-----------------------------|---------|
| Regeneración (0.4 ha) | 128.5(63) | 370.7 (24) | <0.0001 |
| Abundancia de herbáceas (0.4 ha) | 160.5(69) | 104(10.4) | 0.0237 |
| Abundancia de arbustos (0.4 ha) | 186 (73.2) | 31.7 (2.5) | 0.0001 |
| Area basal <i>Guadua</i> (m^2/ha) | 25 (9.4) | 7.7 (3.2) | 0.0101 |
| Abundancia total (0.4 ha) | 534(122) | 618(14) | 0.0493 |
| Abundancia ≥ 10 cm dbh (0.4 ha) | 2.4 (1.2) | 9.2 (2.8) | <0.0001 |
| Riqueza de especies (0.4 ha) | 48.9 (8.7) | 64 (3.6) | 0.0144 |
| Riqueza ≥ 10 cm dbh (0.4 ha) | 10.4 (3.6) | 23 (4.4) | 0.0002 |
| Diversidad α de Fisher (0.4 ha) | 12.9 (2.6) | 17.9 (1.6) | 0.0100 |

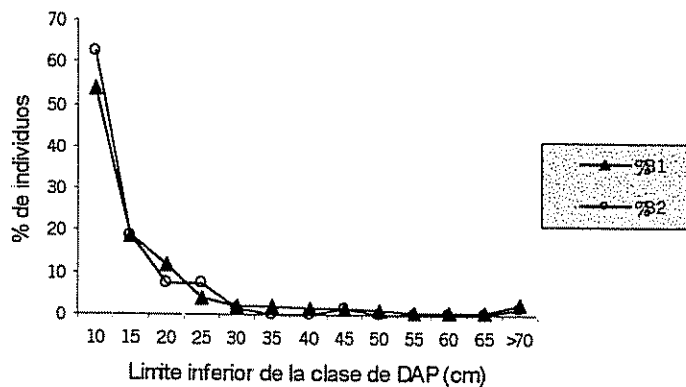


Figura 7. Distribución del porcentaje de individuos en clases de DAP de 5 cm (sin incluir Guadua), registrados en un área de 0.4 ha correspondiente a los sitios para los dos grupos de fragmentos.

La distribución diamétrica de los individuos ≥ 10 cm de dap no presentaron diferencias estadísticamente significativas (Figura 7). Por otra parte, la distribución diamétrica de la guadua presentó diferencias estadísticamente significativas en las clases de diámetro de 7 y 12 cm, de acuerdo con la prueba de "t" ($p < 0.05$), Figura 8.

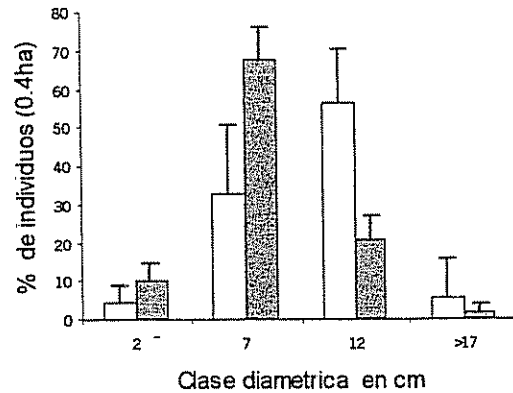


Figura 8. Distribución de los tallos de Guadua por clase inferior de diámetro en cm. El grupo 1 esta representado por las barras vacías y el grupo 2 por las barras grises.

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. Con relación a estos dos aspectos la Figura 9 muestra las tendencias mostradas por los dos grupos.

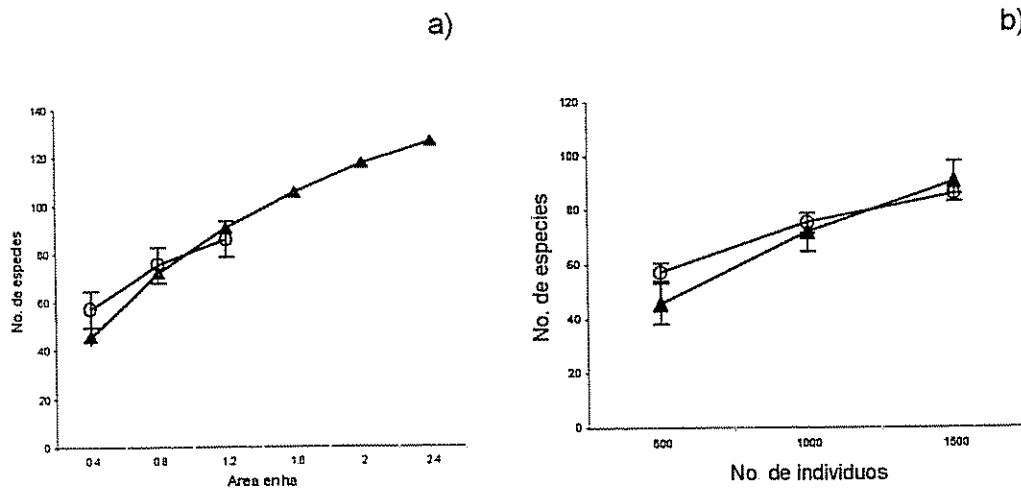


Figura 9. Curvas de acumulación de especies ≥ 10 cm dap, aleatorizadas para los dos grupos de fragmentos encontrados en relación al a) área de cada sitio (0.4 ha) y b) número de individuos. El grupo 1 está representado por la línea con triángulos negros y el grupo 2 por círculos vacíos.

4.3.1.2 Comparación entre paisajes fisiográficos.

La prueba de "t" indicó que existen diferencias entre los fragmentos, en relación al paisaje fisiográfico sobre el cual se localizaron. Sin embargo, las diferencias se registraron para la densidad de lianas, la riqueza total (dos categorías de tamaño), la diversidad total (dos categorías de tamaño) expresada por los índices Alpha de Fisher (Cuadro 7, Figura 10).

Cuadro 7. Valores promedio por fragmento (0.4 ha) de los parámetros florísticos y estructurales (SD en paréntesis) encontrados en los dos paisajes fisiográficos.

| Parámetros del rodal | Llanura aluvial n = 3 fragmentos | Terraza fluvio-volcánicas n = 11 fragmentos | p> t |
|--|-------------------------------------|--|--------|
| Densidad de lianas (0.4 ha) | 0(0) | 12 (17) | 0.0400 |
| Area basal Guadua (0.4 ha) | 12.2(6.3) | 7.5(3.4) | 0.0040 |
| Riqueza total (0.4 ha) | 39(3) | 55.6(8.2) | 0.0018 |
| Diversidad α de Fisher (0.4 ha) | 9.7 (1.5) | 15.2 (2.3) | 0.0021 |
| Simpson total (0.4 ha) | 8.8 (5.3) | 15.5 (4) | 0.0330 |

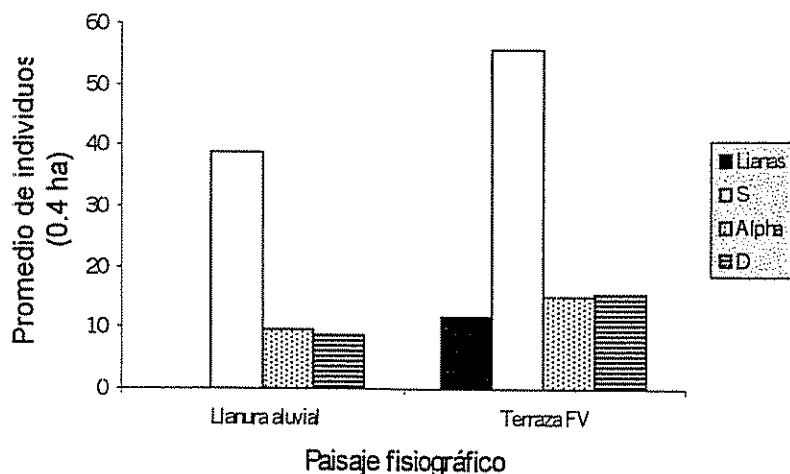


Figura 10. Comportamiento de la riqueza, diversidad y densidad de lianas en los dos paisaje fisiográficos donde se reportaron los fragmentos.

La distribución diamétrica de los individuos ≥ 10 cm de dap, en los dos paisajes difirieron estadísticamente entre los dos paisajes fisiográficos, en la segunda clase de diámetro (20-30 cm) de acuerdo con la prueba de "t" ($p < 0.05$) (Figura 11).

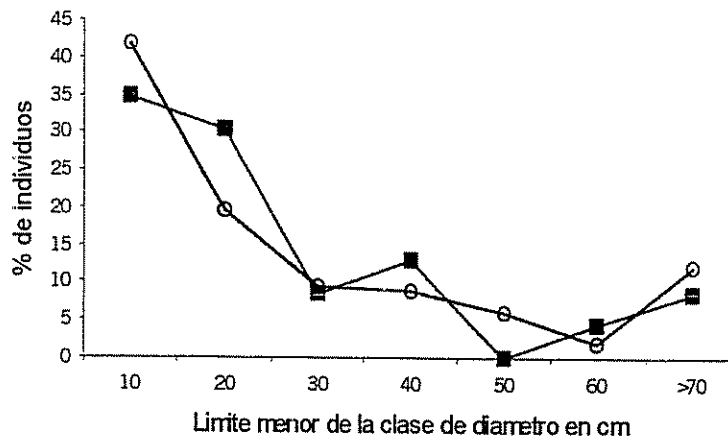


Figura 11. Distribución del porcentaje de individuos en clases de DAP de 10 cm (sin incluir Guadua), registrados en un área de 0.4 ha correspondiente a los 2 paisajes fisiográficos. La línea con cuadros indica el paisaje 1 y la línea con círculos el paisaje 2.

El porcentaje promedio (en 0.4 ha) de tallos de Guadua difirieron estadísticamente entre paisajes fisiográficos para la clases diamétricas dos, de acuerdo con la prueba de "t" ($p < 0.05$); mostrando valores mas grandes en el paisaje de llanura aluvial (Figura 12).

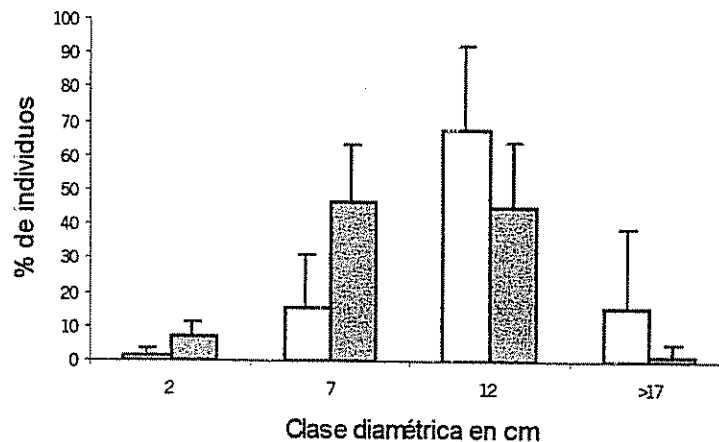


Figura 12. Distribución de los tallos de Guadua por clases de diámetro de 5 cm para los dos paisajes fisiográficos. El paisaje de llanura lo representan las barras vacías y el de terraza las barras grises.

4.3.1.3 Comparación entre núcleos geográficos

Con relación a los núcleos definidos por la localización geográfica de los diferentes fragmentos, se encontró que los parámetros del rodal que mostraron diferencias

estadísticamente significativas fueron la densidad de regeneración, arbustos y palmas; la densidad total y de individuos ≥ 10 cm de dap, la riqueza total y de los individuos ≥ 10 cm de dap, la diversidad total expresada por los índices Alpha de Fisher y Shannon y la diversidad expresada por el índice de Shannon para la categoría ≥ 10 cm de dap. Sin embargo, al hacer las comparaciones entre los valores medios de los parámetros evaluados en los rodales (prueba de Tukey, con $\alpha = 0.05$), se encontró que para algunas variables las diferencias se dieron entre algunos núcleos (Cuadro 9).

Cuadro 9. Valores medios por fragmento (0.4 ha) de los parámetros florísticos y estructurales (SD en paréntesis) encontrados en los núcleos de trabajo. Las letras muestran los núcleos que fueron diferentes con un nivel de probabilidad $\alpha = 0.05$.

| Parámetros del rodal | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 | N6 | P>F |
|------------------------------------|--------------|------------|---------------|-----------|------------|------------|---------|
| Regeneración (0.4 ha) | c137(124) | c129(61) | ABDEF371(24) | c130(109) | c 70(0) | c 141(21) | 0.0122 |
| Arbustos (0.4 ha) | cf195(61) | cdf273(11) | ABDE31(2.5) | bc150(14) | cf228(0) | abe103(30) | <0.0001 |
| Palmas (0.4 ha) | bcdef94(9.2) | A18(12) | A9(8) | A4.5(6.3) | AO | A3.3(3.2) | <0.0001 |
| Densidad total (0.4 ha) | 581(36) | d656(59) | 618(14) | b389(61) | 449(0) | 508(131) | 0.0480 |
| Densidad ≥ 10 cm dap (0.4 ha) | c21(2.7) | c1.8(0.3) | ABDEF9.2(0.6) | c1.9(0.5) | c2.4(0) | c3.7(0.5) | 0.0351 |
| S total (0.4 ha) | c39(5.7) | 55(1.5) | A64(3.6) | 48.5(9.2) | 40(0) | 53(10) | 0.0033 |
| S ≥ 10 cm dap (0.4 ha) | c5.5(4.9) | c10(2) | ABDF23(4.4) | c9.5(0.7) | 15(0) | c13(2) | 0.0002 |
| α (0.4 ha) | c9.5(2.1) | 14(0.7) | AE18(1.6) | 14(2.3) | c10(0) | 14.6(2.3) | 0.0127 |
| H' total (0.4 ha) | 2.8(0.3) | E3.2(0.2) | E3.2(0.2) | E3.2(0.3) | bcdf2.1(0) | E3.1(0.12) | 0.0157 |
| H' ≥ 10 cm dbh (0.4 ha) | c0.7(1.01) | 2.02(0.2) | A2.57(0.3) | 1.8(0.4) | 2.06(0) | 2.1(0.2) | 0.0281 |

4.3.2 Correlación entre la estructura de la *Guadua*, la Abundancia y área basal de las especies asociadas.

La abundancia total presentó correlación estadísticamente significativa con el número de tallos de *Guadua* en el grupo 2 y en el paisaje 2. La abundancia de los individuos ≥ 10 cm dbh se correlacionó de manera significativa con el área basal de la *Guadua* en el paisaje 2 y en el grupo 1. En relación a los núcleos, se observó que la abundancia de individuos ≥ 10 cm dbh se correlacionó de manera significativa con el número de tallos en el núcleo 3 ($p < 0.05$).

4.4 Efectos del aprovechamiento de la *guadua* sobre la vegetación asociada.

4.4.1 Frecuencia de clases de intensidad de aprovechamiento de *Guadua*.

A partir de la definición de categorías de aprovechamiento se encontraron 24 parcelas de 400m² con intensidad de aprovechamiento entre 0 y ≤1%, que corresponde a sitios no aprovechados y sitios con aprovechamientos muy bajos para uso doméstico, como por ejemplo postes para cercas; 21 para el rango entre 1 y 17%; 38 con una intensidad entre el 18 y 34%; y 32 con intensidades > 34% (Figura 13).

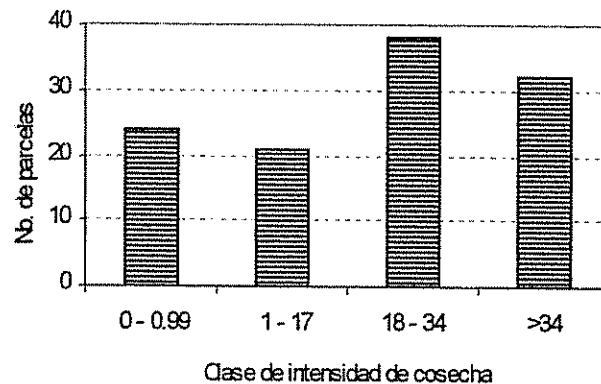


Figura 13. Distribución de 115 parcelas (400m²) de acuerdo con las clases de intensidad de cosecha de *G. angustifolia*.

A partir de la prueba de "t" se determinó que no hay diferencias entre las intensidades de aprovechamiento de *Guadua* reportadas en los dos paisajes fisiográficos y que existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos determinados por su composición florística ($p < 0.05$). A partir del análisis de varianza entre núcleos geográficos, se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de aprovechamiento reportados para estos; siendo los núcleos 1 y 3 los que mostraron diferencias con los demás; sin embargo, estos dos núcleos no mostraron diferencias entre ellos (Tukey $p < 0.05$).

4.4.2 Respuesta de la vegetación a los niveles de aprovechamiento analizados.

Del análisis multivariado de la covarianza MANCOVA se determinó que las variables de la vegetación analizadas, varían de manera significativa para las diferentes categorías de intensidad de aprovechamiento de *G. angustifolia* analizadas (Wilks Lambda $p < 0.0016$). Los análisis de covarianza realizados con cada una de las variables de respuesta determinaron que los parámetros del rodal que mostraron diferencias estadísticas

significativas, entre los niveles de aprovechamiento analizados fueron el área basal, la abundancia de palmas y la abundancia de rebrotes ($p < 0.05$) (Cuadro 10).

De acuerdo con el valor de la variable canónica I, la cual explica el 70% de la varianza ($p < 0.0001$); se encontró que las variables de la vegetación que mayor poder discriminante tienen para diferenciar el efecto entre los niveles de aprovechamiento de *G. angustifolia* analizados fueron, la abundancia de la regeneración, de palmas, de arbustos y de rebrotes.

La abundancia de la regeneración, de arbustos y de rebrotes aumenta a medida que la intensidad de aprovechamiento de *Guadua* se hace mayor, mientras que la abundancia de palmas por el contrario disminuye. Sin embargo, todas estas variables muestran una reducción cuando la intensidad es mayor del 34% a excepción de la abundancia de rebrotes la cual se incrementa para estos niveles de cosecha (Figura 14). De acuerdo con lo observado en la comparación entre las clases de intensidad de aprovechamiento, para el área basal se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de aprovechamiento 3 y 4 (17-34 y >34). Para la abundancia de rebrotes el nivel >34% difirió estadísticamente con todos los demás niveles, al mismo tiempo en que variaron los niveles 1 y 3 (<1% y 17-34). Para la abundancia de palmas el nivel 1 (<1%) mostró diferencias estadísticamente significativas con los niveles 3 y 4 (17-34 y >34), ($p < 0.05$) Cuadro 10.

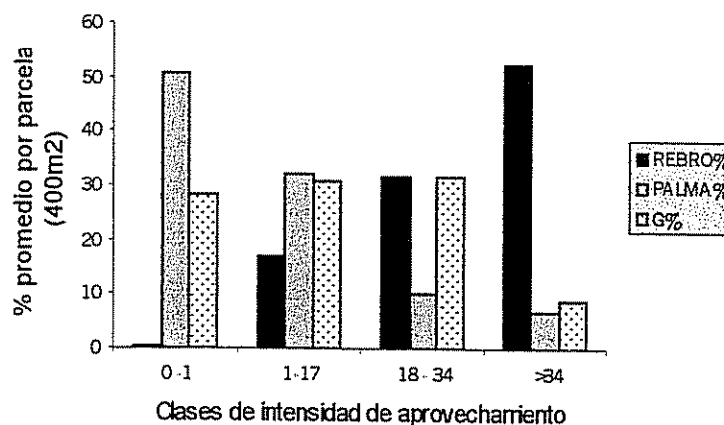


Figura 14. Respuesta de las variables de la vegetación para los cuatro niveles de cosecha de *G. angustifolia*. La barra negra representa el % de rebrotes, la barra gris el % de palmas, la barra blanca con puntos el área basal en %.

Las covariables, influyeron de manera distinta sobre las variables de la vegetación que fueron involucradas como variables de respuesta (Cuadro 11).

Cuadro 10. Valores medios (400 m²) de las variables de la vegetación (desviación estándar en paréntesis), en relación a las clases de intensidad de aprovechamiento de *G. angustifolia*.

| Característica de la vegetación | Nivel de cosecha de Guadua | | | | P>F |
|--|----------------------------|-------------|---------------|-----------------|--------|
| | < 1 | 1 -17 | 18 - 34 | > 34 | |
| Area basal ≥10 cm dap | 0 11(0.18) | 0 1(0.11) | D 0.25(0.32) | C 0.08(0.17) | 0.0294 |
| Abundancia de rebrotes (400 m ²) | CD 2.3(4.7) | 5.3 (6.7) D | AD 12.6 (8.9) | ABC 18.8 (11.5) | 0.0197 |
| Abundancia de palmas (400 m ²) | CD 7.9(10.1) | 5.3(10.8) | A 0.9(3.13) | A 0.9(1.8) | 0.0063 |

De acuerdo con el análisis de covarianza se encontró que solo la riqueza, la abundancia de individuos ≥10 cm de dap, la abundancia de la regeneración, la cantidad de rebrotes y la abundancia de palmas tuvieron influencia de las variables ambientales y del área basal de la Guadua (Cuadro 11).

Cuadro 11. Covariables que tuvieron influencia sobre las variables de respuesta. Nivel de significancia (p>F) de cada una de ellas.

| COVARIABLES | VARIABLES DE RESPUESTA | | | | |
|-----------------------|------------------------|----------|--------------|----------|--------|
| | S | N>10 dap | Regeneración | Rebrotes | Palmas |
| G Guadua | | | 0.0445 | | |
| Inundación | 0.0291 | | | | |
| Distancia al agua | | | | 0.0248 | 0.0248 |
| Conectado a bosque | | 0.0083 | 0.0238 | | |
| Posición en pendiente | | | | | 0.0083 |
| Paisaje | | | | 0.0034 | |

a)

b)

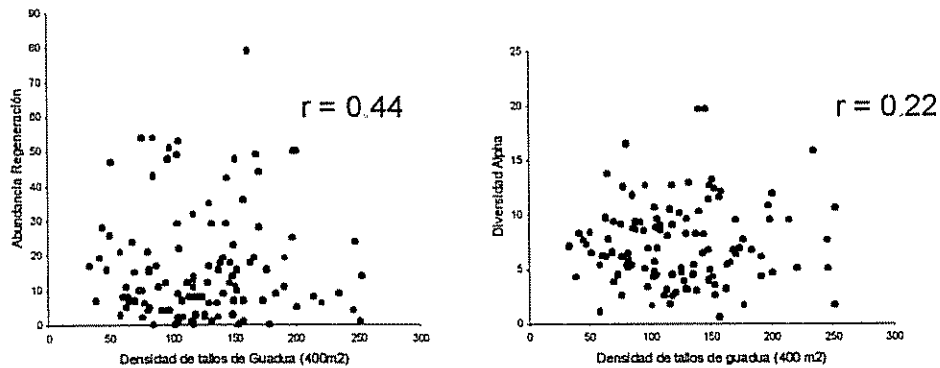


Figura 15. Correlación entre el numero de tallos de Guadua y a)Regeneración y b)diversidad Alpha de Fisher.

La Figura 15 muestra el comportamiento de la regeneración de especies diferentes a la *Guadua* y la diversidad α (en parcelas de 400 m²), con respecto al número de tallos de *Guadua*. La Figura 16 muestra la distribución del número de palmas de acuerdo con la posición en la ladera.

4.4.2 Correlación entre las variables de la vegetación involucradas en el análisis.

A excepción de el número de palmas y el número de lianas, cada una de las variables de respuesta muestran correlaciones significativas con hasta tres variables distintas; sin embargo, las únicas variables cuya correlación presentan coeficientes de correlación más altos son la riqueza y la diversidad con $r = 0.73$; la regeneración y la riqueza con $r = 0.50$; y la regeneración y los individuos con $\text{DAP} \geq 10$ cm, con $r = 0.41$.

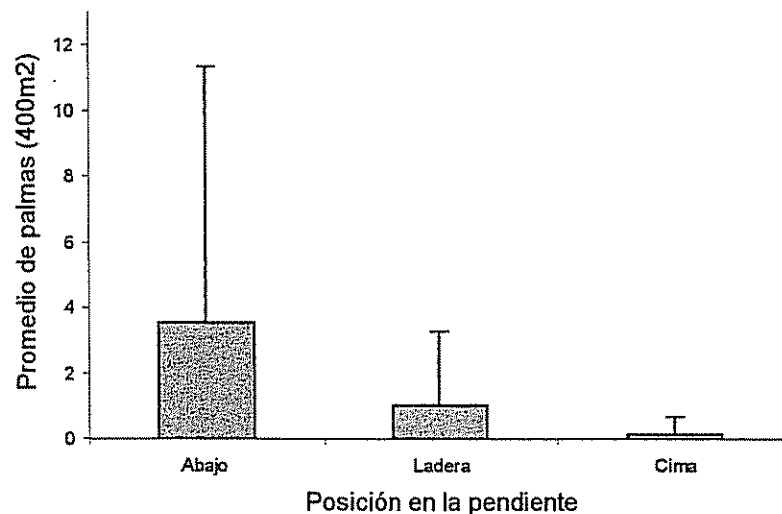


Figura 16. Cantidad de palmas reportadas en las diferentes posiciones topográficas, en que se localizaron las unidades de muestreo.

4.4.3 Interacción entre las variables del sitio y las intensidades de aprovechamiento.

En la interacción entre las clases de intensidad de aprovechamiento y la posición en la pendiente, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la abundancia promedio (400 m²) de la regeneración, arbustos y de tallos ≥ 10 cm de dap, de acuerdo con la prueba de F ($p < 0.05$).

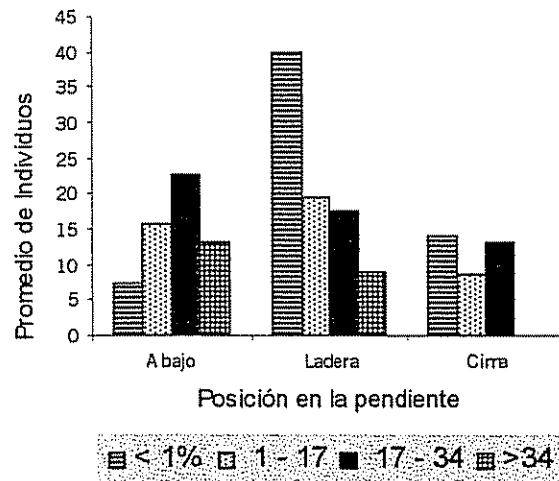


Figura 17. Abundancia promedio de la regeneración en parcelas de 400 m², localizadas en tres posiciones de la pendiente y cuatro clases de intensidad de aprovechamiento de guadua, representadas por las barras.

En la clase de intensidad de aprovechamiento >34% se encontró que la regeneración promedio fue mayor en las parcelas localizadas abajo, mientras que para la intensidad entre 1 y 17% la regeneración promedio en las parcelas fue mayor en las laderas (Figura 17).

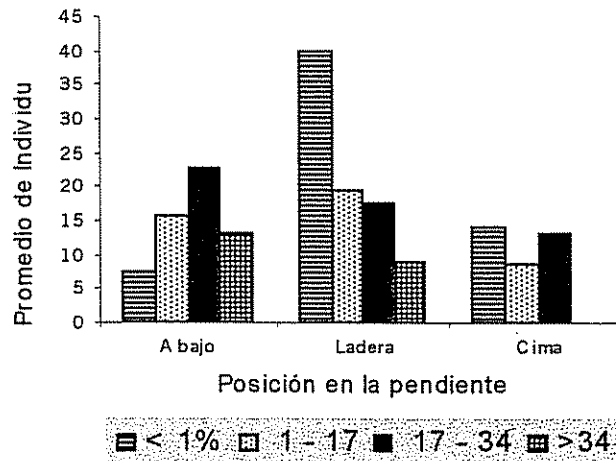


Figura 18. Abundancia promedio de arbustos en 400 m², para tres posiciones en la pendiente y cuatro clases de intensidad de aprovechamiento de guadua, representadas por las barras.

La cantidad promedio de arbustos reportada en la ladera fue alta para la clase de intensidad de aprovechamiento >34%, mientras que para la clase de 17 a 34%, fue mucho mayor en las parcelas localizadas abajo. En la cima se reporto un promedio mayor que en las otras dos posiciones, cuando la intensidad de cosecha estuvo entre el 1 y 17% (Figura 18). La densidad promedio de individuos ≥ 10 cm de dap, reportados para la clase de

intensidad de cosecha entre 17 y 34%, resulto ser mayor para las parcelas localizadas en las cimas, mientras que para la intensidad entre 1 y 17% las parcelas que reportaron un promedio mayor fueron las localizadas abajo (Figura 19).

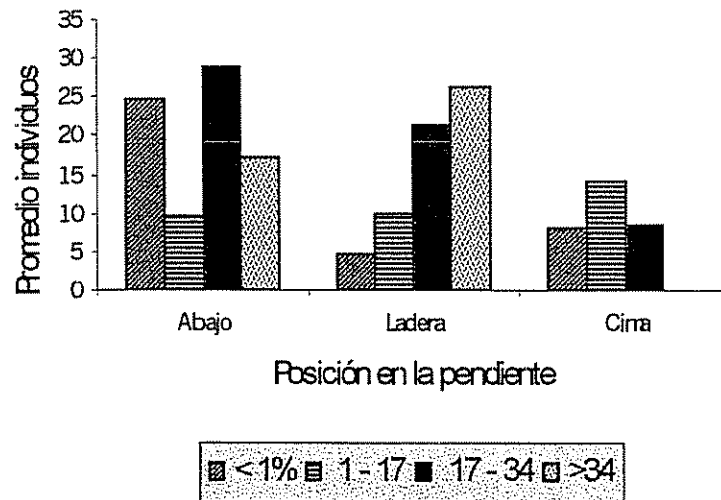


Figura 19. Promedio de individuos ≥ 10 cm de dap en parcelas de 400 m^2 , en tres posiciones en la pendiente y cuatro clases de intensidad de aprovechamiento de guadua, representadas por las barras.

5. Discusión

5.1 Consideraciones generales

A pesar de estar dominados por la especie *Guadua angustifolia*, estos ecosistemas se caracterizan por presentar una composición florística variada a lo largo de las zonas en que se les encuentra (Cuatrecasas, 1985); es por esto que estos bosques deben ser vistos no como unidades independientes, sino como un conjunto de sitios inscritos en paisajes heterogéneos a nivel de toda la región. Por lo tanto, pueden considerarse como escenarios favorables para la conservación de la diversidad biológica. Es por esto que deben verse como uno de los más importantes sistemas naturales que aún quedan a nivel del eje cafetero y sobre los cuales se debe trabajar para lograr un mejor manejo y de esta manera potenciar su papel como regulador de los efectos que tienen las actividades productivas propias de la zona sobre la pérdida de especies; teniendo en cuenta que una de las metas de la preservación es detener este proceso (Noss, 1983).

5.2 Metodología de muestreo

El muestreo aleatorio dentro de cada fragmento resultó práctico para aplicar en este tipo de trabajos, al igual que el tamaño de la parcela, ya que permiten registrar las características propias de estos ecosistemas, como por ejemplo la heterogeneidad del mismo en términos de estructura de la *Guadua* y de la misma vegetación asociada. Con relación a la distancia mínima entre las parcelas utilizada, esta resulto práctica y facilito la distribución de las parcelas dentro de cada rodal, una distancia mayor puede resultar en menos intersecciones dentro del mismo por lo tanto menos representatividad de las características de los diferentes micrositios dentro del rodal. Proponer un tamaño de parcela mayor resulta operativamente difícil de establecer en campo, ya que las características de los fragmentos dificultarían esta propuesta. Si el caso fuese una parcela más pequeña, se limitaría el registro de variables de estructura de individuos de categoría diamétrica mayor. Una buena opción podría ser realizar censos totales en todos los fragmentos y estudiar la estructura de la *guadua* basados en un muestreo sistemático; sin embargo, dado el bajo número de especies presentes en estos ecosistemas, esta labor puede resultar en datos similares a los registrados en parcelas de 400 m² distribuidas al azar.

5.3 Características generales de los fragmentos dominados por la *G. angustifolia*

Una de las características principales de los fragmentos dominados por la Guadua, de ahora en adelante guaduales, es la manera como estos están dispuestos en los diferentes paisajes a lo largo de los cuatro departamentos donde se realizó el estudio. En su mayoría son ecosistemas riparios asociados a corrientes de agua o drenajes naturales por donde escurre el agua en tiempo de lluvias. En general, las características de la vegetación registradas en las parcelas, incluidas las relacionadas con la Guadua, mostraron ser muy variables entre estas aún para un mismo fragmento, como lo demuestran las desviaciones estándar de las variables analizadas, corroborando lo expuesto por Londoño y Prieto (1983).

La mayoría de especies presentes dentro de los guaduales son heliofitas, que logran establecerse al interior del guadual; unas pocas alcanzan el dosel y logran sobrepasarlo, este es el caso de *Pseudolmedia rigida*, *Cupania americana*, *Anacardium excelsum*, *Ficus insípida*, *Guarea guidonia* y *Tetrorchidium rubrinervium*, reportadas como las más abundantes y frecuentes. Otras especies del mismo gremio como *Oreopanax albanense*, *Trichilia pallida*, *Trophis caucana* y *Rollinia membranacea*, también fueron abundantes y muy comunes en los guaduales, pero raras veces alcanzando el dosel superior ya que son de porte mediano; solamente en ocasiones en las que la altura de la Guadua no fue superior a la de los individuos adultos de estas especies, se les encontró a las mismas formando parte del dosel.

El grupo de palmas más frecuente y abundante lo representaron las palmas del sotobosque de los géneros *Geonoma* y *Chamaedorea*. El caso de *Geonoma orbigniana*, se le encontró formando grupos grandes en suelos aluviales. Dentro de las palmas que alcanzan el dosel, que fueron más abundantes son *Bactris gasipaes* y *Aiphanes aculeata*; esta última presentó una mayor abundancia en sitios con suelos aluviales y fue menos frecuente que *Bactris*. Con menor frecuencia se encontró *Syagrus sancona*, la cual siempre se le encontró como emergente ya que alcanza una altura superior a la de la Guadua; prácticamente se encontró en los sitios con bosque natural (grupo 2).

Con relación a las especies de arbustos, muchos de ellos han sido reportados en sitios abiertos, como orillas de caminos y sitios en etapas tempranas de sucesión como el caso de los géneros *Solanum*, *Cestrum*, *Acalypha*, *Urera* y *Piper* (Vargas 2002); Sin embargo, algunas especies de este último género como *P. augustum*, *P. daniel-gonzalesii* y *P. carpunya*, se encontraron generalmente en el interior de los guaduales al igual que los géneros *Psychotria* y *Palicourea*, también entre los más abundantes y frecuentes. Para los sitios con bosque natural algunas especies poco comunes en los guaduales estuvieron presentes, es el caso de *Clavija glandulifera* (Theophrastaceae). Por otra parte, el grupo de herbáceas registrado estuvo dominado principalmente por especies de los géneros *Calathea* y *Heliconia* principalmente, en algunos sitios con evidencia de anegamiento la única especie reportada del género *Dieffenbachia* (Araceae), se encontró cubriendo completamente el sotobosque limitando las posibilidades para el establecimiento de otras plantas. Situación muy parecida a la que manifiesta *Anturium glaucospadix* (Araceae), pero en sitios con pendientes fuertes. Las lianas fueron poco abundantes y en algunos casos se evidenció cosecha de la especie *Paullinia alata* (Sapindaceae).

Es importante señalar que un alto porcentaje de individuos reportados en el sotobosque, correspondió a la regeneración establecida de especies arbóreas, lo cual resalta la importancia que tienen estos fragmentos en cuanto a las condiciones que presentan para la regeneración de especies arbóreas escasas en la zona como *Poulsenia armata*, *Chrysophyllum argenteum* y *Pouteria torta*, esta última común de bosques maduros (Vargas, 2002). También, otras especies que no han sido reportadas para esta zona como el caso de *Brownea* sp1 y sp2 las cuales se les encontró regenerando en algunos de los fragmentos estudiados.

5.4 Variación en la composición florística de los fragmentos estudiados

Los fragmentos presentan características florísticas y estructurales muy similares. Sin embargo, se pueden determinar diferencias entre grupos de fragmentos que pueden ser definidos con base en diferentes criterios, como por ejemplo su composición florística, fisiografía del paisaje o localización geográfica. Al comparar entre grupos de fragmentos desde el punto de vista de su composición, estos no parecen variar tanto; sin embargo es probable encontrar grupos de fragmentos disímiles en relación a algunas de las especies que los componen; estas diferencias también ocurren a nivel de su diversidad, riqueza y

para algunas variables de estructura. Para aquellos guaduales que se encuentran en fragmentos con bosque natural sin *Guadua*, ó que están conectados a estos; se encontró que fueron más diversos en especies vegetales y que sus características estructurales difieren de los que están completamente dominados por la guadua y aislados en la matriz del paisaje.

Todos los guaduales presentaron un conjunto de especies comunes para la mayoría de ellos a lo largo de la zona, pero estas variaron en cuanto a su abundancia. Esta variabilidad estuvo relacionada con la con la productividad del sitio expresada en términos del área basal de la *Guadua*, la cual fue mayor en los fragmentos localizados sobre llanura aluvial o en terrazas fluviovolcánicas pero con pendiente casi plana.

Los grupos formados bajo los criterios señalados, presentaron diferencias cuando se compararon sus variables de estructura. De esta manera para los dos grupos de fragmentos formados con base en su composición florística, se encontró que una de las especies de mayor IVI en el grupo 1 *Cordia hebeclada* no estuvo presente en el grupo 2; mientras que cuatro especies *Brownea sp1*, *Ocotea macrophylla*, *Pouteria torta* y *Syagrus sancona* del grupo 2 no estuvieron en el 1. Por otro lado, se encontró que la abundancia de la regeneración, la riqueza total y para los individuos ≥ 10 cm dap, la abundancia de individuos ≥ 10 cm dap y la diversidad Alpha de Fisher, fueron significativamente mayores para el grupo 2, mientras que la abundancia de arbustos y el área basal de la *Guadua* fueron mayores para el grupo 1. El porcentaje de tallos de *Guadua* en la clase de diámetro de 7-12 cm, fue estadísticamente mayor en el grupo 2, mostrando una situación contraria a la presentada en la clase de 12-17 cm. Con relación a la acumulación de especies en las primeras 0.8 ha fue mayor en el bosque 2, al igual que para los primeros 1000 individuos registrados.

En la comparación entre los fragmentos localizados sobre llanura aluvial con los encontrados sobre terrazas fluvio-volcánicas, se encontró que la densidad de palmas, la riqueza total, la diversidad para individuos ≥ 10 cm dap expresada por los índices Alpha de Fisher y Shannon y la diversidad para todas las categorías de tamaño expresada por el índice de Simpson.

La distribución diamétrica de especies de árboles presento diferencias solo en la clase de 20-30 cm de dap.

La distribución diamétrica de la *Guadua* mostró diferencias en las tres primeras clases diamétricas (2-7; 7-12 y 12-17).

En la comparación entre núcleos geográficos cinco especies mostraron diferencias significativas entre los mismos. Sin embargo, la especie *Bunchosia armeniaca* presentó diferencias al comparar el núcleo 3 con 2 y con 1; *Cupania americana* entre los núcleos 4 y 5; *Ficus insipida* entre el núcleo 1 y el 2,3,4 y 6; *Guarea guidonia* entre el grupo 5 y el 2, 3 y 4 y *Trichilia pallida* entre el núcleo 3 y el 1 y 2. La regeneración difirió al comparar el núcleo 3 con los demás. La densidad de arbustos difirió al comparar el núcleo 1 con 3 y 6; el 2 con 3,4 y 6; el 3 con el 1,2,4 y 5; el 4 con 2 y 3; el 5 con 3 y 6 y el 6 con 1,2 y 5. La abundancia de palmas mostró diferencias al comparar el núcleo 1 con todos demás. La densidad total difirió entre los núcleos 2 y 4. La densidad de los ≥ 10 cm dap difirió al comparar el núcleo 3 con el resto. La riqueza total difirió entre los núcleos 1 y 3. La riqueza de los ≥ 10 cm dap mostró diferencias al comparar el núcleo 3 con 1,2,4 y 6. La diversidad Alpha difirió al comparar el núcleo 3 con 1 y 5; la diversidad Shannon entre el núcleo 5 y el 2,3,4 y 6; la diversidad Shannon para los ≥ 10 cm dap entre los núcleos 1 y 3.

Para el caso de los grupos de fragmentos, estas diferencias estuvieron determinadas por la presencia de una alta proporción de bosque natural en los fragmentos del grupo 2, situación que no existió para los fragmentos del grupo 1. En segunda medida la productividad del sitio expresada en términos del área basal de la *Guadua*, fue muy superior en el grupo 1, lo que sugiere una menor posibilidad para que otras especies compitan con la *Guadua* en estas condiciones. Un hecho que puede corroborar lo expuesto en el párrafo anterior es que los fragmentos con presencia de bosque natural (grupo 2), presentaron *Guadua* generalmente en las cimas y partes bajas de la ladera, en donde la pendiente se hace menor. Sin embargo, por ser un paisaje en donde el ecosistema original fue convertido en potreros con alta influencia del ganado, este detalle no es una generalidad.

Para el caso del bosque 2, la presencia de la especie *Pouteria torta* de bosques maduros (Vargas, 2002), al igual que la presencia de *Chrysophyllum argenteum* *Brownea sp1* y *Poulsenia armata*, propias de bosques secundarios, señala la incidencia de contener una alta proporción de bosque natural en el fragmento ($>40\%$); ya que estas especies no se reportaron para los otros dos bosques. Además, el factor de productividad para este

bosque señala que los suelos en ellos son pobres lo cual ha limitando la expansión y mayor desarrollo de la Guadua, la cual prefiere los suelos mas fértiles (Giraldo y Sabogal, 1998).

De acuerdo con las áreas básicas reportadas para los fragmentos se puede decir que en los fragmentos localizados sobre llanura aluvial las áreas básicas son mayores; sin embargo, este hecho se explica en parte por la inclusión del fragmento Palermo cuya área basal fue la mayor para todos los sitios; indicando que los suelos aluviales (Mollisoles), son mucho más productivos que los suelos localizados en terrazas fluvio-volcánicas (Andosoles). Por otro lado, como se pudo ver en el análisis de ordenación algunas especies como por ejemplo *Erythrina poeppigiana* tienden a asociarse a estos sitios, ya que fue allí donde presentó el área basal más alta en comparación con la registrada para suelos Andosoles, para la misma especie.

5.3 Relación entre el aprovechamiento de la Guadua y la vegetación asociada.

En general se encontró que la distribución de las intensidades de aprovechamiento registradas para las parcelas, fue aproximadamente igual en cada una de las clases de intensidad definidas para el análisis . De otro lado, se encontró que una gran proporción de las parcelas presentaron intensidades menores e iguales al nivel establecido por la norma regional (CORPOCALDAS *et al*, 2002); sin embargo, se presentó un buen número de parcelas con intensidades por encima de este nivel, lo que hace pensar que puede haber rodales que están siendo afectados por la cosecha de *Guadua*.

De acuerdo con lo observado, los atributos de los guaduales, que llegaron a afectarse de manera significativa a partir de la cosecha de la *Guadua* con intensidades por encima del nivel mencionado, fueron la diversidad, el establecimiento de especies arbóreas a partir de su regeneración natural, la abundancia de palmas, la densidad de arbustos y el número de rebrotes. Sin embargo, para los cuatro primeros parámetros el aprovechamiento tuvo un efecto negativo es decir que sufrieron una reducción en su valor; mientras que para el caso de los arbustos y rebrotes se reportó un incremento en su densidad para los niveles mas altos de cosecha. Es importante señalar que los rebrotes son generados a partir de la practica denominada como socola, que consiste en cortar toda la vegetación que dificulte el apeo y arrastre de la Guadua y que es realizada previo

al aprovechamiento; esta faena se intensifica proporcionalmente con la intensidad del mismo y afecta a toda la vegetación existente en el sotobosque.

Para el caso de las palmas, aún para intensidades de cosecha por encima del 17% se generó una reducción considerable, ya que un gran porcentaje de estas fueron del sotobosque, las cuales son más vulnerables a la soca, la caída y arrastre de las guaguas. Las palmas emergentes y del dosel superior no se mostraron afectadas, sin embargo, su regeneración sí reportó una reducción al igual que la de las especies de árboles. Es importante señalar que la regeneración de especies arbóreas, mostró un incremento para intensidades de aprovechamiento menores e iguales al 34%, pero cuando aumentó por encima de este nivel, se observó un efecto negativo sobre la misma; por lo tanto es probable que la presencia de la guagua esté facilitando el establecimiento de estas especies dentro de estos rodales, al cumplir la función de soporte para sus dispersores y generando condiciones de sombra óptimas para tal fin, lo cual resalta la importancia que tiene alcanzar un nivel óptimo de extracción, para alcanzar el mayor desempeño en la función que cumplen estos ecosistemas en la conservación de especies silvestres.

Por otra parte, se observó que algunos grupos de plantas son más comunes en ciertos sitios que en otros, por ejemplo de las palmas resultaron ser más abundantes en las partes bajas de las laderas, cerca de las corrientes de agua y en suelos aluviales, por lo que el efecto de la cosecha sobre algunas características de la vegetación resultó ser diferente en cada condición del terreno. En este sentido se encontró que los promedios por parcela tanto de la regeneración como la densidad de arbustos y de individuos ≥ 10 cm de dap, fueron diferentes para las distintas posiciones topográficas; esto indica que la variación en la respuesta de la vegetación asociada a diferentes niveles de cosecha de Guagua, estuvo condicionada por la posición de las parcelas sobre la pendiente.

Conclusiones y Recomendaciones

En general los guaduales presentan una riqueza y diversidad relativamente baja a nivel individual, si se compara con bosques naturales, sin embargo, vistos a nivel de un conjunto de estos fragmentos, pueden llegar a representar buena parte de la vegetación que queda en la zona. Por lo anterior, 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.

La variabilidad de la composición florística entre los guaduales estudiados esta determinada principalmente por las características del fragmento, ya que para aquellos con la presencia de bosque natural sin *Guadua* sus características fueron estadísticamente distintas.

Las condiciones de productividad de los sitio, el estar conectados o cerca de fragmentos de bosque natural también presentaron influencias significativas sobre las características florísticas de los fragmentos.

El aprovechamiento es un factor que ha influido sobre las características de los sitios, ya que la gran mayoría de especies son de vida relativamente corta y a pesar de que el establecimiento de su regeneración se puede estimular con ciertos niveles de cosecha, en la mayoría de los casos los individuos no tiene la oportunidad de alcanzar su tamaño de adulto.

A pesar de que la mayoría de especies que se regeneran dentro del guadual son especies de bosques secundarios, algunas especies escasas *Poulsenia armata*, *Brownea sp1*, *Brownea sp2* y de bosque primario como es caso de *Pouteria torta*, también es probable que ocurran, por lo que será importante evaluar la dispersión de estas especies dentro de los guaduales y poder trabajar en torno a su conservación.

Consideramos a partir del presente estudio de caso que los fragmentos localizados en las haciendas la Cascada y Nápoles, manifiestan un gran potencial para la conservación de especies escasas en la zona ya que en ellos se evidencio la presencia de algunas de ellas.

Debido a la variabilidad en las condiciones ambientales a nivel de cada guadual, los efectos del aprovechamiento difieren para micrositos con condiciones distintas; esta diferencia puede ser mayor dependiendo de la intensidad de cosecha. Por lo tanto se sugiere que se deben establecer niveles de cosecha de acuerdo a las condiciones de cada sitio, de tal manera que se reduzca el efecto sobre la vegetación asociada.

Una faena que esta asociada al aprovechamiento es la eliminación de toda la vegetación del sotobosque "socola", cuya intensidad es proporcional a la del aprovechamiento, la cual que debería de implementarse, tomando en cuenta que no se cauce daños a la regeneración de ciertas especies que podrían alcanzar un tamaño considerable en un tiempo relativamente corto y de esta manera contribuir a que la función de estos ecosistemas mejore.

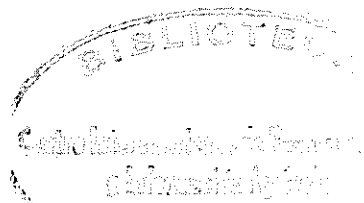
Bibliografía

- Aizen, M; Feisinger, P. 1994. Forest fragmentation, pollination and plant reproduction in a Chaco dry forest, Argentina. *Ecology* 75(2): 330-351.
- Anderberg, M.R. 1973. Cluster Analisis for Applications. Academy press Inc. New York, U.S. 359p.
- Arbelaez, A. 1996. Regeneración natural de la Guadua (*Guadua angustifolia Kunt*) por activación de yemas del rizoma.
- Bennet, A. 1999. Linkages in the lanscape: The role of corridors and connectivity in Wildlife conservation. UICN Switzerland and Cambridge UK. 254p.
- Bourgeron, P. 1983. Spatial Aspects of Vegetation Structure. *In* Tropical Rain Forest Ecosystems: Structure and Function. Elsevier Science Publishing Company, Amsterdam NL. p.29-47
- Camargo, J. 2001. Dinámica poblacional de la *Guadua angustifolia* bajo diferentes condiciones de sitio y de manejo silvicultural en el eje cafetero de Colombia. Documento borrador. Pereira. Col. 4p.
- Castaño, F. 2002. Definición Técnica De Un Régimen De Aprovechamiento De Bosques De Guadua (*Guadua Angustifolia Kunth*) Y su Incidencia En La Sostenibilidad, Sanidad Y Rentabilidad Del Recurso. Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC Experiencias En El Departamento Del Valle Del Cauca, Colombia.
- CORPOCALDAS, CRQ, CORPONOR, MINAMBIENTE, CORTOLIMA, CARDER, CVC y GTZ. 2002. Norma unificada en Guadua. Reglamentación para el manejo aprovechamiento y establecimiento de Guadua, caña brava y bambües. Minambiente, Bogota, COL. 15p.

- Catan, G; Alvarez, H. 1996. Preservation and mangement of biodiversity in fragmented ladnscape in the Colombian Andes. *In* Forest patches in tropical landscapes. Island Press, Washington US. 426p.
- Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural en Colombia. *Academia colombiana de ciencias físicas y exactas* 10 (40). p 221-264.
- Cuatrecasas, J. 1989. Aspectos de la vegetación natural en Colombia. *Revista Perez Arbeláez* 2(8). p 155-283.
- Curtis, J., McIntosh, R. 1950. The interrelation of certain analytic and synthetic phytosociological characteristics. *Ecology*. 31:434-455.
- Delgado, D; Finegan, B. 1999. Biodiversidad Vegetal en Bosques Manejados. *Revista Forestal Centroamericana* 25: 14-20.
- Delgado, D. ; Finegan, B. ; Zamora, N. ; Meir, P. 1997. Efectos del Aprovechamiento Forestal y el Tratamiento Silvicultural en un Bosque Húmedo del Noreste de Costa Rica. CATIE. Colección Manejo Diversificado, Informe técnico 298, serie técnica. 43p.
- Duivenvoorden, J. 1995. Tree species composition and rain forest-enviroment relationships inthe midle Caquetá area, Colombia, NW Amazonía. *Vegetation* 120:91-113.
- Finegan, B. 1997. Comunidades de Bosques Tropicales: Historia, Perturbación y el Efecto del Ambiente Físico. *In* Bases Ecológicas Para el Manejo de Bosques Tropicales., CATIE, Turrialba CR. Curso de maestría: borrador. p.1-16
- Fournier, L. 1998. Fragmentos de bosque y corredores biológicos. *In* Conservación del bosque en Costa Rica. Universidad de Costa rica, San José. 117-122p.
- Gentry, A. 1990. Four neotropical rainforest. Yale University press.

- Gentry, A; Ortiz, R. 1993. Patrones de composición florística en la Amazonía peruana. In: E, Kalliola, M Puhakka and W. Danjoy (Editors), Amazonía peruana – vegetación húmeda subtropical en el llano subandino. PAUT and HONREN, Jyvaskyla, pp. 99-111.
- Gomez Pompa, A; Whitmore, T.C; Hadley, M. 1991. Rain Forest Regeneration and Management. The Parthenon publishing Group, Paris Fr. 457p.
- Gonzalez, H. 1998. El clima de la zona cafetera del Departamento de Caldas. Fitotecnia, Universidad de Caldas, Manizales, Col. 4p. Serie Agroclimatología No. 18.
- Greig-Smith, P. 1983. Quantitative plant Ecology. Blackwell, Oxford, EN. 354p.
- Guariguata, M; Chazdon, R; Denslow, J; Dupuy, J. 1997. Structure and floristic of secondary and old-growth Forest stands in lowland Costa rica. Plant Ecology 132:107-120.
- Guariguata, M; Kattan, G. 2002. Ecología y conservación de bosques neotropicales. LUR, Cartago, CR. 691p.
- Holdridge, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. IICA, San José CR. 216 p. Serie Libros y Materiales Educativos (IICA). no. 34.
- Holl, K. 1997. Effects of Species, Habitat and Distance from Edge on Post-dispersal Seed Predation in a Tropical Rain Forest. Biotropica 29(4): 459-468.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. 1995. Suelos de Colombia. Origen, evolución, clasificación, distribución y uso. IGAC, Santa Fé de Bogotá, COL. 632p.
- Jonson, D. 1998. Métodos Multivariados Aplicados al análisis de datos. International Thomson Editores. Mexico, Mex. 566p.
- Jonkers, W.B.J. 1987. Vegetation Structure logging Damage and Silviculture in a Tropical Rain Forest in Suriname. Agricultural University, Wageningen, Netherland. 172 p.

- Judziewicz, E; Clark L; Londoño, X; Stern, M. 1999. American Bamboos. Smithsonian Institution Press. Washington US. 392p.
- Krebs, C. 1985. Ecological methodology. New york Harper and Row. P598p.
- 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.
- Laurence, W; Ferreira, L; De Merona, J; Laurence, S. 1998. Rain Forest Fragmentation and the Dynamics of Amazonian Tree Communities. *Ecology* 79(6): 2032-2040.
- Londoño, X.; Prieto, L. 1983. Introducción al estudio fitoecológico de los guaduales del valle geográfico del río Cauca. Thesis Ingeniero agronomo, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. 110p.
- Londoño, X. 1992. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del nuevo mundo. *Cespedecia* 19(62-63). p 87-137.
- Murcia, C. 1996. Forest fragmentation and the pollination of neotropical plants. In *Forest patches in tropical landscape*. Island Press, Washington US. p 19-36.
- Niemela, J. 1999. Management in relation to disturbance in the boreal forest. *Forest Ecology and Management* 115: 127-134.
- Noss, R. 1983. A regional landscape approach to maintain diversity. *Bioscience* Vol 33 (11). p 700-705.
- 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.
- Peters C. 1996. Sustainable Harvest of Non-Timber Plant Resorces in tropical Moist Forest: An Ecological Primer. The New York Botanical Garden, New York, USA. 45p.
- Putz, F.; Redford, K.; Robinson, J.; Fimbel, R.; Blate, G. 2000. Biodiversity Conservation in the Context of Tropical Forest Management. The World Bank. Biodiversity Series No.75. 80p.



- Quintana, J; Salgado, J. 1993. Estudio sobre el manejo silvicultural y ciclo de corta del bosque natural de *Guadua angustifolia* Kunt en el área jurisdiccional de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC. Thesis, Ingeniería Forestal, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia. 86P.
- Rai S.N. ; Chauman, K.V.S. 1998. Distribution and Growing Stock of Bamboo in India. *The Indian Forester* 124(2): 89-98.
- Rangel Ch, J.O.; Lowy C, P.D.; Aguilar Puentes, M. 1997. Colombia: diversidad biótica, Tipos de vegetación en Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá COL. 436 p.
- Sabogal, A; Giraldo, E. 1998. Biodiversidad en los guaduales. Corporación Autónoma Regional del Quindío CRQ, Centro Nacional para el estudio del Bamboo Guadua, Córdoba, Quindío. Nota técnica 1. 14p.
- Schelhas, J.; Greenberg, R. 1996. The Value of Forest Patches. *In Forest Patches in Tropical Landscape*. Island Press, Washington US. 426p.
- Thoreau, D. 1995. Land Mosaics: The ecology of landscape and regions. Cambridge University Press, New York US. 632p.
- Vargas, W. 2002. Flora de las montañas del Quindío. Guía para la identificación de especies. Universidad de Caldas, Manizalez, COL. 2002. 498p.
- Wadsworth, F. 2000. Producción Forestal Para América Tropical. Departamento de Agricultura de los EE.UU. Washington USA. 603p.
- Whittaker, R. 1970. Communities and ecosystems. MacMillan. London, UK.162p.
- Whitmore, T. 1984. Tropical rain Forest of the far East. Clarendon Press Oxford, New York USA. 351p.
- Young, K. 1991. Natural History of an Understory Bamboo (*Chusquea* sp.) in a Tropical Timberline Forest. *Biotrópica* 23(4b): 542-554.

Anexo 1

Total Especies reportadas en los 14 sitios

| FAMILIA | Especie |
|--------------|-------------------------------|
| ACANTHACE | Aphelandra -bovis |
| ANACARDIACE | Anacardium excelsum Bert |
| | Manguifera indica |
| ANNONACE | Raimondia quinduensis |
| | Rollinimembranac |
| APOCYNACE | Prestonia sp. |
| | Stenosolen eggersii |
| ARACEA | Anthurium glaucospadix |
| | Dieffenbachia sp. |
| | Monstera pertusa |
| | Xanthosoma sp. |
| ARALIACE | Dendropanax arboreus Decne & |
| | Dendropanax macrophyllum |
| | Oreopanax albanense |
| ARECACE | Aiphanes aculeata |
| | Aiphanes parviflora |
| | Aiphanes simplex |
| | Bactris gasipaes |
| | Camaedorea linearis (R & |
| | Camaedorea pinnatifrons Oerst |
| | Elaeis oleifera |
| | Geonoma orbygniana |
| | Geonoma undata |
| | Prestoea sp. |
| | Svaerus sancona |
| ASTERACE | Chromolaena scabra |
| | Mikania guaco |
| | Vernonia brachyata |
| BASELLACE | Anredera cordifolia |
| BIGNONIACE | Cydista aequinotialis |
| | Tabebuia rosea |
| BOMBACACE | Ceiba pentandra |
| | Pachira sp. |
| BORAGINCEA | Cordia hebeclada |
| | Cordia trianae |
| BURSERACE | Protium sp. |
| CAESALPINACE | Bauhinia picta |
| CAESALPINACE | Brownea sp1 |
| CAESALPINACE | Brownea sp2 |
| CAESALPINACE | Senna spectabilis |
| CAESALPINACE | Senna multiglandulosa |
| CAESALPINACE | Senna occidentalis |
| | Carica goudotiana |
| | Carica papava |
| CECROPIACE | Cecropia angustifolia |
| | Cecropia peltata |
| | Cecropia sp. |

| Familia | Especie |
|--------------|--|
| CLUSIACE | Clussia sp. Rheedia madrunno Tovomita sp |
| COSTACE | Costus levais |
| CYCLANTHAC | Carludovica palmata R. |
| ERYTHROXYLAC | Erythroxyl haughtii |
| EUPHORBIACE | Acalypha diversifolia Acalypha macrostachya Alcornea coelophylla Pax & Sapium stylare -Arg. Tethrorchidium rubrinervium |
| FABACEA | Dalbergia brownei Dioclea cuspidata Dioclea sp. Erythrina poeppigiana Erythrina rubrinervia Mucuna killipiana |
| FLACOURTIAC | Hasseltia floribunda Kunt Xylosma benthamii Triana & |
| GESNERIACE | Besleria solanoides |
| HELICONIACE | Heliconia montana Heliconia episcopalis Heliconia sp. Heliconia griggsiana Heliconia latispatha Heliconia montana Heliconia orthotricha Heliconia regalis |
| LACISTEMACE | Lacistema agregatum |
| LAURACE | Persea coerulea Cinnamomun cinnamomifolia Nectandra acutifolia Nectand purpurea Ocotea balanocarpa Ocotea insularis Ocotea macrophylla Ocotea veraguensis |
| MALPIGHIACE | Bunchosia armeniaca |
| MALVACE | Malpighia glabra |
| MARANTHACE | Pavonia typhalea Calathea congo Calathea crotalifera Calathea lutea |
| MELASOMATACE | Clidemia octona Miconia acuminiflora Miconia barbinervis Miconia caudata |

| Familia | Especie |
|------------|---|
| MELIACE | Cedrela odorata L. Guarea grandifolia Guarea guidonia Trichilia pallida |
| MIMOSACE | Albizia caribea Britton et Inga edulis Inga marginata Inga sapindoides Inga sp Pithecellobium oblongifolium |
| MONIMIACE | Samanea saman Siparuna aspera A. Siparuna laurifolia |
| MORACE | Arthocarpus comunis Brosimun sp. Chlorophora tinctoria Clarisia biflora Ficus glabrata Ficus insípida Ficus killipii Ficus obtusifolia Poulsenia armata Pseudolmedia rigida Sorocea trophoides W. |
| MUSACE | Trophis caucana Musa sapientum Musa sp2. Musa velutina |
| MYRTACE | Eugenia sp. Myrcia sp. |
| NYCTAGINAC | Psidium guajaba |
| PIPERACE | Guapira cuspidata Piper aduncum Piper anisatum Piper arboreum Piper augustum Piper carpunya Piper daniel-gonzalesi Piper peltatum Piper reticulatum Piper sp1 Piper sp2 |
| POACEA | Piper umbellatum Guadua angustifolia Rhipidoeladum racemiflorum |

| Familia | Especie |
|-----------------|---|
| RUBIACEAE | Genipa americana L Gonzalagunia cornifolia Standley Msp 1 Msp 2 Msp 3 Palicourea sp1 Palicourea sp2 Palicourea thyrsoflora DC. Psychotria aff. fortuita Standley Psychotria sp. Psychotria sp1 Psychotria sp2 |
| RUTACEAE | Citrus sp Zanthoxylum verrucosum Waterm |
| SAPINDACEAE | Cupania americana L Paullinia alata Sapindus sp. Serjania atrolineata Sauv. & Wright |
| SAPOTACEAE | Chrysophyllum argenteum Jacq Pouteria torta Pennigton |
| SOLANACEAE | Browallia palida Browallia speciosa Hook Cestrum aff. tomentosum L. F. Cestrum microcalix Francey Cestrum ochraceum R. & P. Cuatresia riparia Hunziker Solanum aphyodendron S. Kn. app Solanum jamaicensis Solanum lepidotum Dunal Solanum mutisii Witheringia solanaceae L'Her |
| STERCULIACEAE | Guazuma ulmifolia Lamarck Theobroma cacao |
| THEOPHRASTACEAE | Clavija glandulifera Cuatrecasas |
| TILIACEAE | Luehea seemannii Tr. & Pl. |
| ULMACEAE | Celtis iguanae Threma micranta L. |
| URTICACEAE | Boehmeria caudata Sw. Myriocarpa stipitata Benth Urera baccifera Gaud. Urera caracasana Griseb Urera laciniifolia Weddell |
| VERBENACEAE | Aegiphila grandis Moldenke Aegiphila narinensis Rueda Aegiphila novogranatensis Moldenke Duranta obtusifolia Kunt Lantana camara L. |
| VIOLACEAE | Leonia aff. triandra |
| ZINGIBERACEAE | Hedychium coronarium Renealmia cernua Macbride |

| Especies | A | C1 | C2 | C3 | Fin | Jul | Mar | Mon | N1 | N2 | N3 | Pal | San | T | TOTAL |
|------------------------------|----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|----|-------|
| Myriocarpa stipitata | 2 | 2 | 9 | 0 | 0 | 1 | 27 | 4 | 0 | 0 | 1 | 3 | 6 | 0 | 55 |
| Nectandra acutifolia | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Nectandra purpurea | 2 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| Ocotea balanocarpa | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 |
| Ocotea insularis | 0 | 1 | 6 | 0 | 0 | 35 | 0 | 0 | 2 | 3 | 13 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| Ocotea macrophylla | 0 | 2 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Ocotea veraguensis | 0 | 0 | 1 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| Oreopanax albanense | 0 | 80 | 117 | 71 | 0 | 0 | 11 | 1 | 4 | 123 | 6 | 0 | 17 | 13 | 443 |
| Pachira sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Palicourea hoja ancha | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 14 |
| Palicourea sp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Palicourea thyrsoiflora | 13 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 48 |
| Paullinia alata | 0 | 10 | 1 | 12 | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 29 | 74 |
| Pavonia typhalea | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Piper aduncum | 1 | 10 | 9 | 5 | 21 | 10 | 11 | 36 | 32 | 95 | 70 | 28 | 7 | 33 | 368 |
| Piper anisatum | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 7 |
| Piper arboreum | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | 3 | 11 | 4 | 14 | 0 | 36 |
| Piper augustum | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 25 | 11 | 14 | 64 | 9 | 0 | 127 |
| Piper carpunya | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | 15 |
| Piper daniel-gonzalesii | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 10 | 8 | 17 | 1 | 0 | 46 |
| Piper peltatum | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 8 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| Piper reticulatum | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| Piper sp1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Piper sp2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| Piper umbellatum | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 18 | 0 | 14 | 5 | 0 | 0 | 6 | 3 | 48 |
| Pithecellobium oblongifolium | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| Pouteria torta | 0 | 9 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| Prestoea sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Prestonia sp. | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Protium sp. | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Pseudolmedia rigida | 0 | 69 | 32 | 77 | 48 | 0 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 | 17 | 292 |
| Psidium guajaba | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| Psychotria aff. fortuita | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 23 | 0 | 0 | 7 | 4 | 3 | 13 | 0 | 0 | 53 |
| Psychotria sp. | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| Psychotria sp1 | 0 | 0 | 0 | 15 | 3 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 38 |
| Psychotria sp2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Pulsenia armata | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Raimondia quinduensis | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| Renealmia cemua | 0 | 7 | 4 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| Rheedia madrunno | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Rhipidoeladum racemiflorum | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Rollinia membranacea | 0 | 5 | 3 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | 22 |
| Samanea saman | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Sapindus sp. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Sapium stylare | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 13 |
| Senna espectabilis | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Senna multiglandulosa | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 9 | 1 | 17 |
| Senna occidentalis | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| Serjania atrolineata | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| Siparuna aspera | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Siparuna laurifolia | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 5 | 1 | 3 | 0 | 1 | 7 | 55 | 4 | 2 | 84 |
| Solanum aphyodendron | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| Solanum jamaicensis | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 16 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 |
| Solanum lepidotum | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 7 |
| Solanum mutisii | 0 | 1 | 5 | 2 | 1 | 33 | 5 | 0 | 31 | 0 | 17 | 1 | 22 | 5 | 123 |

Anexo 3.

Numero de especies para las familias en las dos categorías, reportadas en todo los sitios.

| Familias ≥ 10 cm DAP | No. Especies | % | Familias $>1 < 10$ | No. Especies | % |
|---------------------------|--------------|-----|--------------------|--------------|-----|
| Moraceae | 11 | 17 | Arecaceae | 12 | 7 |
| Lauraceae | 6 | 10 | Moraceae | 12 | 7 |
| Mimosaceae | 6 | 10 | Rubiaceae | 12 | 7 |
| Meliaceae | 4 | 6 | Piperaceae | 11 | 6 |
| Araliaceae | 3 | 5 | Solanáceae | 11 | 6 |
| Arecaceae | 3 | 5 | Heliconiaceae | 8 | 4 |
| Bombacaceae | 2 | 3 | Lauraceae | 8 | 4 |
| Caesalpinaceae | 2 | 3 | Mimosaceae | 7 | 3.8 |
| Cecropiaceae | 2 | 3 | Caesalpinaceae | 6 | 3.2 |
| Euphorbiaceae | 2 | 3 | Fabaceae | 6 | 3.2 |
| Flacourtiaceae | 2 | 3 | Urticaceae | 5 | 3 |
| Malpighiaceae | 2 | 3 | Verbenaceae | 5 | 3 |
| Myrtaceae | 2 | 3 | Araceae | 4 | 2 |
| Sapotaceae | 2 | 3 | Euphorbiaceae | 4 | 2 |
| Sterculiaceae | 2 | 3 | Melastomataceae | 4 | 2 |
| Verbenaceae | 2 | 3 | Meliaceae | 4 | 2 |
| Anacardiaceae | 1 | 1.6 | Sapindaceae | 4 | 2 |
| Annonaceae | 1 | 1.6 | Araliaceae | 3 | 1.6 |
| Boraginaceae | 1 | 1.6 | Asteraceae | 3 | 1.6 |
| Fabaceae | 1 | 1.6 | Cecropiaceae | 3 | 1.6 |
| Lacistemaceae | 1 | 1.6 | Maranthaceae | 3 | 1.6 |
| Monimiaceae | 1 | 1.6 | Musaceae | 3 | 1.6 |
| Poaceae | 1 | 1.6 | Myrtaceae | 3 | 1.6 |
| Rubiaceae | 1 | 1.6 | Anacardiaceae | 2 | 1.6 |
| Sapindaceae | 1 | 1.6 | Annonaceae | 2 | 1.6 |
| Tiliaceae | 1 | 1.6 | Bignoniaceae | 2 | 1.6 |
| | | | Bombacaceae | 2 | 1.6 |
| | | | Boraginaceae | 2 | 1.6 |
| | | | Caricaceae | 2 | 1.6 |
| | | | Flacourtiaceae | 2 | 1.6 |
| | | | Malpighiaceae | 2 | 1.6 |
| | | | Monimiaceae | 2 | 1.6 |
| | | | Poaceae | 2 | 1.6 |
| | | | Rutaceae | 2 | 1.6 |
| | | | Sapotaceae | 2 | 1.6 |
| | | | Sterculiaceae | 2 | 1.6 |
| | | | Ulmaceae | 2 | 1.6 |
| | | | Zingiberaceae | 2 | 1.6 |
| | | | Acanthaceae | 1 | 0.5 |
| | | | Apocinaceae | 1 | 0.5 |
| | | | Basellaceae | 1 | 0.5 |
| | | | Burseraceae | 1 | 0.5 |
| | | | Costaceae | 1 | 0.5 |
| | | | Cyclanthaceae | 1 | 0.5 |
| | | | Erythroxylaceae | 1 | 0.5 |
| | | | Gesneriaceae | 1 | 0.5 |
| | | | Lacistemaceae | 1 | 0.5 |
| | | | Malvaceae | 1 | 0.5 |
| | | | Nyctaginaceae | 1 | 0.5 |
| | | | Theophrastaceae | 1 | 0.5 |
| | | | Tiliaceae | 1 | 0.5 |

Anexo 4

IVI para las especies reportadas en los 14 sitios.

| Sitio | Especie | A | D | F | AR | DR | FR | IVI | IVI% |
|----------|------------------------------|----|------|---|-------|-------|-------|-------|------|
| Arauca | Ceiba pentandra | 1 | 2.90 | 1 | 4.17 | 82.52 | 7.69 | 94.38 | 31.5 |
| Arauca | Theobroma cacao | 7 | 0.12 | 1 | 29.17 | 3.28 | 7.69 | 40.13 | 13.4 |
| Arauca | Guarea guidonia | 3 | 0.06 | 2 | 12.50 | 1.71 | 15.38 | 29.59 | 9.9 |
| Arauca | Nectandra purpurea | 3 | 0.06 | 1 | 12.50 | 1.67 | 7.69 | 21.87 | 7.3 |
| Arauca | Cupania americana | 3 | 0.04 | 1 | 12.50 | 1.26 | 7.69 | 21.46 | 7.2 |
| Arauca | Anacardium excelsum | 1 | 0.19 | 1 | 4.17 | 5.29 | 7.69 | 17.15 | 5.7 |
| Arauca | Guazuma ulmifolia | 1 | 0.06 | 1 | 4.17 | 1.82 | 7.69 | 13.68 | 4.6 |
| Arauca | Cecropia peltata | 1 | 0.02 | 1 | 4.17 | 0.68 | 7.69 | 12.54 | 4.2 |
| Arauca | Samanea saman | 1 | 0.02 | 1 | 4.17 | 0.54 | 7.69 | 12.40 | 4.1 |
| Arauca | Pithecellobium oblongifolium | 1 | 0.02 | 1 | 4.17 | 0.51 | 7.69 | 12.37 | 4.1 |
| Arauca | Tethrochidium rubrinervium | 1 | 0.01 | 1 | 4.17 | 0.41 | 7.69 | 12.27 | 4.1 |
| Arauca | Arthocarpus comunis | 1 | 0.01 | 1 | 4.17 | 0.30 | 7.69 | 12.16 | 4.1 |
| Cascada1 | Pseudolmedia rigida | 17 | 0.64 | 6 | 20.48 | 17.66 | 13.33 | 51.48 | 17.2 |
| Cascada1 | Oreopanax albanense | 12 | 0.15 | 6 | 14.46 | 4.09 | 13.33 | 31.88 | 10.6 |
| Cascada1 | Cupania americana | 10 | 0.26 | 5 | 12.05 | 7.28 | 11.11 | 30.44 | 10.1 |
| Cascada1 | Poulsenia armata | 1 | 0.94 | 1 | 1.20 | 25.90 | 2.22 | 29.33 | 9.8 |
| Cascada1 | Luehea seemannii | 5 | 0.60 | 3 | 6.02 | 16.63 | 6.67 | 29.32 | 9.8 |
| Cascada1 | Trichilia palida | 9 | 0.21 | 3 | 10.84 | 5.90 | 6.67 | 23.41 | 7.8 |
| Cascada1 | Pouteria torta | 4 | 0.24 | 3 | 4.82 | 6.58 | 6.67 | 18.07 | 6.0 |
| Cascada1 | Nectandra purpurea | 5 | 0.14 | 2 | 6.02 | 3.90 | 4.44 | 14.37 | 4.8 |
| Cascada1 | Bactris gasipaes | 3 | 0.04 | 3 | 3.61 | 1.21 | 6.67 | 11.49 | 3.8 |
| Cascada1 | Sorocea trophoides | 2 | 0.13 | 1 | 2.41 | 3.54 | 2.22 | 8.17 | 2.7 |
| Cascada1 | Inga sapindoides | 2 | 0.05 | 2 | 2.41 | 1.27 | 4.44 | 8.13 | 2.7 |
| Cascada1 | Lacistema agregatum | 3 | 0.04 | 1 | 3.61 | 1.05 | 2.22 | 6.88 | 2.3 |
| Cascada1 | Trophis caucana | 2 | 0.02 | 1 | 2.41 | 0.45 | 2.22 | 5.08 | 1.7 |
| Cascada1 | Ficus insipida | 1 | 0.02 | 1 | 1.20 | 0.64 | 2.22 | 4.07 | 1.4 |
| Cascada1 | Myrcia sp. | 1 | 0.02 | 1 | 1.20 | 0.46 | 2.22 | 3.88 | 1.3 |
| Cascada1 | Dendropanax macrophyllum | 1 | 0.02 | 1 | 1.20 | 0.43 | 2.22 | 3.85 | 1.3 |
| Cascada1 | Aegiphila novogranatensis | 1 | 0.02 | 1 | 1.20 | 0.41 | 2.22 | 3.84 | 1.3 |
| Cascada1 | Ocotea macrophylla | 1 | 0.01 | 1 | 1.20 | 0.41 | 2.22 | 3.83 | 1.3 |
| Cascada1 | Rollinia membranacea | 1 | 0.01 | 1 | 1.20 | 0.30 | 2.22 | 3.73 | 1.2 |
| Cascada1 | Xylosma benthamii | 1 | 0.01 | 1 | 1.20 | 0.26 | 2.22 | 3.68 | 1.2 |
| Cascada2 | Cupania americana | 13 | 1.17 | 3 | 15.66 | 39.70 | 7.14 | 62.51 | 20.8 |
| Cascada2 | Oreopanax albanense | 23 | 0.34 | 8 | 27.71 | 11.59 | 19.05 | 58.35 | 19.5 |
| Cascada2 | Anacardium excelsum | 10 | 0.63 | 5 | 12.05 | 21.45 | 11.90 | 45.40 | 15.1 |
| Cascada2 | Pouteria torta | 5 | 0.29 | 3 | 6.02 | 9.65 | 7.14 | 22.82 | 7.6 |
| Cascada2 | Trichilia palida | 7 | 0.14 | 3 | 8.43 | 4.59 | 7.14 | 20.16 | 6.7 |
| Cascada2 | Sorocea trophoides | 5 | 0.12 | 3 | 6.02 | 3.98 | 7.14 | 17.15 | 5.7 |
| Cascada2 | Syagrus sancona | 3 | 0.05 | 3 | 3.61 | 1.81 | 7.14 | 12.57 | 4.2 |
| Cascada2 | Ocotea macrophylla | 3 | 0.03 | 2 | 3.61 | 1.04 | 4.76 | 9.42 | 3.1 |
| Cascada2 | Trophis caucana | 2 | 0.04 | 2 | 2.41 | 1.20 | 4.76 | 8.37 | 2.8 |
| Cascada2 | Pseudolmedia rigida | 2 | 0.03 | 2 | 2.41 | 1.11 | 4.76 | 8.28 | 2.8 |
| Cascada2 | Brownea sp1 | 3 | 0.04 | 1 | 3.61 | 1.24 | 2.38 | 7.24 | 2.4 |
| Cascada2 | Nectandra purpurea | 1 | 0.02 | 1 | 1.20 | 0.61 | 2.38 | 4.19 | 1.4 |
| Cascada2 | Dendropanax arboreus | 1 | 0.01 | 1 | 1.20 | 0.48 | 2.38 | 4.07 | 1.4 |
| Cascada2 | Bactris gasipaes | 1 | 0.01 | 1 | 1.20 | 0.39 | 2.38 | 3.98 | 1.3 |
| Cascada2 | Bunchosia armeniaca | 1 | 0.01 | 1 | 1.20 | 0.29 | 2.38 | 3.88 | 1.3 |

| Sitio | Especie | A | D | F | AR | DR | FR | IVI | IVI% |
|------------|-----------------------------|----|------|---|-------|-------|-------|--------|------|
| Cascada2 | Rollinia membranacea | 1 | 0.01 | 1 | 1.20 | 0.29 | 2.38 | 3.87 | 1.3 |
| Cascada2 | Ocotea veraguensis | 1 | 0.01 | 1 | 1.20 | 0.27 | 2.38 | 3.86 | 1.3 |
| Cascada3 | Pseudolmedia rigida | 14 | 0.76 | 5 | 15.22 | 20.25 | 8.93 | 44.39 | 14.8 |
| Cascada3 | Chrysophyllum argenteum | 10 | 0.67 | 7 | 10.87 | 17.94 | 12.50 | 41.31 | 13.8 |
| Cascada3 | Trichilia palida | 14 | 0.24 | 4 | 15.22 | 6.31 | 7.14 | 28.67 | 9.6 |
| Cascada3 | Anacardium excelsum | 5 | 0.43 | 2 | 5.43 | 11.61 | 3.57 | 20.62 | 6.9 |
| Cascada3 | Genipa americana | 4 | 0.36 | 1 | 4.35 | 9.72 | 1.79 | 15.86 | 5.3 |
| Cascada3 | Oreopanax albanense | 5 | 0.05 | 4 | 5.43 | 1.44 | 7.14 | 14.02 | 4.7 |
| Cascada3 | Cupania americana | 3 | 0.20 | 3 | 3.26 | 5.38 | 5.36 | 14.00 | 4.7 |
| Cascada3 | Bactris gasipaes | 4 | 0.04 | 4 | 4.35 | 1.14 | 7.14 | 12.63 | 4.2 |
| Cascada3 | Malpighia glabra | 5 | 0.10 | 2 | 5.43 | 2.57 | 3.57 | 11.58 | 3.9 |
| Cascada3 | Ocotea macrophylla | 3 | 0.07 | 3 | 3.26 | 1.83 | 5.36 | 10.45 | 3.5 |
| Cascada3 | Luehea seemannii | 3 | 0.12 | 2 | 3.26 | 3.24 | 3.57 | 10.07 | 3.4 |
| Cascada3 | Guarea guidonia | 1 | 0.26 | 1 | 1.09 | 6.89 | 1.79 | 9.76 | 3.3 |
| Cascada3 | Cecropia peltata | 2 | 0.12 | 2 | 2.17 | 3.23 | 3.57 | 8.98 | 3.0 |
| Cascada3 | Trophis caucana | 3 | 0.03 | 2 | 3.26 | 0.86 | 3.57 | 7.70 | 2.6 |
| Cascada3 | Aiphanes aculeata | 3 | 0.03 | 2 | 3.26 | 0.86 | 3.57 | 7.69 | 2.6 |
| Cascada3 | Syagrus sancona | 2 | 0.05 | 2 | 2.17 | 1.32 | 3.57 | 7.06 | 2.4 |
| Cascada3 | Myriocarpa stipitata | 2 | 0.03 | 1 | 2.17 | 0.93 | 1.79 | 4.89 | 1.6 |
| Cascada3 | Ocotea veraguensis | 1 | 0.04 | 1 | 1.09 | 0.98 | 1.79 | 3.85 | 1.3 |
| Cascada3 | Pouteria torta | 1 | 0.03 | 1 | 1.09 | 0.69 | 1.79 | 3.56 | 1.2 |
| Cascada3 | Nectandra purpurea | 1 | 0.02 | 1 | 1.09 | 0.58 | 1.79 | 3.45 | 1.2 |
| Cascada3 | Lacistema agregatum | 1 | 0.02 | 1 | 1.09 | 0.45 | 1.79 | 3.32 | 1.1 |
| Cascada3 | Inga sapindoides | 1 | 0.02 | 1 | 1.09 | 0.40 | 1.79 | 3.27 | 1.1 |
| Cascada3 | Rollinia membranacea | 1 | 0.01 | 1 | 1.09 | 0.39 | 1.79 | 3.26 | 1.1 |
| Cascada3 | Brownea sp1 | 1 | 0.01 | 1 | 1.09 | 0.36 | 1.79 | 3.23 | 1.1 |
| Cascada3 | Albizia caribea | 1 | 0.01 | 1 | 1.09 | 0.32 | 1.79 | 3.20 | 1.1 |
| Cascada3 | Sorocea trophoides | 1 | 0.01 | 1 | 1.09 | 0.31 | 1.79 | 3.18 | 1.1 |
| La Finaria | Cupania americana | 11 | 0.44 | 5 | 30.56 | 15.25 | 20.83 | 66.64 | 22.2 |
| La Finaria | Pseudolmedia rigida | 9 | 0.15 | 5 | 25.00 | 5.32 | 20.83 | 51.16 | 17.1 |
| La Finaria | Ficus killipii | 1 | 1.09 | 1 | 2.78 | 37.96 | 4.17 | 44.90 | 15.0 |
| La Finaria | Guarea guidonia | 3 | 0.49 | 2 | 8.33 | 17.23 | 8.33 | 33.90 | 11.3 |
| La Finaria | Cinnamomun cinnamomifolia | 3 | 0.16 | 2 | 8.33 | 5.67 | 8.33 | 22.34 | 7.4 |
| La Finaria | Cordia hebeclada | 2 | 0.05 | 2 | 5.56 | 1.87 | 8.33 | 15.76 | 5.3 |
| La Finaria | Cedrela odorata | 1 | 0.19 | 1 | 2.78 | 6.76 | 4.17 | 13.70 | 4.6 |
| La Finaria | Tethrorchidium rubrinervium | 1 | 0.16 | 1 | 2.78 | 5.59 | 4.17 | 12.53 | 4.2 |
| La Finaria | Oreopanax albanense | 1 | 0.05 | 1 | 2.78 | 1.81 | 4.17 | 8.75 | 2.9 |
| La Finaria | Ficus glabrata | 1 | 0.02 | 1 | 2.78 | 0.75 | 4.17 | 7.70 | 2.6 |
| La Finaria | Inga sapindoides | 1 | 0.02 | 1 | 2.78 | 0.68 | 4.17 | 7.63 | 2.5 |
| La Finaria | Aguacatillo | 1 | 0.02 | 1 | 2.78 | 0.62 | 4.17 | 7.56 | 2.5 |
| La Finaria | Trichilia palida | 1 | 0.01 | 1 | 2.78 | 0.49 | 4.17 | 7.44 | 2.5 |
| La Julia | Aiphanes aculeata | 24 | 0.31 | 2 | 60.00 | 22.68 | 16.67 | 99.35 | 33.1 |
| La Julia | Ficus insipida | 2 | 0.52 | 1 | 5.00 | 37.58 | 8.33 | 50.92 | 17.0 |
| La Julia | Anacardium excelsum | 5 | 0.07 | 2 | 12.50 | 4.72 | 16.67 | 33.88 | 11.3 |
| La Julia | Ocotea insularis | 2 | 0.08 | 2 | 5.00 | 5.48 | 16.67 | 27.15 | 9.0 |
| La Julia | Guarea guidonia | 2 | 0.15 | 1 | 5.00 | 10.86 | 8.33 | 24.19 | 8.1 |
| La Julia | Erythrina poeppigiana | 1 | 0.18 | 1 | 2.50 | 13.12 | 8.33 | 23.96 | 8.0 |
| La Julia | Inga edulis | 2 | 0.04 | 1 | 5.00 | 2.84 | 8.33 | 16.17 | 5.4 |
| La Julia | Bactris gasipaes | 1 | 0.02 | 1 | 2.50 | 1.60 | 8.33 | 12.44 | 4.1 |
| La Julia | Cupania americana | 1 | 0.02 | 1 | 2.50 | 1.11 | 8.33 | 11.95 | 4.0 |
| Marruecos | Pseudolmedia rigida | 11 | 0.21 | 5 | 52.38 | 57.94 | 41.67 | 151.99 | 50.7 |
| Marruecos | Oreopanax albanense | 4 | 0.04 | 2 | 19.05 | 10.77 | 16.67 | 46.48 | 15.5 |
| Marruecos | Chlorophora tinctoria | 2 | 0.04 | 2 | 9.52 | 11.58 | 16.67 | 37.77 | 12.6 |
| Marruecos | Bactris gasipaes | 1 | 0.04 | 1 | 4.76 | 11.14 | 8.33 | 24.24 | 8.1 |
| Marruecos | Trichilia palida | 2 | 0.02 | 1 | 9.52 | 5.95 | 8.33 | 23.81 | 7.9 |
| Marruecos | Cinnamomun cinnamomifolia | 1 | 0.01 | 1 | 4.76 | 2.62 | 8.33 | 15.72 | 5.2 |
| Montelindo | Ficus insipida | 1 | 2.15 | 1 | 3.33 | 63.17 | 6.67 | 73.17 | 24.4 |
| Montelindo | Tethrorchidium rubrinervium | 12 | 0.31 | 3 | 40.00 | 8.98 | 20.00 | 68.98 | 23.0 |
| Montelindo | Cecropia peltata | 4 | 0.14 | 4 | 13.33 | 4.24 | 26.67 | 44.24 | 14.7 |
| Montelindo | Aegiphila grandis | 3 | 0.51 | 1 | 10.00 | 15.03 | 6.67 | 31.70 | 10.6 |
| Montelindo | Cupania americana | 3 | 0.11 | 1 | 10.00 | 3.27 | 6.67 | 19.94 | 6.6 |
| Montelindo | Cinnamomun cinnamomifolia | 2 | 0.11 | 1 | 6.67 | 3.37 | 6.67 | 16.70 | 5.6 |
| Montelindo | Pseudolmedia rigida | 2 | 0.03 | 1 | 6.67 | 0.96 | 6.67 | 14.29 | 4.8 |
| Montelindo | Guarea guidonia | 1 | 0.01 | 1 | 3.33 | 0.37 | 6.67 | 10.37 | 3.5 |
| Montelindo | Cedrela odorata | 1 | 0.01 | 1 | 3.33 | 0.34 | 6.67 | 10.34 | 3.4 |
| Montelindo | Sorocea trophoides | 1 | 0.01 | 1 | 3.33 | 0.27 | 6.67 | 10.27 | 3.4 |

| Sitio | Especie | A | D | F | AR | DR | FR | IVI | IVI% |
|--------------|-----------------------------|----|------|---|-------|-------|-------|--------|------|
| Napoles1 | Bunchosia armeniaca | 5 | 0.17 | 3 | 26.32 | 36.84 | 20.00 | 83.15 | 27.7 |
| Napoles1 | Cecropia angustifolia | 3 | 0.12 | 1 | 15.79 | 25.46 | 6.67 | 47.92 | 16.0 |
| Napoles1 | Ocotea veraguensis | 2 | 0.03 | 2 | 10.53 | 5.68 | 13.33 | 29.54 | 9.8 |
| Napoles1 | Cupania americana | 1 | 0.06 | 1 | 5.26 | 11.87 | 6.67 | 23.80 | 7.9 |
| Napoles1 | Eugenia sp. | 1 | 0.02 | 1 | 5.26 | 4.99 | 6.67 | 16.92 | 5.6 |
| Napoles1 | Albizia caribea | 1 | 0.01 | 1 | 5.26 | 2.86 | 6.67 | 14.79 | 4.9 |
| Napoles1 | Ficus killipii | 1 | 0.01 | 1 | 5.26 | 2.82 | 6.67 | 14.75 | 4.9 |
| Napoles1 | Inga sapindoides | 1 | 0.01 | 1 | 5.26 | 1.98 | 6.67 | 13.91 | 4.6 |
| Napoles1 | Siparuna aspera | 1 | 0.01 | 1 | 5.26 | 1.89 | 6.67 | 13.82 | 4.6 |
| Napoles1 | Rollinia membranacea | 1 | 0.01 | 1 | 5.26 | 1.87 | 6.67 | 13.80 | 4.6 |
| Napoles1 | Aiphanes aculeata | 1 | 0.01 | 1 | 5.26 | 1.87 | 6.67 | 13.80 | 4.6 |
| Napoles1 | Trophis caucana | 1 | 0.01 | 1 | 5.26 | 1.87 | 6.67 | 13.80 | 4.6 |
| Napoles2 | Erythrina poeppigiana | 3 | 4.74 | 3 | 21.43 | 83.07 | 25.00 | 129.50 | 43.2 |
| Napoles2 | Guarea grandifolia | 2 | 0.15 | 1 | 14.29 | 2.54 | 8.33 | 25.16 | 8.4 |
| Napoles2 | Ficus insipida | 1 | 0.51 | 1 | 7.14 | 9.00 | 8.33 | 24.48 | 8.2 |
| Napoles2 | Cinnamomun cinnamomifolia | 2 | 0.02 | 1 | 14.29 | 0.28 | 8.33 | 22.90 | 7.6 |
| Napoles2 | Tethrorchidium rubrinervium | 1 | 0.21 | 1 | 7.14 | 3.61 | 8.33 | 19.08 | 6.4 |
| Napoles2 | Bunchosia armeniaca | 1 | 0.03 | 1 | 7.14 | 0.48 | 8.33 | 15.96 | 5.3 |
| Napoles2 | Cecropia angustifolia | 1 | 0.02 | 1 | 7.14 | 0.35 | 8.33 | 15.83 | 5.3 |
| Napoles2 | Pseudolmedia rigida | 1 | 0.01 | 1 | 7.14 | 0.24 | 8.33 | 15.72 | 5.2 |
| Napoles2 | Oreopanax albanense | 1 | 0.01 | 1 | 7.14 | 0.24 | 8.33 | 15.71 | 5.2 |
| Napoles2 | Inga sapindoides | 1 | 0.01 | 1 | 7.14 | 0.19 | 8.33 | 15.67 | 5.2 |
| Napoles3 | Bunchosia armeniaca | 5 | 0.16 | 3 | 26.32 | 39.95 | 30.00 | 96.26 | 32.1 |
| Napoles3 | Clarisia biflora | 5 | 0.08 | 1 | 26.32 | 20.59 | 10.00 | 56.91 | 19.0 |
| Napoles3 | Ocotea veraguensis | 3 | 0.07 | 1 | 15.79 | 17.04 | 10.00 | 42.83 | 14.3 |
| Napoles3 | Trophis caucana | 2 | 0.02 | 1 | 10.53 | 5.88 | 10.00 | 26.40 | 8.8 |
| Napoles3 | Cecropia angustifolia | 1 | 0.02 | 1 | 5.26 | 4.56 | 10.00 | 19.83 | 6.6 |
| Napoles3 | Guarea guidonia | 1 | 0.02 | 1 | 5.26 | 4.48 | 10.00 | 19.75 | 6.6 |
| Napoles3 | Cecropia peltata | 1 | 0.02 | 1 | 5.26 | 4.38 | 10.00 | 19.64 | 6.5 |
| Napoles3 | Erythrina fusca | 1 | 0.01 | 1 | 5.26 | 3.12 | 10.00 | 18.38 | 6.1 |
| Palermo | Ficus glabrata | 1 | 0.04 | 1 | 50.00 | 56.18 | 50.00 | 156.18 | 52.1 |
| Palermo | Ficus insipida | 1 | 0.03 | 1 | 50.00 | 43.82 | 50.00 | 143.82 | 47.9 |
| San Jorge | Ocotea veraguensis | 2 | 0.22 | 1 | 12.50 | 43.54 | 8.33 | 64.37 | 21.5 |
| San Jorge | Cecropia angustifolia | 3 | 0.04 | 2 | 18.75 | 8.06 | 16.67 | 43.47 | 14.5 |
| San Jorge | Brosimum sp. | 3 | 0.08 | 1 | 18.75 | 15.61 | 8.33 | 42.70 | 14.2 |
| San Jorge | Hasseltia floribunda | 2 | 0.04 | 2 | 12.50 | 7.07 | 16.67 | 36.24 | 12.1 |
| San Jorge | Bunchosia armeniaca | 1 | 0.06 | 1 | 6.25 | 11.85 | 8.33 | 26.44 | 8.8 |
| San Jorge | Aegiphila novogranatensis | 1 | 0.02 | 1 | 6.25 | 4.24 | 8.33 | 18.82 | 6.3 |
| San Jorge | Pseudolmedia rigida | 1 | 0.01 | 1 | 6.25 | 2.83 | 8.33 | 17.42 | 5.8 |
| San Jorge | Inga sapindoides | 1 | 0.01 | 1 | 6.25 | 2.71 | 8.33 | 17.30 | 5.8 |
| San Jorge | Sapium stylare | 1 | 0.01 | 1 | 6.25 | 2.23 | 8.33 | 16.81 | 5.6 |
| San Jorge | Tethrorchidium rubrinervium | 1 | 0.01 | 1 | 6.25 | 1.85 | 8.33 | 16.43 | 5.5 |
| Tres puertas | Cupania americana | 11 | 0.95 | 4 | 26.19 | 35.95 | 15.38 | 77.52 | 25.8 |
| Tres puertas | Guarea guidonia | 4 | 0.55 | 1 | 9.52 | 20.80 | 3.85 | 34.17 | 11.4 |
| Tres puertas | Cinnamomun cinnamomifolia | 3 | 0.43 | 2 | 7.14 | 16.22 | 7.69 | 31.05 | 10.4 |
| Tres puertas | Trichilia palida | 5 | 0.09 | 3 | 11.90 | 3.34 | 11.54 | 26.79 | 8.9 |
| Tres puertas | Pseudolmedia rigida | 4 | 0.08 | 3 | 9.52 | 2.83 | 11.54 | 23.89 | 8.0 |
| Tres puertas | Oreopanax albanense | 4 | 0.07 | 3 | 9.52 | 2.68 | 11.54 | 23.74 | 7.9 |
| Tres puertas | Aguacatillo | 2 | 0.08 | 2 | 4.76 | 2.87 | 7.69 | 15.33 | 5.1 |
| Tres puertas | Chlorophora tinctoria | 1 | 0.16 | 1 | 2.38 | 5.88 | 3.85 | 12.11 | 4.0 |
| Tres puertas | Cedrela odorata | 1 | 0.12 | 1 | 2.38 | 4.55 | 3.85 | 10.77 | 3.6 |
| Tres puertas | Bahuinia picta | 2 | 0.04 | 1 | 4.76 | 1.50 | 3.85 | 10.11 | 3.4 |
| Tres puertas | Pachira sp. | 1 | 0.05 | 1 | 2.38 | 1.82 | 3.85 | 8.05 | 2.7 |
| Tres puertas | Inga sp. | 1 | 0.02 | 1 | 2.38 | 0.58 | 3.85 | 6.81 | 2.3 |
| Tres puertas | Cordia hebeclada | 1 | 0.01 | 1 | 2.38 | 0.35 | 3.85 | 6.57 | 2.2 |
| Tres puertas | Trophis caucana | 1 | 0.01 | 1 | 2.38 | 0.33 | 3.85 | 6.55 | 2.2 |
| Tres puertas | Rollinia membranacea | 1 | 0.01 | 1 | 2.38 | 0.31 | 3.85 | 6.54 | 2.2 |

