

**EVALUACIÓN DE LA VEGETACIÓN Y ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE DOS
FRAGMENTOS DE BOSQUE SUBANDINO EN EL VALLE INTERANDINO DEL
RIO CAUCA, MUNICIPIO DE POPAYÁN, COLOMBIA.**

CAROLINA ALCÁZAR CAICEDO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACION
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA**

POPAYÁN

2003

**EVALUACIÓN DE LA VEGETACIÓN Y ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE DOS
FRAGMENTOS DE BOSQUE SUBANDINO EN EL VALLE INTERANDINO DEL
RIO CAUCA, MUNICIPIO DE POPAYÁN, COLOMBIA.**

CAROLINA ALCÁZAR CAICEDO

Director :

BERNARDO RAMIRO RAMIREZ PADILLA

Trabajo de Grado como requisito parcial para optar el título de

Biólogo

UNIVERSIDAD DEL CAUCA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACION

PROGRAMA DE BIOLOGIA

POPAYÁN

2003

Nota de Aceptación

Director
Profesor Bernardo Ramírez Padilla

Jurado
Mg. Diego Macías Pinto

Jurado
Biólogo Carlos Eduardo González Orozco

Fecha de Sustentación:

Popayán,

A mis padres

&

A la memoria de Alvaro José Negret Fernández

AGRADECIMIENTOS

Al profesor **BERNARDO RAMÍREZ PADILLA**, director del Herbario de La Universidad del Cauca - Museo de Historia Natural (CAUP), por sus observaciones y colaboración durante todo el tiempo de realización del trabajo.

Al Biólogo **RAMÓN ALBERTO SERNA ISAZA**, por sus enseñanzas en el estudio de la Botánica y aportes valiosísimos a este trabajo.

Al **MUSEO DE HISTORIA NATURAL** y en su nombre al Profesor **SANTIAGO AYERBE GONZÁLEZ**, por brindarme durante los últimos cinco años el mejor espacio de trabajo e incentivar la investigación en Botánica.

A la **CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA (CRC)** por la financiación del trabajo y a la subdivisión de **SISTEMAS DE INFORMACIÓN AMBIENTAL** por la colaboración en la digitalización de los mapas multitemporales.

A la **DIVISIÓN DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES (CRC)** y en su nombre a **LUIS ALFONSO ORTEGA** por otorgarle gran importancia a la realización del proyecto y a **JULIO CESAR RODRIGUEZ** por su constante colaboración.

Al **HERBARIO NACIONAL COLOMBIANO (COL)** y en su nombre al profesor **EDGAR LINARES** por su hospitalidad y acceso a las colecciones.

Al los profesores **JOSE LUIS FERNÁNDEZ, ENRIQUE FORERO** y **JULIO BETANCUR** por su colaboración en la determinación de plántulas y material botánico de las familia Mimosaceae y Bromeliaceae, respectivamente.

Al profesor **DIEGO GIRALDO CAÑAS** por su tiempo y colaboración en la determinación de especímenes de la familia Marcgraviaceae y a la profesora **MARIA TERESA MURILLO** por su amabilidad y paciencia en la determinación conjunta de Pteridofitos.

Al profesor **SILVIO CARVAJAL** por su interés y colaboración en la parte estadística del trabajo.

A **DON CRISTOBAL CORDOBA** y a su esposa **IRENE**, por sus atenciones y hospitalidad durante mis visitas a Alto Genagra. Y al señor **CAMILO ARBOLEDA** por permitir mi entrada a la Hacienda Las Guacas.

A **DON MANUEL ANAYA** por su amabilidad y colaboración en el desplazamiento a los sitios de estudio.

A mis amigos **LUCELLY PERDOMO** y **FERNANDO AYERBE QUIÑONES** por su compañía y gran colaboración en la fase de campo. Y en especial a **SANDRA L.**

DÍAZ y BEATRIZ EUGENIA SALGADO NEGRET por su complicidad con la Botánica y por su amistad incondicional.

A **DANKA** por su grandiosa compañía en los recorridos por Las Guacas.

A **MARIA PATRICIA TORRES y LUIS GERMAN GOMEZ** por su gran interés y apoyo durante los últimos años.

A **DIOS** por mi **FAMILIA** que me ha brindado siempre el estímulo necesario y respaldo incondicional.

A todas aquellas personas que de alguna manera me han colaborado.

RESUMEN

Se realizó un estudio comparativo de la composición, estructura y diversidad florística, y un análisis multitemporal de las últimas cinco décadas de dos fragmentos de vegetación subandina entre los 1550 (Alto Genagra) y 1850 (Las Guacas) metros de altitud, ubicados en el Altiplano de Popayán, a lo largo del valle intercordillerano del río Cauca. En 0.1 ha se muestrearon todos los individuos con DAP mayor igual a 2.5 centímetros. Se evaluaron los individuos del sotobosque con altura inferior igual a 1.5 metros en 100 m². Se colectaron libremente individuos del componente epifítico. Se realizaron mapas multitemporales basados en fotografías aéreas tomadas a partir de 1950 para cada sitio. Se caracterizaron las coberturas aledañas a los bosques, cambios de área, cambios estructurales internos y factores externos vinculados a la transformación de cada sitio. Las Guacas presentó mayor riqueza y diversidad florística que Alto Genagra, por ser un área más conservada, de mayor tamaño y por la topografía abrupta. A pesar de la cercanía entre fragmentos, se presentó baja similitud florística en relación con el alto porcentaje de especies raras no compartidas y por una posible diferenciación microfitogeográfica en el Municipio de Popayán. Lauraceae y Rubiaceae fueron las familias más diversas del estrato arbóreo de los dos fragmentos. *Nectandra* fue el género más rico en especies del bosque Las Guacas, mientras que en Alto Genagra su importancia fue compartida con *Inga* y *Ficus*. Araceae fue la familia más diversa del sotobosque en ambos fragmentos. La similitud entre sotobosque y dosel de ambos sitios fue baja, aunque la composición específica de plántulas transitorias

en el sotobosque corresponde a especies arbóreas del dosel. Las epífitas fueron la forma de vida más importante al interior de los dos fragmentos, y Bromeliaceae, Orchidaceae y Araceae fueron las familias más diversas. Las Guacas presentó mayor diversidad estructural que Alto Genagra, manifiesta en una alta homogeneidad por estrato con distribución uniforme y marcada de individuos por altura, DAP o cobertura. En ambos sitios se presentó importancia ecológica de pocas especies reflejada en altos valores de IVI y de Simpson. *Nectandra lineata* (Kunth) Rohwer e *Inga longispica* Standley fueron las especies más significativas del sotobosque a pesar de no ser importantes en el dosel. Los bosques de galería y humedales constituyeron las mejores áreas de conectividad de las áreas fragmentadas en estudio a través del tiempo. Ambos fragmentos son representantes de la diversidad florística regional y se hacen urgentes planes para su conservación debido especialmente al alto porcentaje de especies raras localizadas muy vulnerables a la extinción de continuar los procesos de fragmentación local.

CONTENIDO

	Páginas	
0	INTRODUCCIÓN	1
1.	JUSTIFICACIÓN	3
2.	OBJETIVOS	5
2.1.	OBJETIVO GENERAL	5
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
3.	MARCO TEÓRICO	6
3.1.	ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN: COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA	6
3.2.	FRAGMENTACIÓN, BOSQUES SECUNDARIOS Y CONSERVACIÓN	8
3.3.	LA REGIÓN DE VIDA SUBANDINA EN COLOMBIA	11
4.	ANTECEDENTES	13
5.	ÁREA DE ESTUDIO	16
5.1.	GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN	16
5.2.	LOCALIZACIÓN FRAGMENTOS DE VEGETACIÓN	19
6.	METODOLOGÍA	23
6.1.	SELECCIÓN DE LOS FRAGMENTOS DE VEGETACIÓN	23
6.2.	VEGETACIÓN	23
6.2.1.	Estrato arbóreo y arbustivo	23
6.2.2.	Estrato de regeneración o sotobosque	24
6.2.3	Componente epifítico	24
6.3	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	25
6.3.1	Análisis estructural	25
6.3.2.	Análisis de la riqueza, similitud y diversidad florística	29

6.4.	ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS FRAGMENTOS DE VEGETACIÓN	30
6.4.1.	Análisis Multitemporal	30
7.	RESULTADOS	32
7.1.	RIQUEZA, COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA	32
7.1.1.	Estrato superior o arbóreo	32
7.1.2.	Componente epifítico	39
7.1.3.	Formas de Vida	41
7.1.4.	Sotobosque	44
7.2.	ESTRUCTURA	48
7.2.1.	Estructura arbórea	48
7.2.1.1.	Altura Total y Distribución vertical	48
7.2.1.2.	Diámetro a la Altura del Pecho y Distribución horizontal	56
7.2.1.3.	Cobertura	61
7.2.1.4.	Indice de Predominio Fisonómico (IPF)	63
7.2.1.5.	Densidad y Frecuencia	65
7.2.1.6.	Dominancia	67
7.2.1.7.	Indice de Valor de Importancia (IVI)	68
7.2.2.	Estructura del Sotobosque	69
7.2.2.1.	Distribución vertical y horizontal	69
7.2.2.1.1.	Densidad, Frecuencia y Dominancia	75
7.2.2.1.2.	Indice de Valor de Importancia para plántulas (AVI)	79
7.3.	ESTADO ACTUAL Y CAMBIOS MULTITEMPORALES DE LOS FRAGMENTOS DE VEGETACIÓN	80
7.3.1.	Fragmento de Vegetación Alto Genagra	82
7.3.2	Fragmento de vegetación Las Guacas	85
8.	DISCUSIÓN	87
9.	CONCLUSIONES	106
10.	RECOMENDACIONES	110
	BIBLIOGRAFÍA	112
	ANEXOS	123

LISTA DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1. Familias más importantes con el número de especies, géneros y el Índice de Importancia para Familia (IVF)	36
Tabla 2 Índices de diversidad encontrados para Alto Genagra y Las Guacas	39
Tabla 3 Estadística descriptiva para la variable Altura Total	49
Tabla 4. Prueba Mann - Withney aplicada a las variables estructurales Altura Total, DAP y Cobertura, tomadas en los dos fragmentos de vegetación.	52
Tabla 5. Estadística descriptiva para la variable DAP	57
Tabla 6 Estadística descriptiva para la variable cobertura	62
Tabla 7. Especies con el mayor IPF para los bosques Alto Genagra y Las Guacas	64
Tabla 8. Especies más abundantes de los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas.	65
Tabla 9. Especies más frecuentes de los fragmentos de bosque Alto Genagra y Las Guacas	66
Tabla 10. Especies con los mayores valores de dominancia relativa en Alto Genagra y Las Guacas.	68
Tabla 11. Especies arbóreas (DAP ≥ 2.5) con el mayor Índice de valor de	69

importancia en Alto Genagra y Las Guacas.

Tabla 12. Estadística descriptiva para la variable Altura Total de los individuos del sotobosque de Alto Genagra y Las Guacas.	70
Tabla 13. Prueba de significancia Mann - Whitney para las variables Altura Total y Cobertura registradas en el sotobosque de Alto Genagra y las Guacas.	70
Tabla 14 Estadística descriptiva para la variable cobertura de los individuos del sotobosque en Alto Genagra y Las Guacas	72
Tabla 15. Especies de plántulas con la mayor densidad relativa para el sotobosque de Alto Genagra y Las Guacas.	76
Tabla 16. Especies de plántulas más frecuentes en el sotobosque de Alto Genagra y Las Guacas.	78
Tabla 17. Especies de plántulas dominantes en el sotobosque de Alto Genagra y Las Guacas.	78
Tabla 18. Especies del Sotobosque Alto Genagra y Las Guacas con el mayor Índice de Valor de Importancia para plántulas (AVI).	79
Tabla 19. Comparación de la riqueza florística, para individuos con DAP ≥ 2.5 muestreados en 0.1 Ha, entre los sitios de estudio y diferentes áreas de bosque subandino en el Neotrópico.	88

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Mapa de localización de los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas.	20
Figura 2. Fragmento de vegetación Alto Genagra	22
Figura 3 Fragmento de vegetación Las Guacas	22
Figura 4 Curva especies - área para los fragmentos de bosque Alto Genagra y Las Guacas.	33
Figura 5. Incremento del número de individuos por área en cada sitio de muestreo	34
Figura 6. Comparación de la riqueza florística entre los bosques Alto Genagra y Las Guacas	34
Figura 7. Familias mejor representadas por número de especies en Alto Genagra y Las Guacas.	35
Figura 8. Familias con el mayor número de individuos en Alto Genagra (Anillo interno) y Las Guacas	37
Figura 9. Dendrograma de similitud florística entre los Fragmento de Bosque Alto Genagra y Las Guacas	38
Figura 10 . Diversidad genérica y específica para las familias de plantas vasculares del componente epifítico	41

Figura 11.	Distribución de la riqueza de especies según las formas de vida en Alto Genagra y Las Guacas.	42
Figura 12.	Formas de Vida en el sotobosque de los fragmentos de vegetación de Alto Genagra y Las Guacas.	44
Figura 13.	Dendrograma de Similitud florística entre el sotobosque y el estrato arbóreo (individuos con un $DAP \geq 2.5$ cm) del Fragmento de bosque Alto Genagra.	46
Figura 14	Dendrograma de Similitud florística entre el estrato arbóreo (individuos con un $DAP \geq 2.5$ cm) y el estrato inferior o sotobosque del Fragmento de bosque Las Guacas.	47
Figura 15.	Estructura vertical y Proyección horizontal de las copas (individuos $DAP \geq 2.5$ cm)del fragmento de bosque Alto Genagra.	50
Figura 16.	Estructura vertical y Proyección horizontal de las copas (individuos $DAP \geq 2.5$ cm)del fragmento de bosque Las Guacas.	51
Figura 17	Diagrama de cajas y bigotes para la variable altura total	52
Figura 18.	Distribución vertical de individuos, especies, especies exclusivas y área basal en estratos de altura en Alto Genagra.	53
Figura 19	Distribución vertical de individuos, especies, especies exclusivas y área basal en estratos de altura en Las Guacas.	54
Figura 20.	Diagrama de cajas y bigotes para la variable DAP.	57
Figura 21.	Distribución de individuos ($DAP \geq 2.5$ cm), especies y área basal en clases de DAP para el fragmento de vegetación Alto Genagra	59
Figura 22	Distribución de individuos ($DAP \geq 2.5$ cm), especies y área basal en	60

clases de DAP para el fragmento de vegetación Las Guacas

- Figura 23.** Diagrama de cajas y bigotes para la variable Cobertura 62
- Figura 24.** Diagrama de cajas y bigotes para la variable altura total en el sotobosque de Alto Genagra y Las Guacas 71
- Figura 25.** Diagrama de cajas y bigotes para la variable cobertura para los individuos del sotobosque en Alto Genagra y Las Guacas 72
- Figura 26.** Distribución según rangos de altura de individuos, especies, especies exclusivas y cobertura del sotobosque en Alto Genagra. 74
- Figura 27.** Distribución según rangos de altura de individuos, especies, especies exclusivas y cobertura del sotobosque en Las Guacas. 75
- Figura 28.** Variación del tamaño (Ha) de los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas en los últimos 50 años. 83

LISTA DE ANEXOS

	Páginas
ANEXO A. Listado de las especies y parámetros estructurales evaluados en 0.1 Ha de muestreo para los individuos con $DAP \geq 2.5$ cm, en los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas.	123
ANEXO B. Listado de las especies de plántulas y parámetros estructurales del Sotobosque de los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas	127
ANEXO C. Riqueza de especies de epífitas vasculares registrada para los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas.	131
ANEXO D. Individuos y especies con DAP múltiple registrados en 0.1 Ha de muestreo en los fragmentos de bosque Alto Genagra y Las Guacas.	134
ANEXO E Especies raras presentes en los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas.	137
ANEXO F Mapas multitemporales de los fragmentos de bosque Alto Genagra y	
& G. Las Guacas (CD1 - pasta del documento).	
ANEXO H. Descripción del tipo de coberturas encontradas en Alto Genagra y Las Guacas, con su respectiva abreviatura.	138
ANEXO I. Cambios de área (Ha) del fragmento de Vegetación Alto Genagra y	139

de las coberturas aledañas en las últimas 5 décadas.

ANEXO J. Cambios de área (Ha) del fragmento de Vegetación Las Guacas y de 140
las coberturas aledañas en las últimas 5 décadas.

INTRODUCCIÓN

Los estudios florístico-estructurales permiten tener una visión clara acerca de las características ecológicas, el dinamismo y las tendencias del futuro desarrollo de las comunidades vegetales, permitiendo conocer aspectos sobre la propagación de las especies y condiciones ecológicas en las que se encuentran (Kattan et al, 1984; Giraldo-Cañas, 1995).

El desconocimiento de la composición y diversidad florística que albergan zonas muy vulnerables ante la pérdida de su biodiversidad, como son las pequeñas áreas de bosque fragmentado ubicadas cerca a franjas de gran actividad humana, ha originado extinciones masivas locales, incidiendo en cambios de composición y patrones de abundancia de las especies nativas. Particularmente, el aislamiento entre éstas áreas permite que la viabilidad de las poblaciones de flora y fauna declinen cada vez más debido a la pérdida de su entorno natural (Noss & Csuti, 1997; Meffe et al, 1997).

La información básica sobre el crecimiento y organización de las distintas especies vegetales al interior de los bosques, y el análisis, detección y seguimiento de cambios espacio - temporales de éstas zonas y sus alrededores, por medio de sistemas y técnicas de sensores remotos, son en conjunto las herramientas claves para determinar áreas de interés biológico regional que permitan tomar decisiones sobre su manejo y conservación, en

especial, para las áreas de bosque fragmentado, que juegan un papel importantísimo en el mantenimiento de una fracción significativa de la diversidad original, primordialmente en la región Andina de nuestro país, donde las causas más relevantes de la fragmentación y extinción de hábitats y sus especies son la expansión ganadera, urbana o industrial no controladas (Sarmiento, 1995; Instituto Alexander Von Humboldt, 1998).

1. JUSTIFICACIÓN

El municipio de Popayán ubicado al pie occidental de la Cordillera Central, tiene una extensión de 51.200 hectáreas, de las cuales cerca de 6000 corresponden a fragmentos de vegetación principalmente de bosque subandino, situados a lo largo del valle intercordillerano de la gran cuenca del río Cauca y sus afluentes.

Sin embargo, estos pequeños parches de bosque considerados como una muestra de la vegetación original y de la biodiversidad regional, han sido muy poco estudiados y en la actualidad están amenazados por situaciones extremadamente críticas. Entre ellas, las quemas, la deforestación, la extracción de leña, la contaminación de las aguas, la erosión, y el pastoreo (Contraloría municipal de Popayán, 1999). Estas causas pueden conducirlos progresivamente a la extinción (Van Velzen, 1992; Behling *et al* , 1998) y al mismo tiempo determinar un estado de alerta en la calidad de vida de la población, especialmente por la escasez del agua y la contaminación ambiental.

los fragmentos de vegetación experimentan con rapidez cambios en composición de especies y estructura de la comunidad, especialmente debido a la invasión de especies foráneas y a la disminución cada vez mayor de su área, lo cual incide en la disminución de hábitats y al mismo tiempo de riqueza de especies (MacArthur & Wilson, 1963 en Noss & Csuti, 1997).

Por lo tanto, es urgente realizar estudios que identifiquen la composición florístico-estructural de los remanentes, ya que es un avance básico hacia la conservación de la biodiversidad que albergan áreas geográficas únicas de los Andes, como lo son los valles interandinos y transandinos (Cuamacás & Tipaz, 1995; Sarmiento, 1995). Así mismo, la protección de los bosques secundarios y el conocimiento de los aspectos ecológicos y económicos de las especies que los constituyen, son de gran valor para el desarrollo y bienestar de las poblaciones humanas; ya que son una ventaja hacia la conservación de los bosques primarios y sus características de crecimiento rápido y alta productividad los hacen valiosos y aprovechables (Brown & Lugo, 1990).

Promover la conservación de las áreas fragmentadas de vegetación es una función muy importante para incentivar la investigación biológica y ecológica, conociendo a los organismos en su medio natural y derivando con esto información para su manejo. Gómez-Pompa (1985) afirma que éstas zonas protegidas, pueden proveernos de material biológico para mejorar otros recursos y claramente ofrecer material de propagación de nuevos recursos bióticos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar, analizar y comparar la composición, estructura y diversidad florística de dos fragmentos de bosque subandino ubicados a lo largo del río Cauca en el Municipio de Popayán.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar estructuralmente los fragmentos.
- Determinar y comparar la composición florística de cada fragmento y entre los estratos superior y de sotobosque estudiados al interior de cada uno.
- Evaluar la riqueza de especies y diversidad florística de los fragmentos de vegetación seleccionados.
- Realizar un análisis multitemporal y establecer el estado actual de conservación de los fragmentos de vegetación.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. ESTUDIO DE LA VEGETACIÓN: COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA

La vegetación natural es el conjunto resultante de la asociación e interacción espacio-temporal de los diferentes tipos de especies vegetales que cohabitan en una zona geográfica.

Su importancia como productores primarios en los ecosistemas le determinan infinidad de relaciones directas con los demás componentes bióticos y abióticos del medio, influyendo y reflejando estabilidad en la calidad y cantidad de agua, la fertilidad y disminución de la erosión de los suelos, filtración atmosférica, mantenimiento del microclima local, diversidad animal etc. La vegetación es el recurso de los demás recursos (Pérez - Arbeláez, 1996).

La caracterización de la vegetación consiste en estudiar las poblaciones y comunidades vegetales que la conforman.

La comunidad vegetal es un complejo de especies con diferentes grados de integración, que posee una composición (aspecto florístico) y una estructura (aspecto morfológico)

características, resultantes de un dinamismo interno y con el medio externo, que desde el punto de vista botánico describe las relaciones físico-geográficas, ecológicas e históricas de una región (Ramírez-Padilla, 1995; Serna-Isaza, 1998).

La arquitectura comunitaria fue definida por Barkman (1979 en Rangel & Velásquez, 1997) como el patrón espacial de distribución de las plantas; mostrando en conjunto las relaciones entre las dimensiones de las distintas partes que constituyen los árboles, sin tener en cuenta las especies (UNESCO, 1978).

La estratificación vertical de los individuos considera la medida de altura total y la altura hasta la base de la copa, y es uno de los atributos más importantes y complejos, por reflejar estratificación de recursos, de microclimas y por contribuir a una mayor riqueza de especies animales (Kattan et al, 1984; Gentry, 1990). La estratificación de los árboles es muy poco conocida debido a que la vegetación de bajo crecimiento es una mezcla de especies que incluyen árboles del dosel y emergentes en proceso de regeneración (Grubb et al en Valencia et al, 1997). En sentido horizontal se tienen en cuenta la densidad, el área basal ocupada y la cobertura de copa de los individuos.

La estructura incide sobre el mantenimiento de una atmósfera estable al interior del bosque, la radiación incidente, el flujo de la precipitación y el viento.

La composición florística establece el conjunto de especies vegetales que denotan maneras de asociarse en patrones o comunidades definiendo su riqueza y diversidad (Rangel & Velásquez, 1997).

La composición del bosque puede fluctuar a través del espacio y tiempo, especialmente cuando se encuentra en etapas de sucesión . Por lo general el cambio de la composición de especies del dosel puede ser muy lento, sin embargo se puede inferir si se esperan cambios, observando si las especies del dosel presentan regeneración en los estratos más bajos y la composición específica de las plántulas presentes en el sotobosque (Kattan et al, 1984). El estudio de plántulas ha sido considerado como uno de los más importantes para entender la regeneración de los ecosistemas tropicales (Gómez-Pompa & Ludlow, 1979).

3.2 FRAGMENTACIÓN, BOSQUES SECUNDARIOS Y CONSERVACIÓN

La fragmentación fue definida por Meffe & Carroll (1997) como "la pérdida de la continuidad" en un patrón o en un proceso. La fragmentación del hábitat presenta dos componentes: (1) la reducción total de un tipo de hábitat, o de todos los hábitats naturales en el paisaje, y (2) la división de un hábitat natural en parches aislados mucho más pequeños.

La fragmentación del paisaje afecta directamente las comunidades vegetales. A pesar que inicialmente las perturbaciones de intensidad moderada, como la caída natural de árboles, provoquen un incremento de la diversidad de hábitats, microhabitats y especies en un área debido a la gran oferta transitoria de luz, y nutrientes originados por la descomposición de biomasa (Canham & Marks, 1985), diferentes tipos de perturbación, incluyendo las producidas por el hombre, llegan a dividir y aislar completamente un paisaje, ocasionando disminución de áreas, de hábitats y de riqueza de especies, cambiando todos los patrones de composición y estructura de la comunidad inicial (Connell, 1989).

Todo lo anterior favorece a especies colonizadoras y exóticas de cualquier tipo de crecimiento, especialmente las hierbas, improvisando magníficamente una estabilidad en los hábitats fragmentados e interfiriendo negativamente con el desarrollo de los bancos de germoplasma.

La composición de especies se altera de acuerdo con la vulnerabilidad de las mismas, a la reducción del área, el aislamiento y los efectos de borde (Harris, 1984). Las especies raras con distribución limitada y densidad de población baja, las especies con habilidades de dispersión poco desarrolladas, baja fecundidad, ciclos de vida corto y especies de hábitat y recursos muy especializados, son entre otras las más amenazadas (Andersen et al, 1997; Meffe & Carroll, 1997; Nason et al, 1997; Viana et al, 1997).

En particular, un punto muy importante que varía la composición nativa de una comunidad, estructura y funciones iniciales es la presencia de especies exóticas y de algunas especies nativas con sobrepoblación indicadoras de terrenos alterados. La alta tasa reproductiva, el corto tiempo de regeneración, amplios rangos de dispersión, carencia de predadores y la generalidad de hábitats para su desarrollo, son unas de las características que determinan alta competitividad y permanencia de este tipo de especies en comunidades nativas. Así mismo, muchas veces el gran éxito de las especies foráneas es un reflejo del estado actual de la diversidad y estructura de una comunidad (Money & Drake 1986 en Meffe et al, 1997).

La fragmentación del ecosistema está directamente enlazada con la dinámica del uso de la tierra en áreas urbanas y rurales, la cual es manejada por factores económicos, sociales,

culturales, institucionales y tecnológicos. Por lo tanto, la conservación de los fragmentos de bosque debe basarse en el entendimiento de los factores que manejan la dinámica y desarrollo del uso de la tierra, de la evaluación de las consecuencias bio - ambientales de la fragmentación y el desarrollo de tecnologías de restauración y manejo sostenible (Viana et al, 1997)

En la actualidad debido a todos los procesos de modificación de los bosques primarios, en la mayoría de regiones, la vegetación natural permanece en parches de bosques secundarios.

Existen muchas definiciones para el término "bosque secundario", pero el rasgo común es el disturbio o perturbación del ecosistema, pudiendo ser causado u originado naturalmente o bien por el hombre como actor principal (disturbio de origen antrópico).

Smith et al, (1997) definen dos clases principales de bosques secundarios para los trópicos. Los bosques residuales, que son esencialmente bosques primarios que aún conservan su estructura y composición florística, pero que han sido aprovechados para la entresaca selectiva de madera y no han sido modificados drásticamente; y aquellos denominados como bosques de segundo crecimiento o bosques sucesionales que son los que se encuentran en un estado de reconstrucción después de su conversión total.

Un aspecto fundamental para la conservación de los fragmentos de bosque secundario, es el establecimiento de puentes o corredores que permitan la dispersión de sus especies y de alguna manera ampliar un área útil para el desarrollo de nuevos hábitats, impidiendo la

rápida invasión de especies, más aún cuando éstos son reservas potenciales de especies nativas del Neotrópico esenciales para futuras restauraciones (Panetta & Hopkins, 1991).

Por lo tanto, la mejor estrategia de conservación de los remanentes de bosque de diferentes tamaños y edades, que no existen totalmente aislados, es incorporarlos en una unión en red que contribuya al sistema de manejo de los recursos naturales de una región y que maximice la persistencia de las especies que albergan, además de que su interacción los convierte en un puerto y un mosaico para diferentes tipos de especies de flora y fauna, y en múltiples beneficios para la población humana (Kattan & Alvarez, 1996, Schelhas & Greenberg, 1996).

3.3 LA REGIÓN DE VIDA SUBANDINA EN COLOMBIA

Según la caracterización fitogeográfica de Colombia realizada por Cuatrecasas (1986), la región de vida subandina o selva subandina se extiende desde los 1000 a 2400 metros de altitud por las faldas de las cordilleras, con temperatura media entre 16 y 23 grados centígrados y una precipitación entre 1000 y 4000 mm regularmente distribuida. En la fisionomía de estos bosques se destacan las lianas, epífitas, especies arbóreas con raíces estribos y poca presencia de palmas.

En las vertientes con menor humedad de las tres cordilleras, la vegetación dominante la constituyen los robledales (dominados por *Quercus humboldtii*), que pueden asociarse a los géneros *Alfora* (nogal), *Hedyosmum* (granizo), *Weinmannia* (encenillo) y *Clusia* (raque). Otro tipo de vegetación muy importante lo constituyen las selvas de Lauráceas, dominadas

por especies de *Nectandra* y *Ocotea* en las localidades con valores mayores de precipitación que la de los robledales (Rangel et al, 1997)

4. ANTECEDENTES

La flora de Popayán ha sido estudiada principalmente mediante colecta libre, tanto en la zona urbana como en sus alrededores. Los pioneros fueron naturalistas como Silvio Yepes y Kjell Von Sneider, cuyas colecciones reposan en el Herbario de la Universidad del Cauca (CAUP). Espinal (1980) realiza un aporte hacia el conocimiento de la flora del centro del Cauca mediante colecta libre, especialmente para especies arbóreas. Rangel & Garzón (1987) en su estudio de diversidad florística del transecto Valle del Magdalena - Volcán Puracé, afirman que la zona menos conocida florísticamente es la vertiente que mira hacia el Valle intrandino de Popayán, además de presentar el grado más fuerte de intervención.

Behling et al (1998), mediante un muestreo paleopalinológico en el pantano de Genagra, a 5 km de la ciudad, señalan que hace aproximadamente 50.000 años la vegetación circundante era característica de una Selva subandina alta, con representación importante del género *Quercus* y *Jamesonia*. Los cambios climáticos globales originaron posteriormente el establecimiento de familias como Lauraceae, Moraceae y Rubiaceae, típicas de las selvas subandinas. En este registro se determina que los cultivos de maíz y el periodo de conquista fueron las principales causas de un declive en las áreas de bosque natural con surgimiento de especies pioneras en la regeneración.

En 1997, Ordóñez y Ortiz realizaron una propuesta interesante para la creación de corredores ecológicos entre las áreas de bosque existentes en el Municipio de Popayán, sin embargo, de este trabajo sólo fue posible tener acceso a la propuesta cartográfica final y no al manuscrito.

Alcázar *et al* (2000) realizaron la primera caracterización florística de uno de los remanentes de bosque de la meseta de Popayán, encontrando una estructura medianamente compleja y una riqueza de especies alta, sobresaliendo la familia Lauraceae con 8 especies. Para este mismo remanente se ha registrado gran cantidad de especies de aves (Ayerbe, 2001 Información personal:). También, se elaboró un importante trabajo hacia el conocimiento de la taxonomía de las epífitas vasculares de la zona urbana del municipio, describiendo cerca de 30 especies (Alcázar *et al*, 2000).

El instituto Alexander Von Humboldt (1997) realiza un listado de las especies vegetales colombianas en peligro, de las cuales muchas se encontraban antiguamente y con relativa abundancia en el paisaje del altiplano y en el Departamento del Cauca, entre ellas *Quercus humboldtii* Bonplad y *Juglans neotropica* Diels.

Es importante resaltar que en los últimos años las entidades gubernamentales del municipio de Popayán han elaborado diagnósticos ambientales (seguidos por marcos legales interesantes como el Código de Recursos Naturales y de Protección al Medio Ambiente), que destacan la importancia de conservar las principales fuentes hídricas y sus bosques, para garantizar una mejor calidad de vida. Sin embargo, reportan el mal estado en que se encuentran las zonas boscosas de las principales veredas y de los sectores aledaños al área

urbana por el mal uso de la tierra y la desmesurada tala y entresaca (Contraloría Municipal de Popayán, 1999).

La acertada creación del Jardín Botánico " Alvaro José Negret" en Popayán, es una gran alternativa para el fomento de la investigación científica que permita el conocimiento, la propagación y permanencia de especies nativas presentes en los distintos bosques de la zona, con el fin de cumplir objetivos tan importantes como el establecimiento de estrategias de conservación y la reintroducción de especies en su habitat natural, con el fin de restaurarlo (Bramwell, 1991), así como también incrementar la enseñanza ecológica a los ciudadanos.

5. ÁREA DE ESTUDIO

5.1. GENERALIDADES DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN

El Municipio de Popayán está localizado al Sur-Occidente de Colombia, en el Departamento del Cauca entre los 2° 27" de latitud Norte y 76° 37" de longitud Oeste. Forma parte del Altiplano de Popayán y el pie de monte de la Cordillera Central. La cabecera municipal está ubicada en el valle de Pubenza con una altura de 1738 msnm. El área total del municipio es de 51200 ha, con altitudes que oscilan desde los 3820 msnm en la vereda Quintana y 1400 msnm en río Hondo.

La distribución de la lluvia durante el año es de tipo bimodal, con un nivel anual promedio de 2119.4 mm. El promedio de días lluviosos durante el año oscilan entre 170 y 220 días, lo que proporciona un régimen elevado de humedad relativa con valores que alcanzan hasta el 82%.

De acuerdo a estudios pluviométricos detallados, se registra que las mayores precipitaciones se presentan en la parte norte del Municipio, mientras que las menores al suroriente; determinando que el sector norte tiene mejores condiciones para una explotación adecuada de recursos hídricos, mientras que al suroriente hay necesidad de

hacer uso medido del recurso, además de estar en cercanías al sector urbano (Gallardo & Vázquez, 1996).

La temperatura oscila entre 18.9°C y 19.3°C (Estación Climatológica Aeropuerto Guillermo Valencia de Popayán).

El municipio se extiende bajo la denominada Formación Popayán, situada sobre depósitos fluviales alterados y una serie de rocas piroclásticas, flujos de lodo y cenizas volcánicas provenientes de la Cordillera Central (Torres, 1997).

Geomorfológicamente, la zona presenta dos expresiones topográficas: zonas de fuertes pendientes en los flancos de las cordilleras y una suavemente ondulada en el Valle interandino, con profundos cañones originados por la disección de las principales corrientes fluviales entre ellas el Río Cauca y el Río Palacé (Plan de Ordenamiento Territorial de Popayán, 2002).

Los suelos del Municipio de Popayán han sido determinados como jóvenes y poco evolucionados de acuerdo a su génesis y evolución. La mayor parte del Municipio, incluyendo márgenes del Río Cauca, se encuentra entre dos Asociaciones, la Asociación Dominguito y la Asociación Pubenza. La primera, localizada entre los 1300 y 2000 metros de altura, principalmente sobre el sistema de colinas del Altiplano, presenta suelos tipo Typyc Dystrandept, con material parental constituido por cenizas volcánicas. La Asociación Pubenza localizada entre 1400 y 1800 metros de altura presenta suelos tipo

Andy Humitropept, desarrollados a partir de cenizas volcánicas mezcladas con depósitos aluviales.

Debido a su constitución, los suelos del Municipio son ácidos con altos contenidos de Aluminio y bajos en Calcio y Fósforo. La infertilidad y erosión en los suelos se da principalmente por el sobrepastoreo y por la carencia de vegetación (Ramírez & Ortiz, 1988).

El Sistema hidrográfico del Municipio comprende corrientes que descienden del Macizo colombiano, y desembocan en el Río Cauca, el cual nace en el extremo sur del Municipio de Puracé en la Laguna del Buey, y atraviesa el Municipio de Popayán inicialmente de Sur a Norte y cambia su dirección de Este a Oeste al cruzar el área urbana. La gran cuenca del Río Cauca se encuentra drenada por los ríos Piedras, Vinagre, Negro, Molino, Ejido, Blanco, Hondo, Saté, Palacé, Clarete y Pisojé; además de cerca de 50 quebradas (Contraloría municipal de Popayán, 1999).

En el Municipio de Popayán la cuenca Cauca presenta la mayor concentración poblacional, además de contar con las áreas de mayor desarrollo institucional, industrial y comercial. (Corporación Autónoma regional del Cauca, 2002). Sin embargo a pesar de la importancia hídrica, económica y ecológica de la cuenca, tanto en el municipio como en el departamento del Cauca presenta graves problemas ambientales, entre ellos la tala del bosque natural protector de nacimientos de agua, la erosión, la ampliación de la frontera agrícola, la invasión de márgenes del río y la alta contaminación por aguas residuales.

Cerca del 70% de la vegetación del Municipio corresponde a vegetación Subandina y actualmente el área total de fragmentos de bosque natural en diferentes estados de sucesión en el Municipio es de cerca de 6.000 hectáreas, distribuidos a lo largo de los ríos, acompañados de grandes áreas de plantaciones comerciales de Pino y Eucalipto.

5.2. LOCALIZACIÓN FRAGMENTOS DE VEGETACIÓN

Los bosques en estudio están localizados en el Municipio de Popayán a lo largo de Río Cauca, en áreas muy cercanas a la zona urbana y distantes uno del otro aproximadamente 10 Km. en línea recta. (Figura 1).

El Bosque " Alto Genagra " con una superficie actual de 20 Ha (Figura 2), está localizado 5 Km. al nor - occidente de la ciudad de Popayán, sobre tierras pertenecientes a la Hacienda Genagra, en inmediaciones de la zona antiguamente conocida como Pantano de Genagra. El Bosque se encuentra a menos de 1 Km. del Río Cauca, sobre la franja más plana del Valle Interandino, a una altura entre 1600 y 1750 metros (02°28'N y 76°37'W).

Las Quebradas Piedras y El Bosque, recorren el fragmento de vegetación, además de estar rodeado de pequeños humedales y nacimientos de agua principalmente en torno a los Guadales y bosques de galería que han permanecido en los alrededores. Actualmente, se presentan áreas de regeneración arbustiva en las zonas más cercanas al bosque, debido a que han sido dejadas en descanso un tiempo relativamente largo. Sin embargo, esto se mezcla con la dominancia de cultivos de gramíneas con fines alimenticios para el ganado equino, que tiene una alta densidad en los potreros lindantes.

Figura 1. Mapa de localización de los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas.

La construcción de la vía Variante Panamericana, límite norte del área del bosque, a finales de los años noventa, ha valorizado grandemente estas tierras planas, y actualmente son consideradas zonas de expansión del área urbana del Municipio de Popayán (Plan de Ordenamiento Territorial de Popayán, 2002).

A 12 Km. al nor - este del casco urbano y a una distancia de 6 Km. del Río Cauca está localizado el Bosque " Las Guacas " ($02^{\circ}29'N$ y $76^{\circ}31'W$); el cual se extiende sobre una superficie suavemente ondulada en las partes más bajas, a una altura de 1800 metros, hasta zonas de pendientes altas y escarpadas a los 2000 metros, que hacen parte de los cañones originados por la disectación de corrientes fluviales como el Río Palacé (límite Norte) y el Cauca en el Valle interandino (Figura 3).

La mayor área de este bosque hace parte de la Hacienda Las Guacas, sin embargo la pertenencia a diferentes dueños del área restante y los diferentes usos de la tierra es uno de los grandes problemas para la conservación del fragmento. Actualmente está rodeado de potreros carentes de vegetación utilizados en la ganadería y en cultivos o huertas caseras de los habitantes de toda su periferia. La zona se ha visto muy afectada por la apertura de vías carretables y por la erosión en la faja de los 2000 metros. El bosque internamente tiene un recurso hídrico potencial, con varios nacimientos de agua y quebradas que lo atraviesan.

Figura 2. Fragmento de vegetación Alto Genagra.

Figura 3. Fragmento de vegetación Las Guacas

6. METODOLOGÍA

La duración de este estudio fue de 17 meses, entre Mayo de 2001 y Septiembre de 2002. Los primeros nueve meses correspondieron a trabajo de campo y los restantes a trabajo de Herbario, fotointerpretación, elaboración de mapas, análisis de datos y escritura del documento.

6.1 SELECCIÓN DE LOS FRAGMENTOS DE VEGETACIÓN.

Mediante análisis de fotografía aérea reciente (años noventa) correspondiente a la Cuenca del Río Cauca en el Municipio de Popayán y posterior reconocimiento directo en campo, se seleccionaron dos fragmentos de vegetación fisonómicamente maduros ubicados a lo largo del Río Cauca y en sectores cercanos a la cabecera municipal.

6.2 VEGETACIÓN

6.2.1 Estrato arbóreo y arbustivo. En cada una de las áreas escogidas, se establecieron 10 transectos de 50 m * 2 m (0.1 Ha) siguiendo la metodología propuesta por Gentry (1982a). Estos se ubicaron en una sola orientación con la ayuda de una brújula, teniendo en cuenta el método de muestreo aleatorio (Matteucci & Colma, 1982), el cual permite obtener una estimación no sesgada de la información, ya que cada unidad de población tiene igual

probabilidad de formar parte de la muestra (Ramírez - Padilla, 1995).

Se registraron todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) superior a 2.5 centímetros. Se tomaron los siguientes parámetros: familia, género, especie; altura total, estimada a partir de un patrón hecho de tubos de aluminio, y diámetros de copa con la ayuda de un decámetro; además de otras observaciones de campo correspondientes a las especies registradas.

Se elaboró un perfil vertical y horizontal a lo largo de 25 metros de uno de los transectos que mejor representó en composición y estructura al fragmento evaluado.

Todos los individuos fueron marcados y se herborizaron (colecta de 3 muestras por espécimen) aquellos que no fue posible determinar en campo o que fueron encontrados fértiles.

6.2.2 Estrato de regeneración o sotobosque. Para la evaluación del sotobosque se establecieron parcelas de 1 m * 2 m, colocados a 10 metros de distancia, en cada uno de los 10 transectos construidos, para un total de 100 m² por cada fragmento.

Se tuvieron en cuenta todos los individuos con una altura total \leq a 1.5 metros. Se les midió la altura total y los diámetros de copa. las plántulas que no fue posible determinar en campo fueron colectadas.

6.2.3 Componente epifítico. Con el fin de establecer la riqueza epifítica, se colectaron

libremente individuos de plantas vasculares epífitas que se encontraron sobre los árboles presentes en los transectos construidos.

Todo el material botánico colectado fue procesado en el Herbario de la Universidad del Cauca - Museo de Historia Natural (CAUP).

Las muestras fueron determinadas y depositadas en el Herbario CAUP y en el Herbario Nacional colombiano (COL), bajo el número de colección de la autora, con las iniciales CAC.

6.3 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.3.1 Análisis estructural. Para el análisis estructural de los fragmentos se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos, los cuales se calcularon mediante el programa Microsoft EXCEL (2000).

η Densidad absoluta y relativa: la densidad o abundancia absoluta (D) es el número de individuos de la especie (n) en el área establecida, y la densidad relativa (Dr) expresa el porcentaje de la especie X sobre el número total de individuos (N).

$$Dr = n \div N \times 100$$

η Frecuencia absoluta y relativa: la frecuencia absoluta (F) es la probabilidad de encontrar una especie en la unidad muestral (mi). Así mismo hace referencia a la

uniformidad o regularidad con que las plantas de una especie se distribuyen dentro de una comunidad (Ramírez - Padilla, 1995). La frecuencia relativa (Fr) se expresa como la contribución porcentual de la frecuencia de la especie en cuestión con respecto a la sumatoria de las frecuencias absolutas (M).

$$Fr = \sum(mi \div M) \times 100$$

η Dominancia absoluta y relativa: se define la dominancia absoluta (Do) como la sumatoria del área basal que ocupa cada especie; la dominancia relativa (Dor) es la participación en porcentaje que corresponde a cada especie, referida al total de las especies.

$$Do = \sum(Ab \div N) \times D$$

Para las especies con tallo múltiple el área basal se calculó en base al Diámetro teórico a la altura del pecho (t-DAP), propuesto por Valencia (1995):

$$t - DAP = \sqrt{\left\{ \sum \frac{\pi r^2}{\pi} \right\} \times 2}$$

La medida de la dominancia indica el espacio de terreno ocupado actualmente por una especie, es decir los cm² o m² de material vegetal por unidad de superficie de terreno (Rangel & Velásquez, 1997).

η Cobertura: se obtiene por el cálculo del área de la copa proyectada por cada individuo sobre el suelo (m²). Se suman las proyecciones de cada individuo para dar la

cobertura de la especie y luego se hace la relación con respecto al área total muestreada (Rangel & Velásquez 1997).

La estimación de la cobertura refleja la extensión de la parte aérea de la vegetación.

$$Cr = (CXi \div CTotal) \times 100$$

En el caso de los individuos del sotobosque la cobertura fue la medida de dominancia.

η Índice de Valor de Importancia (IVI) e Índice de valor de Importancia para plántulas (AVI): ambos índices determinan la importancia o el peso ecológico de las especies en la comunidad. IVI, evaluado para las especies arbóreas, corresponde a la sumatoria de los valores de densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa correspondientes a cada especie (Serna-Isaza 1998). Para el sotobosque, se calculó AVI, basado en la suma de los valores relativos de frecuencia, densidad y cobertura de copa de las especies de plántulas (Rodríguez, 1982).

$$AVI = Cobr + Dr + Fr$$

$$IVI = Dor + Dr + Fr$$

La sumatoria de los valores del índice de Importancia para todas las especies que se incluyen en un análisis tiene un valor máximo de 300 (Caín & De Oliveira, 1959 en Rangel & Velásquez, 1997).

η Índice de Valor de Importancia para Familias (IVF): éste fue calculado de acuerdo con Mori & Boom (1983), de donde Diversidad relativa es igual al número de especies por familia (X_iF) por el número total de especies (T_x):

$$IVF = Dr + Dor + Dir$$

$$Dir = \frac{X_iF}{T_x}$$

η Índice de Predominio Fisonómico (IPF): permite determinar las especies dominantes con base al espacio de terreno ocupado, ya que evalúa área basal, cobertura y densidad (Modificación por Serna-Isaza,1998).

$$IPF = Dcr + Dor + Dr$$

Dominancia de copa relativa se obtiene de promediar los diámetros de copa de la especie sobre la sumatoria del total de copas.

$$Dcr = \left(\frac{X_{dxi}}{\sum Totalcopa} \right) \times 100$$

Para las variables estructurales Altura Total, Diámetro a la altura del pecho (DAP) y diámetro de copa, se realizó un análisis de estadística descriptiva mediante el programa SPSS (2000), que permitió obtener las medidas de tendencia central de los datos y los respectivos diagramas de cajas y bigotes (Box and Whiskers). Teniendo en cuenta que en ninguno de los casos los datos se adaptaron a la curva normal, mediante la prueba de significancia de Mann - Withney para datos no paramétricos se determinaron las diferencias

entre cada fragmento de vegetación respecto a las variables estructurales.

La distribución de frecuencias se realizó para la variable DAP de los individuos arbóreos y para la variable altura total de los individuos del Sotobosque, siguiendo la fórmula descrita en Rangel & Velásquez (1997):

$$C = (X_{max} - X_{min}) \div m$$

$$m = 1 + 3.3(\text{Log}n)$$

n= número total de individuos
c= amplitud del intervalo
m= número de intervalos
x= parámetro analizado

Para determinar la estratificación vertical de las comunidades vegetales presentes en los fragmentos de vegetación se siguió la propuesta de Rangel & Lozano (1986) para el estudio de la vegetación andina en Colombia, tomando la altura total de los individuos y dividiéndolos en los siguientes estratos: Arbustivo: 1.5-5 metros, Subarbóreo o de arbolitos: 5-12 metros, Arbóreo inferior: 12-25 metros y Arbóreo superior: mayores a 25 metros.

6.3.2 Análisis de la riqueza, similitud y diversidad florística. Se determinó la riqueza numérica de especies, definida como el número de especies por unidad de área. Se realizaron las curvas de riqueza de especies - área para los individuos con un DAP ≥ 2.5 cm presentes en 0.1 Ha de cada fragmento de vegetación.

La diversidad se evaluó mediante el índice de diversidad de Shannon (H'), y el Índice de

diversidad de Simpson (D), ya que ambos son sensibles a los cambios tanto de número de especies (riqueza de especies), cómo a los de distribución de individuos de una especie presente (equidad) (Hair, 1987; Magurran, 1988).

Mediante el índice de similitud de Jaccard se evaluó la diversidad β entre las áreas de estudio y entre los estratos arbóreo y sotobosque de cada fragmento. Se elaboraron los respectivos dendrogramas de similitud, basados en el índice y en el análisis de agrupamiento de Bray - Curtis. Todos los cálculos se realizaron mediante el programa Biodiversity pro (2000).

6.4 ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS FRAGMENTOS DE VEGETACIÓN

6.4.1. Análisis Multitemporal. Se realizó una búsqueda exhaustiva de material de fotografía aérea (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, seccional Popayán y Bogotá D. C.) correspondiente a los dos fragmentos de vegetación en estudio, en las últimas décadas. Este material, fue fotointerpretado para caracterizar las coberturas aledañas a los bosques y también para obtener toda la información de los cambios de área, cambios internos de estructura y factores externos vinculados con la transformación del sitio.

Posteriormente se realizó la restitución a cartografía base de cada zona. Se determinaron los tipos de cobertura referida a diferentes estados sucesionales de la vegetación y áreas sin cobertura, en el caso de las zonas erosionadas (Ospina et al., 1976).

Cada mapa fue transferido al Sistema de Información Geográfica (SIG) ArcView (3.1),

para la generación de topologías, visualización y análisis.

En campo se delimitó el área actual de los fragmentos con la ayuda de un Sistema de Posicionamiento Global (SPG), además de obtener observaciones generales del estado actual de la zona y de las coberturas vegetales existentes.

Se obtuvo información oral acerca de los sucesos que han ocurrido en torno a los dos fragmentos, por medio de entrevistas a los dueños de las tierras donde se encuentran y charlas con los campesinos que habitan en sus cercanías.

7. RESULTADOS

La información registrada para todas las especies encontradas en los fragmentos de vegetación en estudio, tanto de los individuos del sotobosque (100 m^2) como de aquellos con un $\text{DAP} \geq 2.5 \text{ cm}$ (1000 m^2) se presentan en los anexos A y B. Se incluyen todos los datos sobre número de individuos, valores absolutos y relativos de frecuencia, densidad, dominancia y cobertura, y los índices tomados para la evaluación estructural.

7.1 RIQUEZA, COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA.

7.1.1 Estrato superior o arbóreo. Con un $\text{DAP} \geq 2.5 \text{ cm}$ e incluyendo arboles, arbolitos, arbustos y lianas, se registraron para el Bosque Alto Genagra un total de 448 individuos, representados en 28 familias, 39 géneros y 56 especies de plantas vasculares, de las cuales, una familia corresponde a las Pteridophyta (Polypodiopsida) y las restantes a las Dicotiledóneas (Magnoliopsida). En Las Guacas se encontraron 322 individuos distribuidos en 34 familias, 45 géneros y 63 especies. De éstas familias, una pertenece a las Pteridophytas (Polypodiopsida), una a Monocotiledóneas (Liliopsida) y 32 a las Dicotiledóneas (Magnoliopsida).

La curva de especies - área para los individuos arbóreos muestreados (Figura 4) tanto en Alto Genagra como en Las Guacas, tiende a estabilizarse a partir de las 0.08 Ha (800 m²).

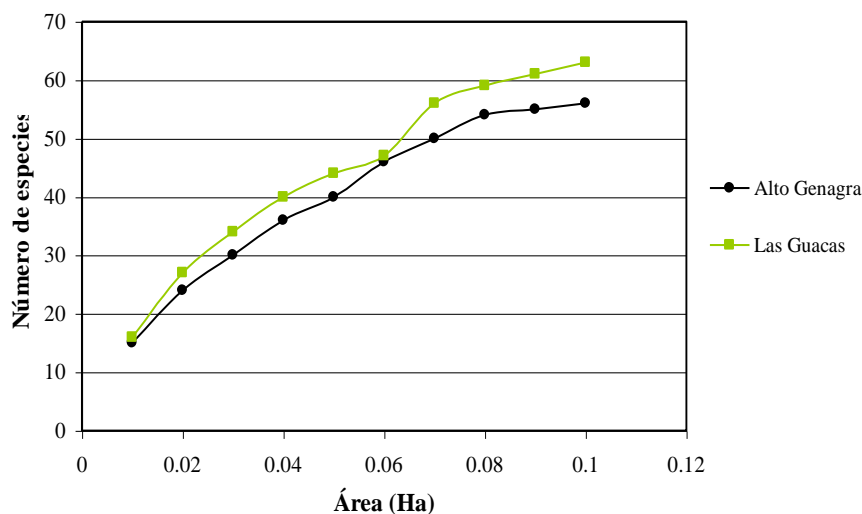


Figura 4. Curva especies - área para los fragmentos de bosque Alto Genagra y Las Guacas.

Las Guacas presenta un número constantemente mayor de familias, géneros y especies en comparación con el bosque Alto Genagra, a pesar de que éste concentra un mayor número de individuos, alcanzando una desigualdad de 100 a partir de las 0.07 Ha (700 m²) de muestreo (Figura 5).

Las proporciones entre número de especies por género (1.43 y 1.4) y por familia (2 y 1.85) y de géneros por familia (1.39 y 1.32) son bajas y muy similares en ambos fragmentos; de esta forma cerca de una tercera parte de las familias están representadas por una única especie.

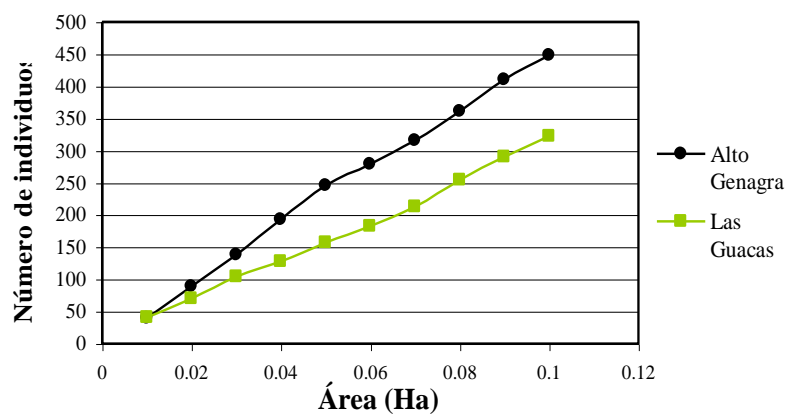


Figura 5. Incremento del número de individuos por área de en cada sitio de muestreo.

En Alto Genagra, Lauraceae y Myrsinaceae (5 especies) son las familias más ricas en especies; seguidas por Clusiaceae, Mimosaceae y Moraceae cada una con 4 especies. Marcgraviaceae, familia exclusiva de lianas, presentó 3 especies al igual que Piperaceae y Melastomataceae.

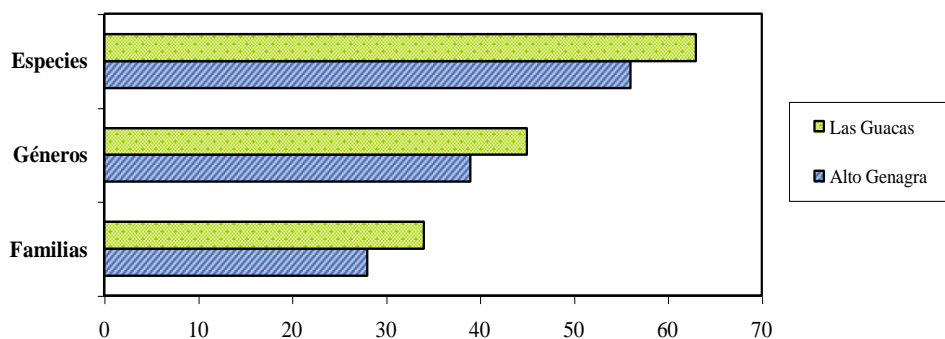


Figura 6. Comparación de la riqueza florística entre los bosques Alto Genagra y Las Guacas.

Las familias con la mayor riqueza de especies en el bosque Las Guacas son Rubiaceae (8 especies) y Lauraceae (7 especies). En orden descendente están Melastomataceae y Piperaceae con 4 especies y Clusiaceae con 3 especies. La comparación gráfica de la riqueza de especies por familia se muestra en la figura 7.

Euphorbiaceae, Lauraceae y Rubiaceae son las tres familias más importantes en los bosques evaluados de acuerdo al Índice de Importancia para Familia (IVF). En general, las familias presentan un patrón de diversidad genérica baja acompañado de alta diversidad específica (Lauraceae, Mimosaceae, Melastomataceae y Piperaceae), a excepción de Rubiaceae, que en el Bosque Las Guacas es la familia con más géneros y especies (Tabla 1).

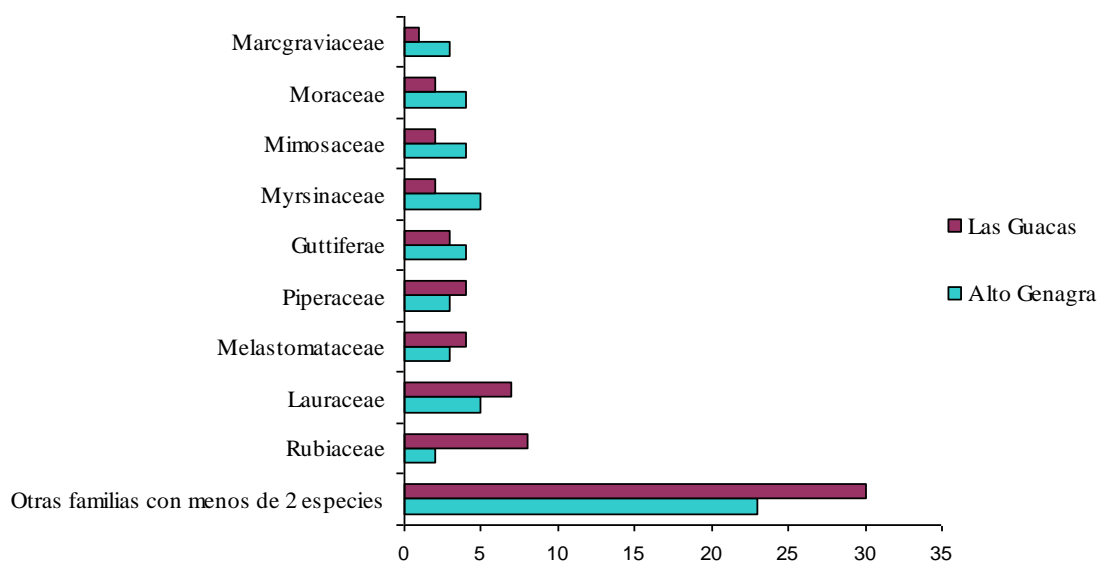


Figura 7. Familias mejor representadas por número de especies en Alto Genagra y Las Guacas.

La familia con el mayor número de individuos en los dos bosques es Rubiaceae, con 133 individuos, equivalentes al 30 % del total de individuos del Bosque Alto Genagra y 61 individuos (19%) en Las Guacas. Aunque en un orden de relevancia distinto, ambos sitios comparten las familias más abundantes: Euphorbiaceae (62 - 14%; 32 - 10%), Lauraceae (38 - 8%; 48 - 15%) y Melastomataceae (34 - 8%; 43 - 13%) (Figura 8).

Alto Genagra				Las Guacas			
Familia	Gén.	Espec.	IVF	Familia	Gén.	Espec.	IVF
Euphorbiaceae	2	2	68.66	Lauraceae	2	7	55.42
Rubiaceae	2	2	37.25	Rubiaceae	5	8	38.73
Lauraceae	2	5	32.12	Euphorbiaceae	2	2	26.35
Myrsinaceae	3	5	16.33	Melastomataceae	2	4	24.35
Melastomataceae	1	3	15.45	Clethraceae	1	1	14.83
Mimosaceae	1	4	12.92	Piperaceae	1	4	12.79
Myrtaceae	2	2	12.90	Fagaceae	1	1	11.53
Marcgraviaceae	2	3	11.09	Clusiaceae	2	3	11.07
Clusiaceae	3	4	10.89	Annonaceae	1	1	10.87
Moraceae	1	4	9.79	Mimosaceae	1	2	9.01
Piperaceae	1	3	8.13	Cyatheaceae	2	2	8.02
Lacistemataceae	1	1	6.87	Malpighiaceae	2	2	7.57
Cecropiaceae	1	1	6.61	Actinidaceae	1	2	6.47
Fagaceae	1	1	6.12	Moraceae	1	2	5.65

Tabla 1. Familias más importantes con el número de especies, géneros y el Índice de Importancia para Familia (IVF).

En Alto Genagra la mayor diversidad específica la presentan los géneros *Nectandra*, *Inga* y *Ficus*, cada uno con 4 especies, y *Piper* con 3 especies. Se encuentran varios géneros con dos especies entre ellos: *Viburnum*, *Clusia*, *Miconia*, *Marcgravia*, *Cybianthus* y *Myrsine*.

Nectandra es el género más diverso en el Bosque Las Guacas, con un total de 7 especies.

Palicourea (4), *Miconia* (3) y *Piper* (3) le siguen en importancia.

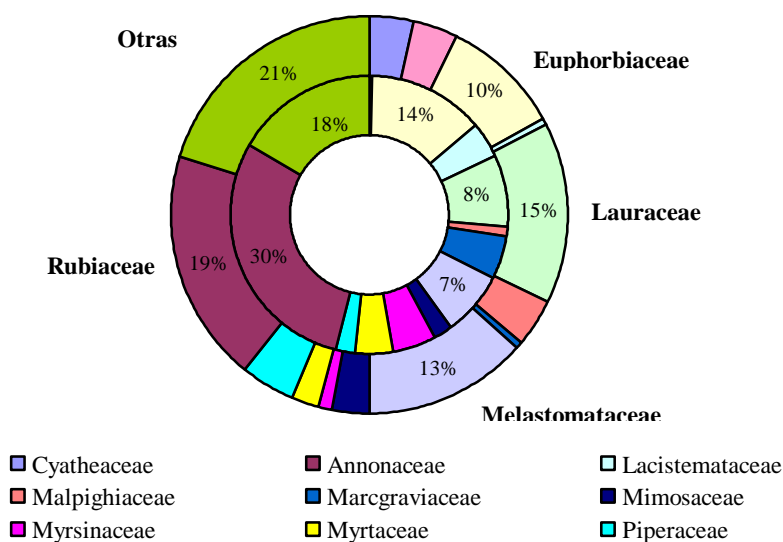


Figura 8. Familias con el mayor número de individuos en Alto Genagra (Anillo interno) y Las Guacas

A nivel de familia, la similitud entre los dos fragmentos es alta (índice de similitud: 75 %), teniendo en cuenta que de las 62 familias registradas se comparten 23 (39 %), de las cuales 5 se encontraron en Alto Genagra y 11 en Las Guacas. Sin embargo la similitud es muy baja a nivel de especie (28.05 %) y sólo comparten 28 especies (23 %). De esta forma, el

análisis de agrupamiento basado en la similitud, para los individuos con $DAP \geq 2.5$, muestra que la afinidad florística entre los dos bosques es baja (Figura 9).

Entre las especies que se encuentran en los dos fragmentos de vegetación están: *Alchornea latifolia* Sw., *Hyeronima macrocarpa* Muell. Arg, *Quercus humboldtii* Bonpl *Cinnamomum triplinerve* (Ruiz & Pav.) Kosterm, *Nectandra acutifolia* (R &P) Mez, *Nectandra lineata* (Kunth) Rohwer, *Nectandra reticulata*, *Nectandra umbrosa* Mez, *Sarcopera anomala*, *Siparuna aspera* (Ruiz & Pav.)A.DC. y *Myrcia fallax* (Rich) D.C..

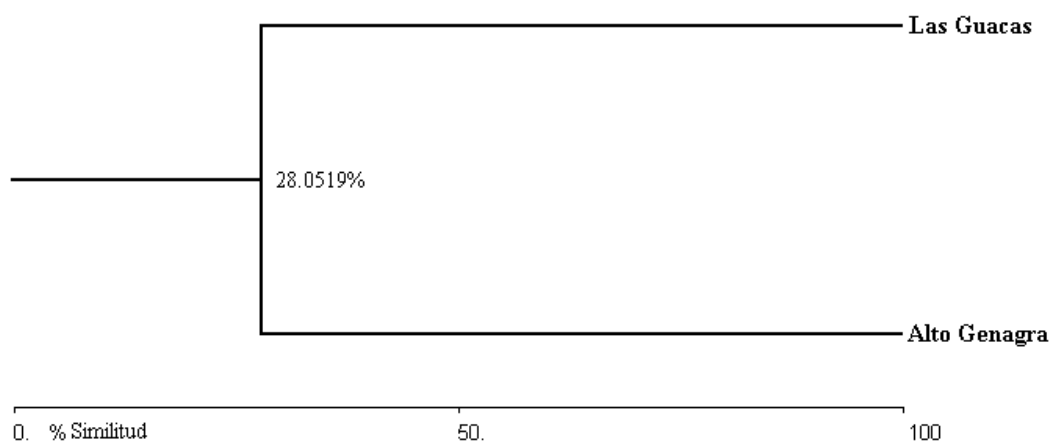


Figura 9. Dendrograma de similitud florística entre los Fragmento de Bosque Alto Genagra y Las Guacas.

Los valores mostrados por el índice de diversidad de Shannon (H'), el cual manifiesta alta sensibilidad a la riqueza de especies, permiten indicar que ambos bosques presentan una diversidad moderada, sin embargo al realizar una comparación de los valores, Las Guacas,

presenta una mayor diversidad respecto a Alto Genagra. De acuerdo a los altos valores del índice de Simpson, las comunidades presentes en cada uno de los fragmentos de vegetación tienden a tener poca equidad en la abundancia de las especies y por lo tanto se presenta dominio de unas pocas (Tabla 2). El índice de Simpson varía inversamente con la heterogeneidad (Hair, 1987).

ÍNDICES DE DIVERSIDAD	ALTO GENAGRA	LAS GUACAS
Shannon (H')	2.8	3.2
Simpson (D)	0.97	0.87

Tabla 2. Índices de diversidad encontrados para Alto Genagra y Las Guacas.

7.1.2 Componente epifítico Se registran para el bosque Alto Genagra 10 familias, 21 géneros y 39 especies de plantas epifitas. Las Guacas presenta el mismo número total de familias, pero distribuidas en un número levemente menor de géneros (18) y de especies (35) (Anexo C).

Las 6 familias pertenecientes a Pteridophyta son afines para cada uno de los fragmentos: Aspleniaceae, Blechnaceae, Lycopodiaceae y Polypodiaceae, mientras que Hymenophyllaceae y Vittariaceae son observadas exclusivamente en Alto Genagra, y Lomariopsidaceae y Grammitidaceae sólo en Las Guacas. Para ambos sitios, las monocotiledóneas están representadas por Orchidaceae, Araceae y Bromeliaceae, y las dicotiledóneas por Piperaceae.

Polypodiaceae es la familia de Pteridófitos más rica en especies, presentando 3 en Alto Genagra y 4 en Las Guacas. Las otras familias afines le siguen en diversidad, pero siempre con un número mayor en el fragmento las Guacas. *Asplenium*, *Blechnum* y *Polypodium* presentan la mayor riqueza de especies en los dos fragmentos, cada uno con 2 especies en Alto Genagra y 3 en Las Guacas.

En este estrato se presenta una alta diversidad específica y baja diversidad genérica para la mayoría de familias registradas, en especial Araceae y Bromeliaceae (Figura 10). Tanto en Alto Genagra como en Las Guacas, *Anthurium* y *Tillandsia* concentraron el mayor número de especies. Sin embargo, Orchidaceae se caracteriza por ser la familia más diversa en géneros y especies para los dos fragmentos.

Se comparten cerca del 45% del total de especies registradas en los dos fragmentos. De este porcentaje 13 especies se encuentran en Alto Genagra y 18 en las Guacas.

De acuerdo a las observaciones generales realizadas es importante anotar que muchas de las especies compartidas son las más abundantes sobre las ramas horizontales y partes medias de los árboles, y llegan a formar verdaderas aglomeraciones, no entre especies sino entre individuos de la misma especie, como el caso de *Huperzia linifolia* (L.) Trevis, *Anthurium pedatum* (Kunth) Schott, *Rodriguezia granadensis*, *Catopsis nutans* (Sw.) Griseb, *Tillandsia towarensis* Mez, *Tillandsia frendleri* Griseb. y *Peperomia ewanii* Trel & Yunk.

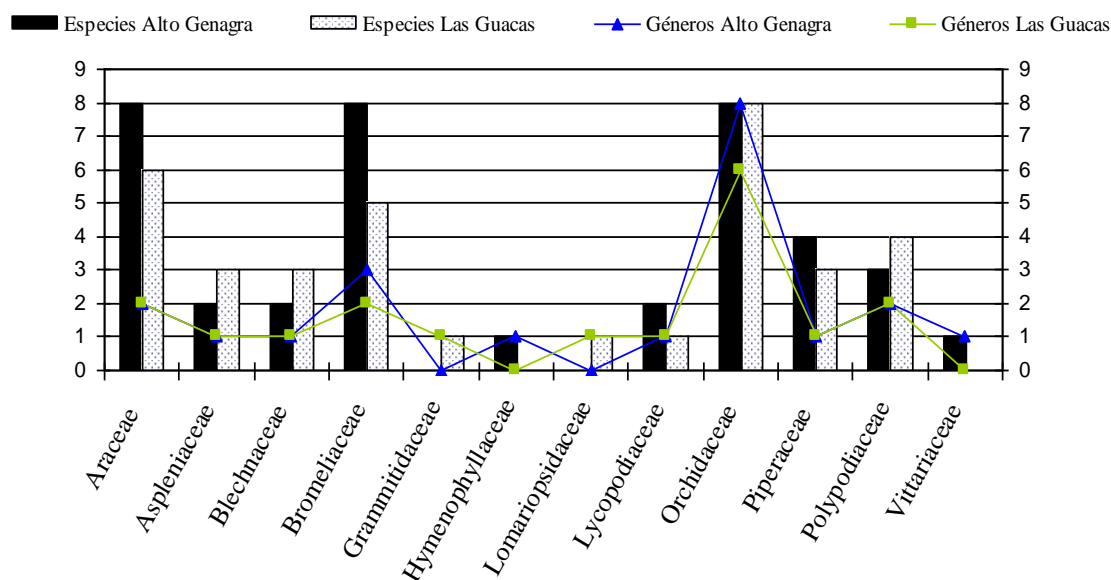


Figura 10. Diversidad genérica y específica para las familias de plantas vasculares del componente epifítico.

7.1.3 Formas de Vida. La estructura de la vegetación de acuerdo a sus formas de vida está relacionada con la composición de la vegetación según sus formas de crecimiento. Las especies y sus individuos se agrupan en clases de formas de vida con base en similitudes de estructura y función (Muller - Dombois & Elleberg, 1974). De este modo los resultados sobre la distribución de las especies según sus formas de vida, relaciona las encontradas en el grupo de individuos con $DAP \geq 2.5$ cm y en epífitas, tanto del bosque Alto Genagra como del bosque Las Guacas (Figura 11).

Del total de especies de éste grupo (95 para Alto Genagra y 98 para Las Guacas), la mayor proporción de especies tanto en Alto Genagra como en Las Guacas son epífitas, con el 41% y 36% del total, respectivamente. En importancia le siguen los árboles, que presentan en

Alto Genagra el 20% y en Las Guacas el 21% de las especies; sin embargo, en Las Guacas, los arbustos son una forma de vida relevante ya que presentan una proporción igual al total de especies de árboles presentes en Alto Genagra. Las especies de arbolitos están mejor representadas en cuanto a número de especies en Las Guacas, pero presentan el mismo valor porcentual en ambos sitios.

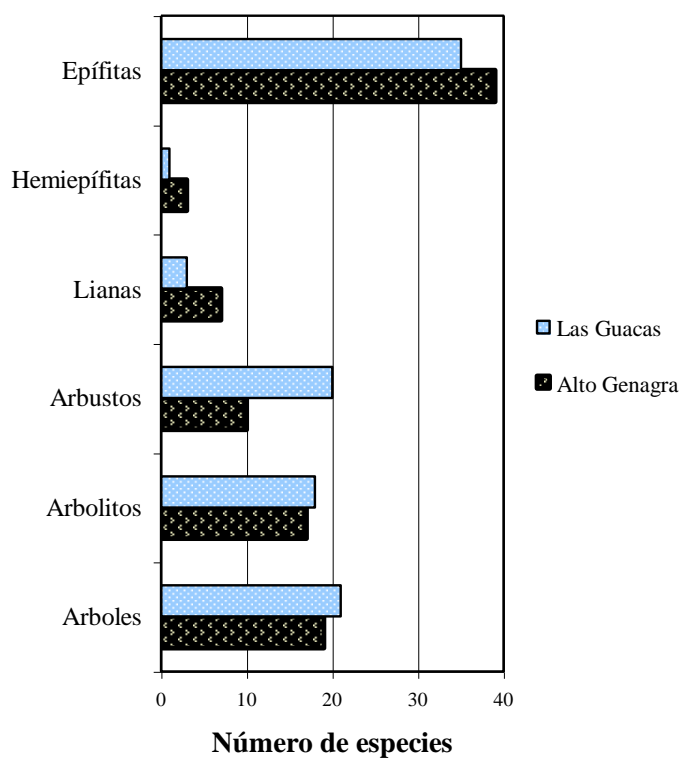


Figura 11. Distribución de la riqueza de especies según las formas de vida en Alto Genagra y Las Guacas.

Aunque la proporción de especies de hemiepífitas y lianas no supera la registrada para otras formas de vida en ninguno de los dos fragmentos de vegetación, éstas sobresalen en la

composición y estructura de los bosques, especialmente para el de Alto Genagra, donde el 7% de las especies son lianas y 3% son hemiepífitas. En tanto que en Las Guacas, éstas dos formas de vida alcanzan sólo el 3% y 1% respectivamente.

En Alto Genagra, las lianas están representadas por 38 individuos que se distribuyen en 4 familias, 6 géneros y 7 especies. Las familias son Apocynaceae, Ericaceae, Malpighiaceae y Marcgraviaceae.

Marcgraviaceae (3 especies y 2 géneros) y Malpighiaceae (2 especies y 2 géneros) son las familias más diversas y *Marcgravia* (2 especies), el género más rico en especies. *Sarcopera anomala* con 11 individuos y *Psammisia columbiensis* Hoer con 10 son las especies más abundantes.

En las Guacas, los 14 individuos de lianas están representados por las familias Apocynaceae, Marcgraviaceae y Malpighiaceae, cada una constituida por un género y una especie.

Hiraea sp1, *Mandevilla sp2* y *Sarcopera anomala* son las tres especies de lianas registradas para este bosque; siendo la primera la más abundante con un total de 11 individuos.

En ambos sitios esta forma de vida aporta menos del 1.5% del área basal total registrada para cada fragmento de vegetación.

Respecto a las hemiepífitas, en Alto Genagra la familia Moraceae es la más diversa con dos especies del género *Ficus*. Clusiaceae es representada por la especie *Clusia sp1* en los dos bosques, sin embargo, en Las Guacas es la única especie y el único individuo de esta forma de vida.

7.1.4 Sotobosque. La vegetación del sotobosque está compuesta principalmente por dos grandes grupos: las plantas que alcanzan su madurez reproductiva en este estrato como es el caso de los Helechos herbáceos y arbustivos, y las hierbas (categoría en la que se incluyen Zingiberales como *Renealmia aromatica*), y aquellas plantas que son temporales o transitorias en él, como las plántulas de árboles, arbustos, bejucos, trepadoras, hemiepífitas y epífitas.

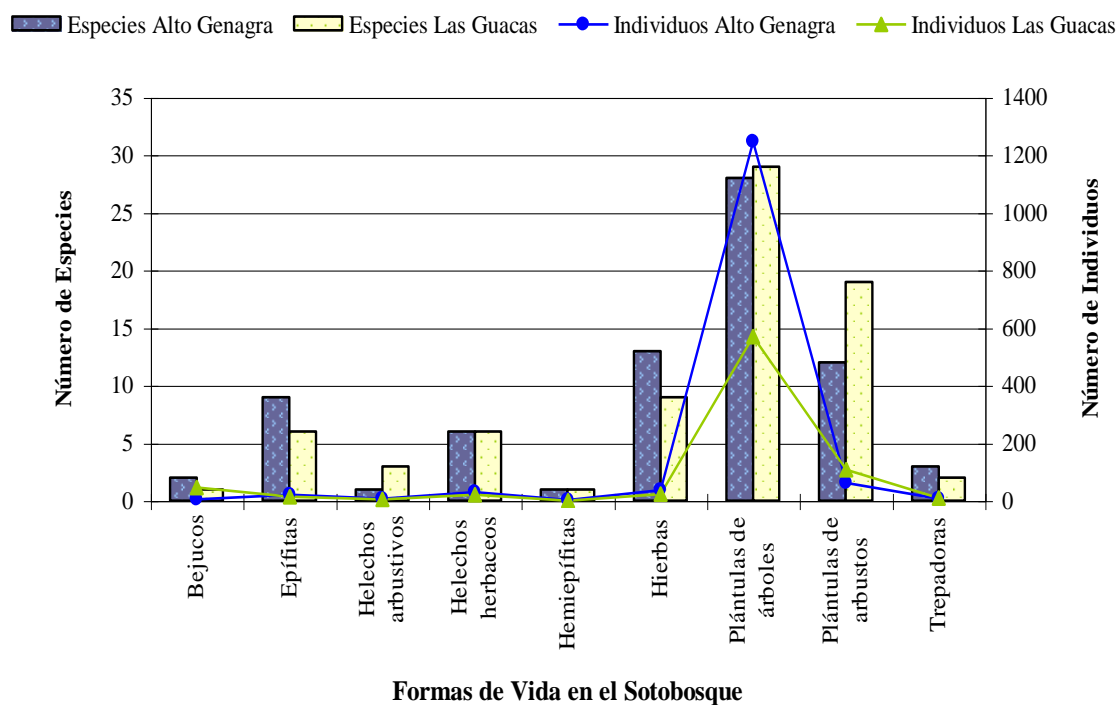


Figura 12. Formas de Vida en el sotobosque de los fragmentos de vegetación de Alto Genagra y Las Guacas.

En 100 m² de muestreo, se registran para el fragmento Alto Genagra un total de 1417 individuos, distribuidos en 35 familias, 55 géneros y 73 especies. De este conjunto de familias, 4 son Pteridofitas, 5 son Monocotiledóneas (Liliopsida) y 26 Dicotiledóneas (Magnoliopsida). En Las Guacas, se presentan 794 individuos, correspondientes a 35 familias, 53 géneros y 76 especies. De la misma manera que en el bosque Alto Genagra se presentan 5 familias de Monocotiledóneas, donde se comparten Araceae, Poaceae, Orchidaceae y Smilacaceae, mientras que se registra un mayor número de familias de Pteridofitas (7).

Es importante resaltar que a pesar de la dificultad de la determinación de las especies en este estrato, se llegó a determinar cerca del 75 % de las especies de cada fragmento.

Para ambos sitios existe una presencia relevante de individuos y especies de plántulas de arbustos y árboles del dosel (Figura 12); sin embargo los dendrogramas de similitud realizados entre sotobosque y estrato arbóreo en cada una de las dos localidades, indican una baja afinidad florística entre ellos (Figura 13 y 14), aunque las Guacas muestra una semejanza mayor (38 %).

La presencia de plántulas de bejucos con un alto número de individuos, es significativa, si se tiene en cuenta que a esta forma de vida la representan pocas o únicas especies, como el caso de *Sarcopera anomala* y *Marcgravia sp1* en Alto Genagra e *Hiraea sp1* en Las Guacas.

Clusia sp1, es la única especie de hemiepífitas registrada en este estrato, mientras que a nivel de epífitas la mayoría de especies registradas en el estrato epifítico, están presentes en el sotobosque aunque con un número bajo de individuos.

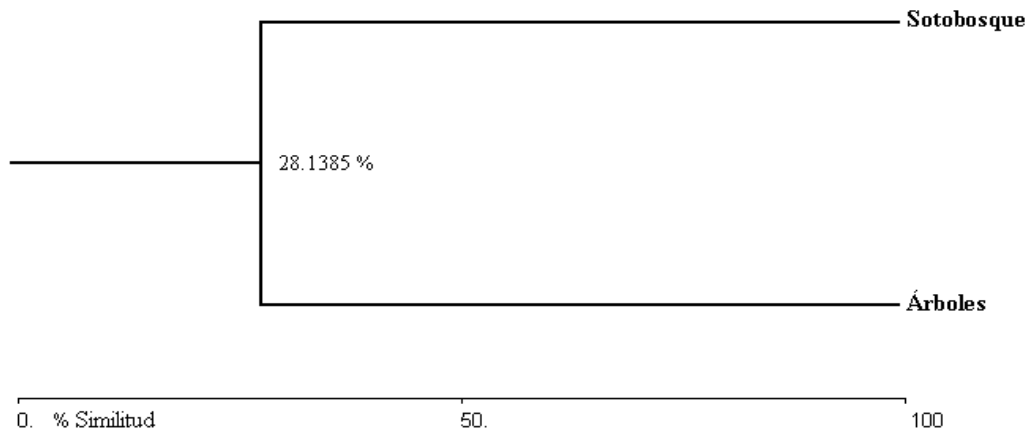


Figura 13. Dendrograma de Similitud florística entre el sotobosque y el estrato arbóreo (individuos con un $DAP \geq 2.5$ cm) del Fragmento de Bosque Alto Genagra.

Lauraceae es la familia con el mayor número de individuos en ambos sotobosques, con el 57.5% del total registrados para Alto Genagra y el 30.7% para Las Guacas. Con la misma proporción de individuos (16.5%), respecto al total de cada bosque, le siguen en importancia Rubiaceae en Alto genagra y Mimosaceae en Las Guacas.

En Alto Genagra la familia más diversa es Araceae con 6 especies, mientras que Lauraceae, Melastomataceae, Piperaceae y Asteraceae presentaron 5 especies.

Las familias más ricas en especies para el Sotobosque de Las Guacas son Araceae, Rubiaceae, Piperaceae y Melastomataceae cada una con 6 especies, seguidas por Lauraceae con 5 especies.

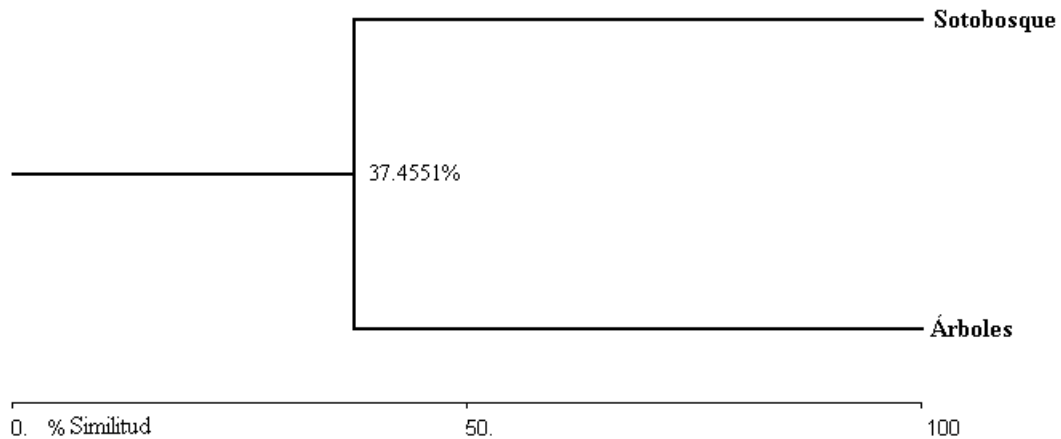


Figura 14. Dendrograma de Similitud florística entre el estrato arbóreo (individuos con un $DAP \geq 2.5$ cm) y el estrato inferior o sotobosque del Fragmento de bosque Las Guacas.

A nivel genérico, la familia más diversa en Alto Genagra es Asteraceae (5 géneros), seguida por las familias Melastomataceae (4 géneros), Araceae y Rubiaceae (3 géneros). En Las Guacas, Asteraceae y Rubiaceae presentaron con 4 géneros la mayor diversidad genérica, seguidas por Euphorbiaceae, Clusiaceae y Melastomataceae, cada una con 3 géneros.

Nectandra (4 especies) es el género más diverso del sotobosque de Alto Genagra. *Anthurium*, *Inga*, *Piper* y *Viburnum* sobresalen por presentar cada uno 3 especies. En Las

Guacas, el género más rico en especies es *Piper* con un total de 6 especies, en importancia le siguen *Anthurium*, *Miconia* y *Nectandra* con 4 especies.

Al igual que en el estrato arbóreo, en el sotobosque se presenta una baja diversidad genérica unida a una alta diversidad específica, como ocurre con familias como Araceae, Lauraceae, Melastomataceae y Piperaceae. Sin embargo, en ambos sitios, Asteraceae representa la excepción a esta generalidad, ya que por cada género presentó una especie.

En ambos sitios, un alto porcentaje de familias presenta un sólo género y una única especie, de tal manera que del total de familias, 35 para el sotobosque de ambos fragmentos de vegetación, el 54.2% y el 71.4%, presentan esta característica en Alto Genagra y Las Guacas, respectivamente.

Orchidaceae está representada por individuos terrestres de las especies *Erythrodes major* L. y *Malaxis adicola* (Ridl.) Kuntze, para Alto Genagra y las Guacas, respectivamente.

7.2. ESTRUCTURA

7.2.1 Estructura arbórea. En las figuras 15 y 16 se presentan los perfiles de vegetación de los fragmentos de bosque en estudio, con el fin de tener una aproximación más real de la distribución vertical y horizontal de las especies e individuos a lo largo de 25 metros.

7.2.1.1 Altura Total y Distribución vertical. Alto Genagra y Las Guacas presentan una altura total promedio muy similar, con la mayoría de individuos entre 7.5 m y 8 m (Tabla

3), sin diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Significancia de Mann - Withney (Tabla 4). Sin embargo Alto Genagra presenta una mayor proporción de árboles de bajo porte según la mediana y Las Guacas muestra un mayor rango de variación denotando una mejor estructuración vertical.

Fragmentos de vegetación	Media	Mediana	Desviación Estandar	Mínimo	Máximo
Alto Genagra	7.52	6	4.54	2	25
Las Guacas	7.99	5.5	5.4989	2	25

Tabla 3. Estadística descriptiva para la variable Altura Total.

La altura total del dosel en ambos sitios es de 25 metros y conforme a lo que se visualiza en la figura 17 los individuos con esta altura o superiores a 20 metros (caso Alto Genagra), representan los datos extremos al interior de cada bosque.

En Alto Genagra se denota una baja homogeneidad del dosel, principalmente por presentar un mayor número de árboles con valores extremos o emergentes entre 20 y 25 metros de alto, de especies como *Alchornea latifolia* Sw., *Cinnamomum triplinerve* (Ruiz & Pav.) Kosterm., *Nectandra umbrosa* Mez, *Cecropia angustifolia* y *Nectandra reticulata*. En Las Guacas, ya que existe mejor estructuración, los individuos arbóreos con valores extremos fueron solamente dos, correspondientes a *Clethra fagifolia* Kunth y *C. triplinerve* con 25 metros de alto.

Figura 15. Estructura vertical y Proyección horizontal de las copas (individuos $DAP \geq 2.5$ cm) del fragmento de bosque Alto Genagra.

Figura 16. Estructura vertical y Proyección horizontal de las copas (individuos $DAP \geq 2.5$ cm) del fragmento de bosque Las Guacas.

Variable	Altura Total	DAP	Cobertura
Significancia	0.688	0.046	0.07

Tabla 4. Prueba Mann - Withney aplicada a las variables estructurales Altura Total, DAP y Cobertura, tomadas en los dos fragmentos de vegetación.

En la figura 17 también es posible observar que aunque Las Guacas presenta el menor número de casos extremos, esto no incide sobre los promedios finales de media y mediana, por el contrario, la estructuración más compleja de sus individuos permite que estos datos tiendan a ser mayores y se denote una mayor amplitud en el rango intercuartílico.

La distribución vertical en las dos localidades permite reconocer la existencia de tres estratos, conformados cada uno por arbustos, arbolitos y árboles del dosel (Figura 18 y 19).

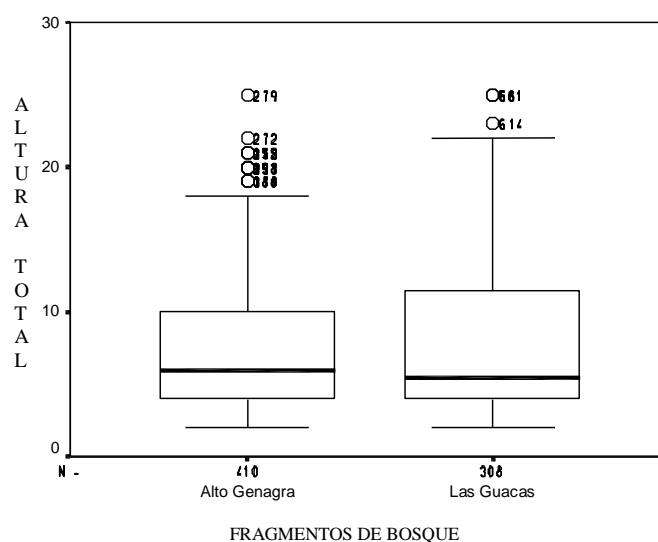


Figura 17. Diagrama de cajas y bigotes para la variable altura total.

En los dos sitios se presenta mayor concentración de individuos, especies y especies exclusivas (especies que sólo permanecen en un estrato) en el estrato arbustivo (2 - 5 m). Sin embargo, en Alto Genagra este estrato (39.96 %) es muy semejante al estrato subarbóreo (38.17%), mientras que en Las Guacas hay una diferenciación marcada entre estratos, y un patrón de disminución notoria de individuos, especies y especies exclusivas a medida que se asciende en altura.

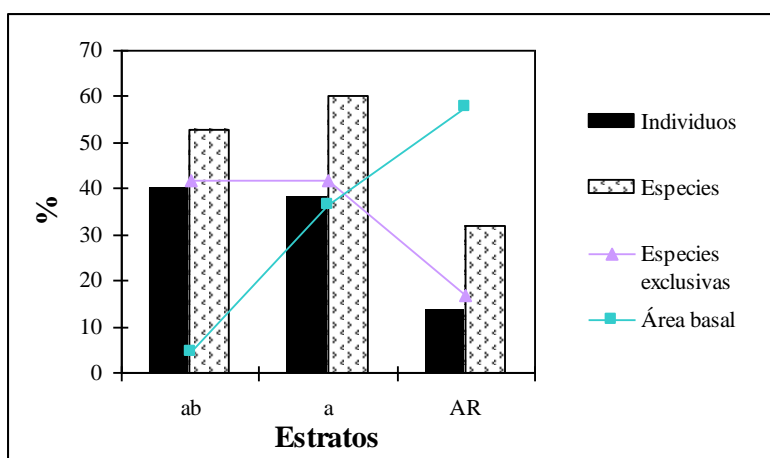


Figura 18. Distribución vertical de individuos, especies, especies exclusivas (presentes solamente en uno de los estratos) y área basal en estratos de altura en Alto Genagra.

Alto Genagra presenta en los dos primeros estratos más del 50% del total de especies registradas y de éstas, diez son exclusivas para cada estrato. Algunas de estas especies para el estrato arbustivo son: *Chrysoclamis dependens*, *Cybianthus poeppigii* Mez, *Inga punctata* Willd, *Ficus sp1* (CAC 373) y *Ficus sp2* (CAC423); y para el subarbóreo: *Mauria heterophylla* Kunth, *Ficus caucana* Dugand, *Nectandra lineata* (Kunth) Rohwer y *Geissanthus sp1* (CAC 397). Cuatro especies son exclusivas del estrato arbóreo inferior:

Hyeronima macrocarpa Muell.Arg, *Inga psittacorum* L.Uribe, *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br. ex Roem.& Shult y *Heliocarpus americanus*.

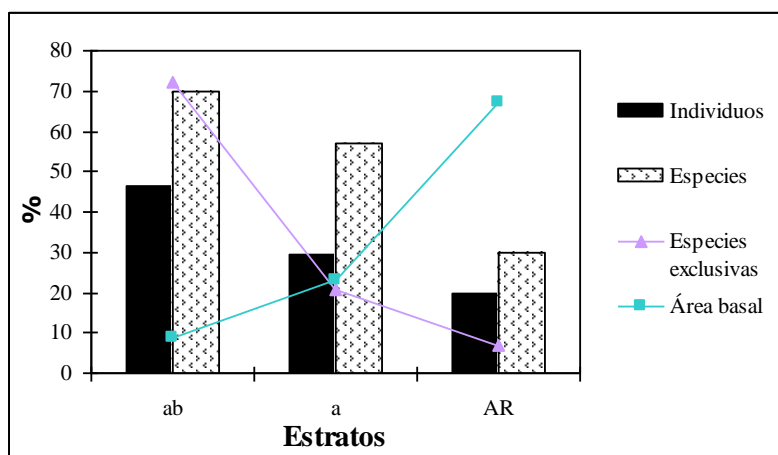


Figura 19. Distribución vertical de individuos, especies, especies exclusivas y área basal en estratos de altura en Las Guacas.

Ocho especies se presentan en todos los estratos de Alto Genagra, aunque con predominio por alguno de ellos. *Palicourea thyrsoiflora* (Ruiz. & Pav.) DC. es más abundante en el estrato arbustivo, mientras que *Miconia caudata* Tr. & Pl y *Lacistema aggregatum* (P.J. Bergius.) Rusby se localizan con preferencia en el estrato subarbóreo. *C. triplinerve*, *N. reliculata*, *A. latifolia*, *Nectandra acutifolia* (R &P) Mez y *Myrcia fallax* (Rich) D.C sobresalen en el arbóreo inferior.

Quercus humboldtii Bonpl. se presenta en todos los estratos pero con una abundancia muy baja.

Xylosma sp1 (CAC 470), *Miconia notabilis*, *Hedyosmun racemosum* (R&P) G. Don. *Meriania speciosa* (Bonpl.)Naud. y *Psychotria sp1* (CAC 326) son especies ausentes en el estrato arbóreo inferior, pero comunes para los estratos subarbóreo y arbustivo; presentándose con mayor abundancia en este último.

Existen otras especies que se encuentran tanto en el estrato subarbóreo como en el arbóreo inferior y denotan una importancia mayor en éste, como por ejemplo *Cecropia angustifolia* *Inga longispica* Standley y *Clusia cylindrica* Hammel.

En Las Guacas el estrato arbustivo concentra cerca del 47 % del total de especies registradas y 21 especies exclusivas. Entre ellas se distinguen: *Cnemidaria horrida* (L.) C. Presl, *Nectandra sp1* (CAC 478), *Bunchosia armeniaca* (Cuatr.) DC., *Prestoea acuminata* (Willd) H. E Moore, *Cinchona pubescens* Vahl y *Psychotria sp1* (CAC 326).

L. aggregatum, *M. coriacea*, *Ficus andicola* Standley y *Oreopanax sp1* (CAC 598) se encuentran únicamente en el estrato subarbóreo y solamente *N. umbrosa* y *Nectandra sp2* (CAC 492) son exclusivas del estrato arbóreo inferior. En general en este bosque como en Alto Genagra las especies exclusivas muestran muy baja densidad y frecuencia (ver más adelante frecuencia y densidad de las especies).

Al igual que en Alto Genagra, en las Guacas se distinguen ocho especies por estar distribuidas en todos los estratos, y aunque la mayoría son especies compartidas entre las dos localidades, éstas se presentan con algunas diferencias en su abundancia y relevancia al interior de cada uno de ellos. *Gutteria goudotiana* Triana & Planch y *Cinnamomum*

triplinerve (Ruiz & Pav.) Kosterm son las especies más abundantes del estrato arbóreo inferior, y con una importancia menor, tanto al interior del estrato como si se compara su presencia con Alto Genagra, son seguidas por *A. latifolia*, *N. acutifolia* y *C. angustifolia*.

Hyeronima macrocarpa Muell.Arg. y *Miconia caudata* Tr. & Pl se presentan en los tres estratos, pero su mayor importancia la muestran en el estrato subarbóreo. *Nectandra lineata* (Kunth) Rohwer también está en los tres estratos pero con una representación mínima al interior de cada uno.

Especies como *Clethra fagifolia* Kunth, *Inga coruscans* Humb & Bonpl. Ex Willd *Guettarda sp1* (CAC 482) y *Q. humboldtii* se encuentran en el estrato subarbóreo como en el estrato arbóreo inferior, sin embargo son más relevantes en este último. En tanto que *Cyathea sp2* (CAC 564), *Miconia aff acuminifera* y *Elaeagia sp1* (CAC 435) son comunes para el arbustivo y el subarbóreo, pero con una distinción mayor en el primero.

7.2.1.2 Diámetro a la Altura del Pecho y Distribución horizontal. En cuanto a la variable DAP, los dos bosques muestran que el promedio de diámetro de los individuos está entre 10 y 11 cm; a pesar de existir diferencias significativas entre ellos (Tabla 4) determinadas especialmente por su distribución.

Las Guacas presenta un mayor número de individuos con tamaño mayor (mediana) que Alto Genagra y es posible inferir que la media de éste último es afectada por el mayor número y valor de datos extremos (Tabla 5). Las Guacas muestra una desviación de los

datos más alta, lo que permite precisar que la diversidad diamétrica es mayor y que por lo tanto es un bosque más maduro y estructurado en cuanto a esta variable.

Fragmentos de vegetación	Media	Mediana	Desviación Estandar	Mínimo	Máximo
Alto Genagra	10.17	5.73	10.2672	2.55	82.13
Las Guacas	11.18	6.8	11	2.55	76.39

Tabla 5. Estadística descriptiva para la variable Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)

En el diagrama de cajas y bigotes realizado para la variable DAP se aprecia que ambos bosques se centran hacia valores bajos, y que Alto Genagra presenta un mayor número de datos extremos (Figura 20).

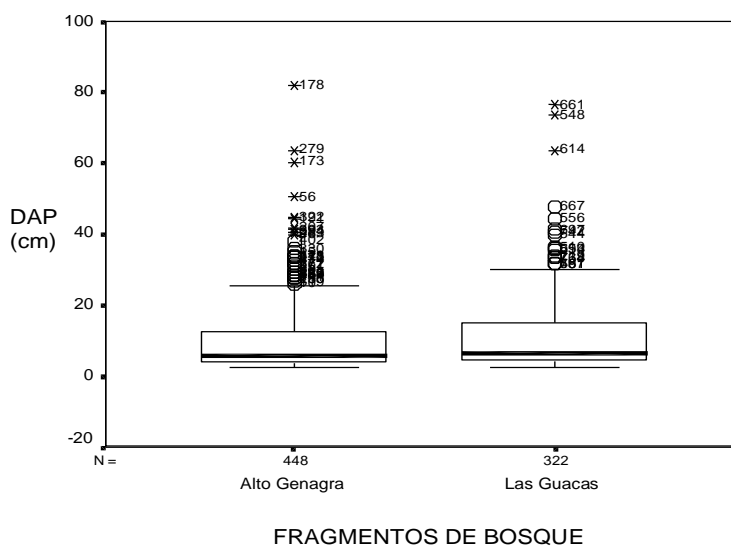


Figura 20. Diagrama de cajas y bigotes para la variable DAP.

Para las dos localidades coincide que los individuos con valores extremos de DAP son también aquellos que presentan las mayores alturas y coberturas. En Alto Genagra la mayoría de individuos con valores extremos de diámetro (entre 50 y 82.13 cm) pertenecen a la especie *Alchornea latifolia*. En las Guacas los datos extremos se agrupan en un rango menor que Alto Genagra, mostrando más homogeneidad. Los mayores diámetros los presentan *Cinnamomum triplinerve* (76.39 cm), *Quercus humboldtii* (73.47) y *Clethra fagifolia* (63.66 cm).

Árboles con tallo múltiple se registran en ambos bosques, con mejor representación en Alto Genagra, ya que del total de individuos muestreados para este fragmento, 58 (13%) presentan más de un tallo a la altura del pecho, distribuidos en 20 especies (36%); en tanto que en Las Guacas sólo se encuentran 27 individuos (8%) y 14 especies (22%) (ANEXO D).

El mayor porcentaje de individuos con tallo múltiple en los bosques lo muestran especies arbustivas (37 % en Alto Genagra y 81 % en Las Guacas) como *Psychotria sp1* (CAC 326) y *Palicourea thyrsoiflora* (Ruiz. & Pav.) DC. en Alto Genagra, y *Besleria solanoides* Kunth, *Palicourea heterochroma* K. Schum. & K. Krause y *Piper hartwegianum* (Benth) C. DC. en Las Guacas.

Aunque la abundancia de tallos múltiples en especies arbóreas es mayor en Alto Genagra (28%), correspondientes especialmente a individuos de *A. latifolia*, comparada con Las Guacas donde sólo un individuo de *Q. humboldtii* muestra esta característica (4%); en las

dos localidades estos individuos son los árboles de mayor diámetro y se expresan como datos extremos con respecto al grupo total de individuos.

La distribución horizontal de los individuos en clases de DAP muestra en los dos sitios un comportamiento que se adapta a una curva en forma de J invertida, contrario a lo que sucede con la curva de distribución del área basal (Figura 21 y 22).

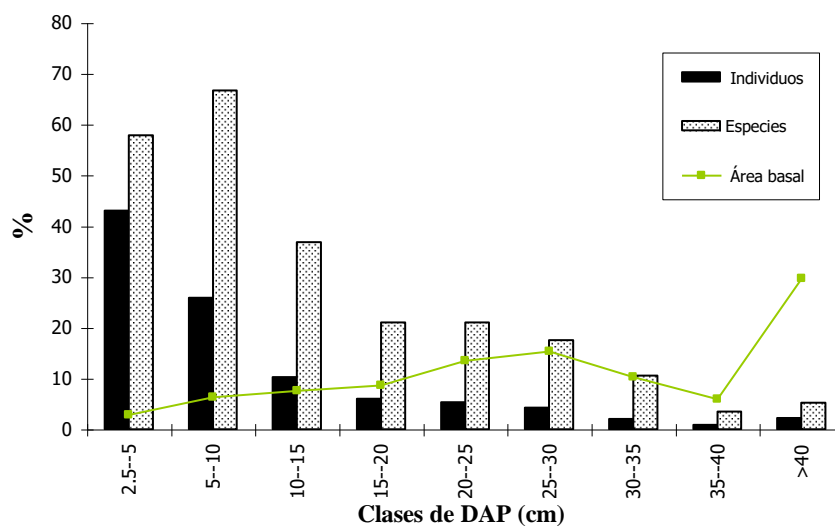


Figura 21. Distribución de individuos ($DAP \geq 2.5$ cm), especies y área basal en clases de DAP para el fragmento de vegetación Alto Genagra.

Los árboles de la clase de diámetro más pequeña (2.5 - 5 cm) son los más abundantes y más ricos en especies en los dos fragmentos de vegetación, seguidos por los que se agrupan en la clase de 5 a 10 cm de DAP.

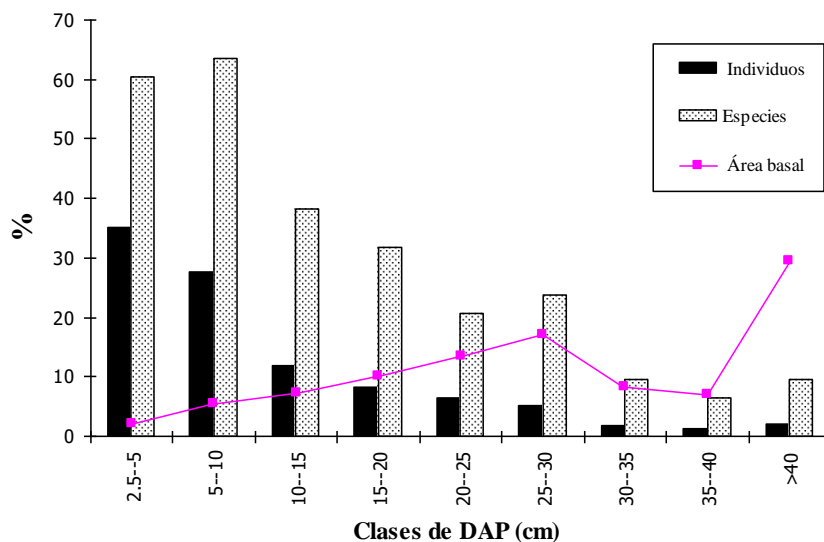


Figura 22. Distribución de individuos ($DAP \geq 2.5$ cm), especies y área basal en clases de DAP para el fragmento de vegetación Las Guacas.

El número de individuos y especies disminuye en ambos bosques a partir de la clase de diámetro de árboles de tamaño medio (20 - 25 cm). En las clases diamétricas superiores a 30 cm, se denota que en Alto Genagra el número de individuos por especie es mucho mayor, mientras que en Las Guacas las proporciones son altamente similares, de tal forma que para cada individuo corresponde una especie.

Tanto en Alto Genagra como en Las Guacas, la clase diamétrica entre 35 y 40 cm de DAP, es la menos representativa, mostrando el menor número de individuos, especies y por consiguiente la que menos aporta al área basal total de los bosques en estudio.

La distribución del área basal presenta un ascenso continuo hasta la clase entre 20 y 25 cm de DAP; posteriormente experimenta un pico en la clase diamétrica entre 25 - 30 cm y un descenso gradual para las siguientes dos clases. Aunque los árboles con $DAP \geq 40$ cm están constituidos por un porcentaje no superior al 2.5% (10 individuos en Alto Genagra y 7 en Las Guacas) del total de los individuos registrados para los dos sitios, tienen más del doble del área basal de cualquier otra clase de diámetro con un número mayor de individuos.

Del mismo modo, en la distribución vertical de los individuos en ambos fragmentos, se denota que el área basal incrementa a medida que los árboles presentan una altura mayor, mostrando la concentración más alta en el estrato arbóreo inferior, donde se ubican los árboles de alto porte.

7.2.1.3 Cobertura. De acuerdo a la prueba de significancia de Mann - Withney (Tabla 4), no existen diferencias significativas para la variable cobertura entre los bosques.

Es notorio que la mayoría de los individuos de las dos localidades presentan diámetros medios de copa entre 9 y 10 m² y que Alto Genagra muestra un amplio rango de variabilidad (datos mínimos y máximos) que originan una mayor desviación estandar, la cual posiblemente refleja el estado de heterogeneidad estructural en cuanto a la cobertura de las copas de los individuos (Tabla 6).

En la figura 23 se aprecia con claridad que el bosque Alto Genagra presenta un gran conjunto de datos extremos muy dispersos que le proporcionan una alta variabilidad y

heterogeneidad, mientras que en las Guacas, hay un número medio de individuos extremos que se agrupan uniformemente entre 40 y 50 m² de cobertura.

Fragmentos de vegetación	Media	Mediana	Desviación Estandar	Mínimo	Máximo
Alto Genagra	9.7	3.765	15.2679	0.41	129.63
Las Guacas	10.25	4.83	11.63	0.39	53.90

Tabla 6. Estadística descriptiva para la variable cobertura.

Los individuos con valores más altos de cobertura en Alto Genagra están representados por las especies *Alchornea latifolia* (129.63 m²), *Nectandra acutifolia* (98.7 m²) *Quercus humboldtii* (86.06 m²), *Clusia cylindrica* (78.54 m²) e *Inga longispica* (70.56 m²).

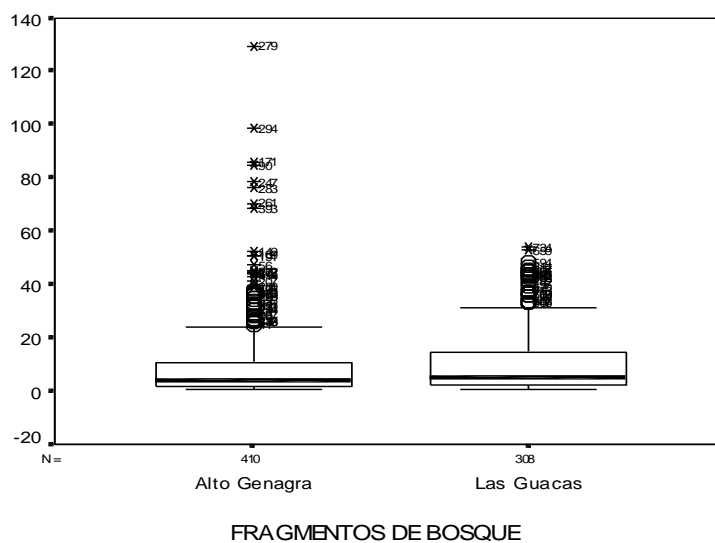


Figura 23. Diagrama de cajas y bigotes para la variable Cobertura.

En Las Guacas los valores extremos presentan cerca del 50% menos de cobertura que los encontrados en Alto genagra. El dato más extremo corresponde a la especie *Guettarda sp1* (CAC 482) con 53.9 m²; seguido en importancia por *Inga coruscans* Humb & Bonpl. Ex Willd, *Nectandra lineata* (Kunth) Rohwer y *Clethra fagifolia* Kunth.

7.2.1.4 Índice de Predominio fisonómico (IPF). Las 10 especies más dominantes para los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas, con base al espacio o proyección que ocupan sobre el terreno, se muestran en la tabla 7.

La especie *Alchornea latifolia* sobresale en Alto Genagra especialmente por presentar los mayores valores de cobertura y área basal. En importancia le siguen las dos especies arbustivas representantes de la familia Rubiaceae cuya particularidad es dominar el terreno debido a la mayor cantidad de individuos.

En Las Guacas, *Cinnamomun triplinerve* muestra el mayor índice de predominio, seguido por *Hyeronima macrocarpa* y *Clethra fagifolia* cuyos altos valores son otorgados principalmente por el área basal de sus individuos. En este bosque las especies con densidades relativas altas, como *P. heterocroma*, ceden el predominio fisonómico a las especies con mayor valor de dominancia.

Quercus humboldtii llega a ser importante fisonómicamente en ambos bosques (séptimo lugar en las dos localidades) debido a sus frondosas copas y áreas basales considerables con respecto a los demás individuos, especialmente si se tiene en cuenta que es una especie con baja densidad.

ALTO GENAGRA					LAS GUACAS				
ESPECIE	Dr	Cob. r	Dor	IPF	ESPECIE	Dr	Cob. r	Dor	IPF
<i>Alchornea latifolia</i>	13.17	31.64	49.76	94.58	<i>Cinnamomum triplinerve.</i>	6.83	8.40	13.65	28.88
<i>Psychotria spl</i>	17.41	5.12	1.27	23.81	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	6.21	6.88	7.63	20.72
<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	12.28	5.57	2.72	20.56	<i>Clethra fagifolia</i>	2.48	6.85	10.76	20.09
<i>Nectandra acutifolia</i>	2.23	6.48	5.33	14.04	<i>Guatteria goudotiana</i>	3.42	6.30	6.86	16.57
<i>Myrcia fallax</i>	4.02	4.79	4.65	13.46	<i>Palicourea heterochroma</i>	9.63	3.01	1.84	14.48
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	2.46	3.62	3.02	9.10	<i>Alchornea latifolia.</i>	3.73	4.81	5.61	14.14
<i>Quercus humboldtii</i>	1.34	4.41	2.99	8.75	<i>Quercus humboldtii</i>	0.93	3.68	9.01	13.62
<i>Nectandra reticulata</i>	1.79	3.08	3.67	8.54	<i>Miconia aff acuminifera</i>	6.83	3.83	2.05	12.71
<i>Inga longispica</i>	1.34	3.89	2.58	7.82	<i>Nectandra lineata</i>	2.17	4.36	4.32	10.85

Tabla 7. Especies con el mayor IPF para los bosques Alto Genagra y Las Guacas.

7.2.1.5 Densidad y Frecuencia. En Alto Genagra las especies más abundantes son los arbustos *Psychotria sp1* (CAC 326) y *Palicourea thyrsoiflora*, y el árbol *Alchornea latifolia*, los cuales retienen en conjunto el 43% de la densidad relativa total (Tabla 8). En las Guacas los árboles más abundantes son *C.triplinerve* y *H. macrocarpa*, y los arbustos *Palicourea heterochroma* y *Miconia aff acuminifera*, los cuales acumulan cerca del 14 % y 17% del total, respectivamente.

ALTO GENAGRA			LAS GUACAS		
ESPECIE	No. Ind.	Dr	ESPECIE	No. Ind.	Dr
<i>Psychotria sp1</i> (CAC 326)	78	17.41	<i>Palicourea heterochroma</i>	31	9.63
<i>Alchornea latifolia</i>	59	13.17	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	22	6.83
<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	55	12.28	<i>Miconia aff acuminifera</i>	22	6.83
<i>Lacistema aggregatum</i>	19	4.24	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	20	6.21
<i>Myrcia popayanensis</i>	18	4.02	<i>Alchornea latifolia</i>	12	3.73
<i>Miconia caudata</i>	15	3.35	<i>Miconia caudata</i>	12	3.73
<i>Miconia notabilis</i>	15	3.35	<i>Guatteria goudotiana</i>	11	3.42
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	11	2.46	<i>Cyathea sp2</i> (CAC 564)	11	3.42
<i>Sarcopera anomala</i>	11	2.46	<i>Hiraea sp1</i> (CAC 459)	11	3.42

Tabla 8. Especies más abundantes de los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas.

Es importante resaltar la alta densidad de las especies de lianas *Sarcopera anomala* (Marcgraviaceae) para el fragmento Alto Genagra e *Hiraea sp1* (CAC 459) (Malpighiaceae) para Las Guacas, ya que ambas especies sobresalen por el alto número de individuos en relación con muchas especies arbóreas.

Más del 80% de las especies registradas para ambos fragmentos de vegetación presentan una densidad relativa baja, con valores inferiores a 3.

ALTO GENAGRA		LAS GUACAS	
ESPECIE	Fr	ESPECIE	Fr
<i>Alchornea latifolia</i>	6.33	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	5.11
<i>Palicourea thyrsoflora</i>	6.33	<i>Miconia aff acuminifera</i>	4.55
<i>Psychotria sp1 (CAC 326)</i>	5.70	<i>Palicourea heterochroma</i>	4.55
<i>Miconia caudata</i>	4.43	<i>Nectandra lineata</i>	3.98
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	3.80	<i>Miconia caudata</i>	3.98
<i>Nectandra acutifolia</i>	3.80	<i>Cyathea sp2 (CAC 564)</i>	3.41
<i>Marcgravia sp1</i>	3.80	<i>Alchornea latifolia</i>	3.41
<i>Miconia notabilis</i>	3.80	<i>Piper hartwegianum</i>	3.41
<i>Myrcia fallax</i>	3.80	<i>Guatteria goudotiana</i>	2.84
<i>Hedyosmum racemosum</i>	3.16	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	2.84

Tabla 9. Especies más frecuentes de los fragmentos de bosque Alto Genagra y Las Guacas.

Aunque en un orden de importancia distinto, en cada uno de los bosques las especies con mayor densidad también presentan una alta frecuencia relativa.

En la tabla 9 se muestran las especies más frecuentes en los dos bosques en estudio. De ellas, es importante resaltar la alta frecuencia de *Miconia caudata*, especie afín a los dos sitios; así como la de algunas especies del género *Nectandra*. En Las Guacas *A. latifolia* tiene igual frecuencia que el helecho arbóreo *Cyathea sp2 (CAC 564)*, cuya presencia en la parte media del bosque es bastante conspicua.

Para ambos fragmentos el número de especies raras fue alto, teniendo en cuenta que en Alto Genagra el 20 % de las especies y en Las Guacas el 32%, se presentan solamente una vez en uno de los transectos, representadas por un único individuo (ANEXO E).

A la baja densidad y frecuencia de las algunas especies, se adiciona que son exclusivas para un rango de altura y que la mayoría son también exclusivas para el fragmento de vegetación. Este es el caso de los arbustos *Chrysoclamys dependens* e *Inga psittacorum* L.Uribe, y la hemiepífita *Ficus sp1* (CAC 373) para Alto Genagra; y los arbustos *Cnemidaria horrida* (L.) C.Presl, *Nectandra sp1*(CAC 478), *Bunchosia armeniaca* (Cuatr.) DC. y *Prestoea acuminata* (Willd) H. E Moore, en Las Guacas.

Viburnum glabratum Kunth y *Piper aduncum* L., especies compartidas entre los bosques en estudio, son registradas una sola vez en ambos sitios.

7.2.1.6 Dominancia. En Alto Genagra el área basal total es de 7343.22 m² y en Las Guacas 6138.90 m². La especie con mayor área basal, en Alto Genagra, es *A. latifolia* con un 49.7% del total registrado. A esta especie le siguen en importancia *Nectandra acutifolia* (5.3%) y *Myrcia fallax* (4.6%). Mientras que en Las Guacas las cuatro especies más dominantes (Tabla 10) acumulan el 41 % del área basal total.

Las familias dominantes en Alto Genagra son Euphorbiaceae (49.76%) y Lauraceae (14.04 %). En el fragmento Las Guacas, Lauraceae con el 25.66% presenta la mayor dominancia, seguida por Clethaceae (10.76%), Euphorbiaceae (13.24 %, con dos especies, a diferencia de Alto Genagra) y Annonaceae (6.86 %).

ALTO GENAGRA			LAS GUACAS		
FAMILIA	ESPECIE	Dor	FAMILIA	ESPECIE	Dor
Euphorb.	<i>Alchornea latifolia</i>	49.76	Laurac.	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	13.65
Laurac.	<i>Nectandra acutifolia</i>	5.33	Clethr.	<i>Clethra fagifolia</i>	10.76
Myrt.	<i>Myrcia fallax</i>	4.64	Fagac.	<i>Quercus humboldtii</i>	9.01
Cecrop.	<i>Cecropia angustifolia</i>	3.69	Euphorb.	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	7.63
Laurac.	<i>Nectandra reticulata</i>	3.67	Annon.	<i>Guatteria goudotiana</i>	6.86
Laurac.	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	3.02	Euphorb.	<i>Alchornea latifolia</i>	5.61
Fagac.	<i>Quercus humboldtii</i>	2.99	Laurac.	<i>Nectandra umbrosa</i>	4.50
Rubi.	<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	2.72	Laurac.	<i>Nectandra lineata</i>	4.32
Mimos.	<i>Inga longispica</i>	2.58	Rubi.	<i>Guettarda sp1(CAC 482)</i>	3.54
Laurac.	<i>Nectandra umbrosa</i>	2.01	Laurac.	<i>Nectandra acutifolia</i>	3.20
Guttif.	<i>Clusia cylindrica</i>	1.77	Guttif.	<i>Clusia discolor</i>	3.10

Tabla 10. Especies con los mayores valores de dominancia relativa en Alto Genagra y Las Guacas.

7.2.1.7 Índice de Valor de Importancia (IVI). Las especies con la mayor importancia ecológica son *Alchornea latifolia* (69.26) para Alto Genagra y *Cinnamomum triplinerve* (25.59) para Las Guacas. Los altos valores de IVI de éstas especies se deben a que son abundantes, frecuentes y además presentan también el mayor predominio fisonómico. En la tabla 11 se listan las especies que para cada sitio cuentan con los valores más altos del índice de importancia.

En Alto Genagra se presenta una gran diferencia entre la especie con mayor índice de importancia y las que le siguen; mientras que en Las Guacas, aunque el dominio es de *C.triplinerve*, la importancia de las especies reduce de manera gradual, es decir, se aprecia una mayor equidad.

ALTO GENAGRA					LAS GUACAS				
ESPECIE	Dr	Fr	Dor	IVI	ESPECIE	Dr	Fr	Dor	IVI
<i>Alchornea latifolia</i>	13.17	6.33	49.76	69.26	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	6.83	5.11	13.65	25.59
<i>Psychotria sp1</i>	17.41	5.70	1.27	24.38	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	6.21	2.84	7.63	16.69
<i>Palicourea thyrsoflora</i>	12.28	6.33	2.72	21.33	<i>Palicourea heterochroma</i>	9.63	4.55	1.84	16.01
<i>Myrcia fallalx</i>	4.02	3.80	4.65	12.46	<i>Clethra fagifolia</i>	2.48	1.70	10.76	14.95
<i>Nectandra acutifolia</i>	2.23	3.80	5.33	11.36	<i>Miconia aff acuminifera</i>	6.83	4.55	2.05	13.42
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	2.46	3.80	3.02	9.28	<i>Guatteria goudotiana</i>	3.42	2.84	6.86	13.12
<i>Miconia caudata</i>	3.35	4.43	1.31	9.08	<i>Alchornea latifolia</i>	3.73	3.41	5.61	12.75
<i>Miconia notabilis</i>	3.35	3.80	0.53	7.67	<i>Quercus humboldtii</i>	0.93	1.70	9.01	11.64
<i>Lacistema aggregatum</i>	4.24	2.53	0.84	7.62	<i>Nectandra lineata</i>	2.17	3.98	4.32	10.47
<i>Nectandra reticulata</i>	1.79	1.90	3.68	7.36	<i>Miconia caudata</i>	3.73	3.98	1.48	9.19

Tabla 11. Especies arbóreas (DAP ≥ 2.5) con el mayor Índice de valor de importancia en Alto Genagra y Las Guacas.

7.2.2. Estructura del Sotobosque

7.2.2.1 Distribución vertical y horizontal. El sotobosque del fragmento Las Guacas presenta un mayor número de individuos de porte más alto que aquellos presentes en Alto Genagra, con una altura promedio de 39 cm (Tabla 12). Ambos fragmentos de vegetación muestran el mismo rango de variación (datos mínimo y máximo), sin embargo la diferencia significativa encontrada para esta variable entre los sitios (Tabla 13), se debe especialmente a que en Alto Genagra muchos individuos presentan datos extremos de altura cercanos o iguales a 150 centímetros, que posiblemente ejercen un incremento sobre la media, ya que la mediana denota que en conjunto los individuos del sotobosque tienen alturas bajas.

Los individuos con valores extremos de altura en Alto Genagra son un grupo mayor que se presentan a partir de los 90 cm, mientras que en Las Guacas, éstos tienen alturas superiores

a 110 cm y se muestran como una aglomeración más pequeña. De esta forma en Las Guacas el rango intercuartílico es mayor que Alto Genagra y el sotobosque es más homogéneo y estructurado (Figura 24).

Fragmentos de vegetación	Media	Mediana	Desviación Estandar	Mínimo	Máximo
Alto Genagra	34.077	25	27.31	3	150
Las Guacas	38.95	29	30.27	3	150

Tabla 12. Estadística descriptiva para la variable Altura Total de los individuos del sotobosque de Alto Genagra y Las Guacas.

En Alto Genagra la mayoría de los individuos determinados como extremos, pertenecen a la especie *Psychotria sp1*, con valores de 150 cm de altura. En importancia le siguen individuos de *N. lineata*, *I. longispica* y *M. caudata*.

Variable	Altura Total	Cobertura
Significancia	0.000	0.006

Tabla 13. Prueba de significancia Mann - Whitney para las variables Altura Total y Cobertura registradas en el sotobosque de Alto Genagra y las Guacas.

La evaluación de la distribución horizontal de las plántulas y de la importancia de los individuos en la estructura del sotobosque tiene en cuenta la variable cobertura de copa.

Ésta variable no presenta diferencias significativas entre los sitios (Tabla 13), pero de acuerdo a la estadística descriptiva, en Las Guacas los diámetros de copa tienden a ser mayores, especialmente por los valores de media y mediana (Tabla 14). Así mismo, el sotobosque en Las Guacas posiblemente presenta mayor diversidad de tamaños (desviación estandar) y alta homogeneidad en la cubierta, teniendo en cuenta que hay individuos de alto porte con valores muy extremos de cobertura (Figura 25).

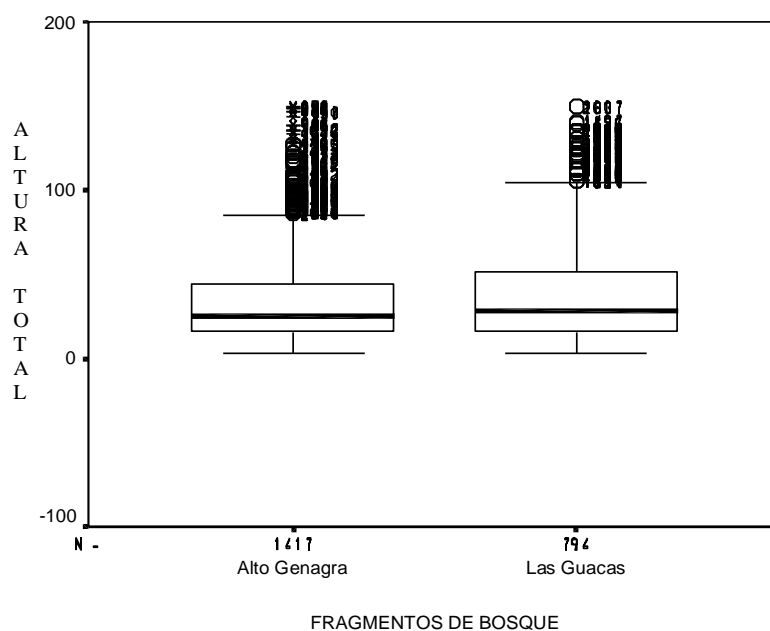


Figura 24. Diagrama de cajas y bigotes para la variable altura total en el sotobosque de Alto Genagra y Las Guacas.

En Alto Genagra, al igual que con la variable altura total, la mayoría de individuos con datos extremos de cobertura pertenecen a la especie *Psychotria sp1*. En ambos sitios, especies de Pteridophyots sobresalen en el sotobosque por presentar valores muy altos de

cobertura, entre ellos *Polystichum moritzianum* (Klotzsch) Hieron (3360 cm²) en Alto Genagra y *Cnemidaria horrida* (L.) C.Presl que con 6000 cm², es en las Guacas la especie con el valor más extremo de cobertura.

Fragmentos de vegetación	Media	Mediana	Desviación Estandar	Mínimo	Máximo
Alto Genagra	270.77	104	497.74	0.25	4860
Las Guacas	311.92	134	555.310	1	6000

Tabla 14. Estadística descriptiva para la variable cobertura de los individuos del sotobosque en Alto Genagra y Las Guacas.

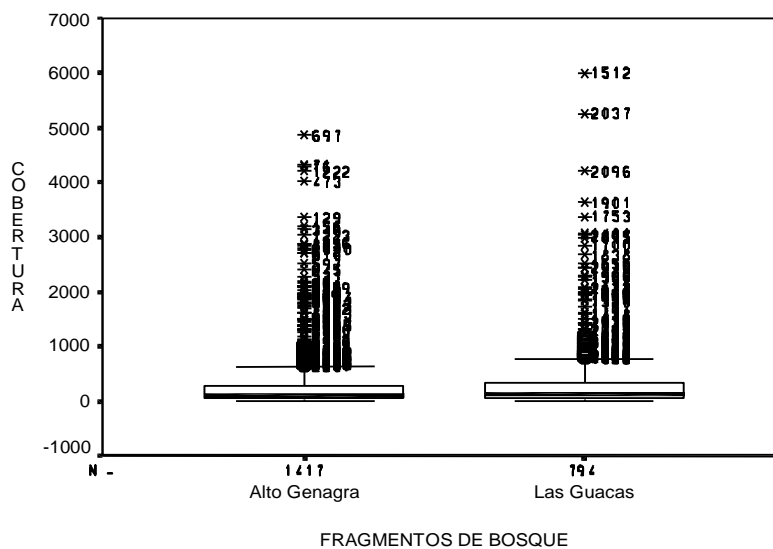


Figura 25. Diagrama de cajas y bigotes para la variable cobertura para los individuos del sotobosque en Alto Genagra y Las Guacas.

La distribución de los individuos, especies y cobertura en rangos de altura para el sotobosque (Figura 26 y 27) muestra un comportamiento muy similar para los dos fragmentos de vegetación.

En Alto Genagra como en Las Guacas hay una disminución del porcentaje de individuos, especies, especies exclusivas y de cobertura a medida que se asciende en altura. A pesar de que en Las Guacas, en los últimos rangos de altura este porcentaje tiende a ser mayor, presentándose unos picos en la distribución, si se compara con el descenso más uniforme en Alto Genagra.

En ambos sitios, el mayor número de individuos se presentan entre 15.9 y 28.8 centímetros de alto, sin embargo, el mayor porcentaje de especies y de especies exclusivas se acumula para Alto Genagra en el primer rango de altura (3 - 15.9 cm), y en Las Guacas, entre el primer y tercer rango de altura con una alta similitud porcentual

En cuanto a la distribución de la cobertura, en Alto Genagra, el mayor porcentaje se presenta en individuos con una altura total entre 41.73 y 54.63 cm. En Las Guacas no se presentan rangos con concentración de cobertura, si no que ésta se distribuye con homogeneidad, especialmente entre el tercero y sexto rango de altura.

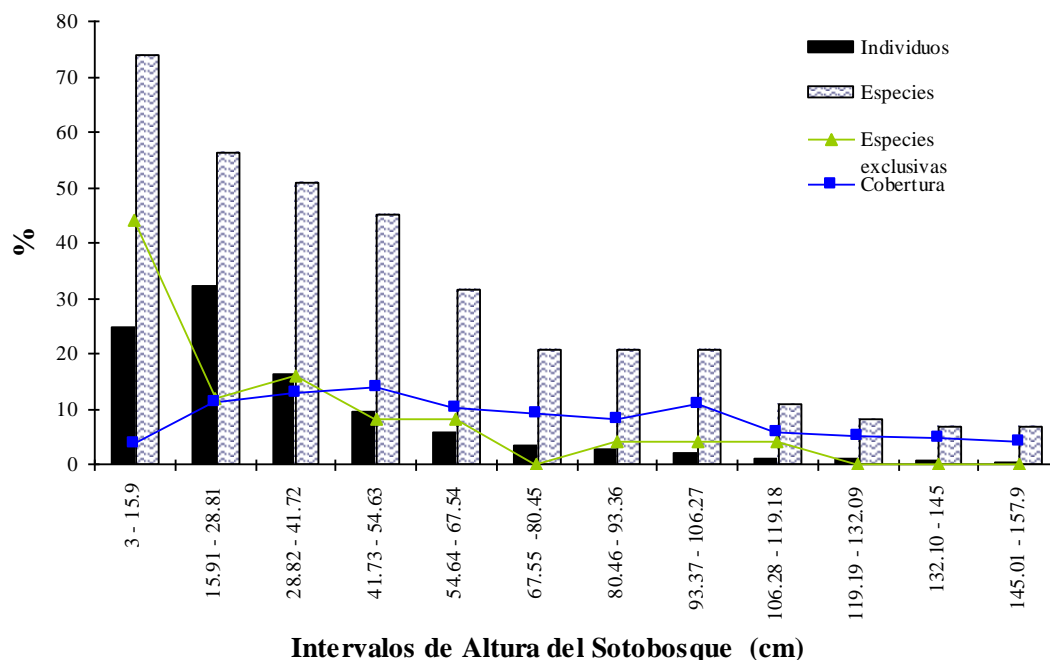


Figura 26. Distribución según rangos de altura de individuos, especies, especies exclusivas y cobertura del sotobosque en Alto Genagra.

En general las plántulas de árboles y arbustos, no presentan predilección por alguno de los rangos de altura identificados, de tal manera que su ordenación al interior del sotobosque es bastante equilibrada. Las especies exclusivas corresponden principalmente a individuos herbáceos y de manera singular, a uno que otro árbol que en el estrato arbóreo presenta esta misma característica, además de ser especies no comunes entre los fragmentos en estudio.

En Alto Genagra, *Cissampelos pareira* L., *Maranthaceae sp1* y *Phytolacca sp1* son especies exclusivas del rango con menor altura, y plántulas de los arbustos *Geissanthus sp1* e *Inga punctata* Willd sólo se presentan en el tercer rango.

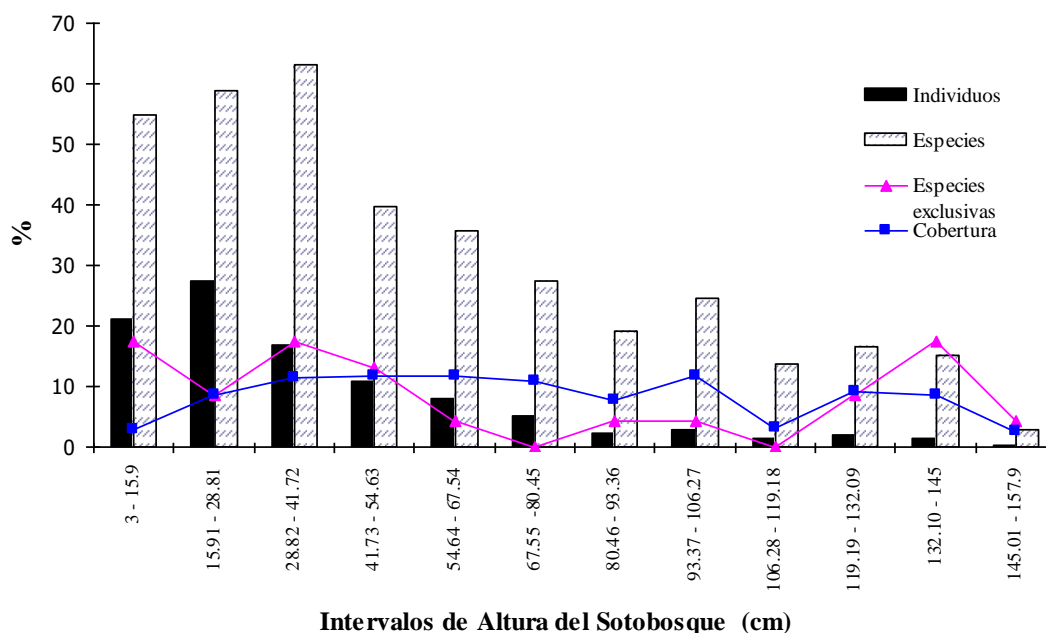


Figura 27. Distribución según rangos de altura de individuos, especies, especies exclusivas y cobertura del sotobosque en Las Guacas.

En las Guacas, la plántula del árbol *Clusia discolor* Cuatr. y el helecho herbáceo *Danaea elliptica* Sm son exclusivos del tercer rango de altura (28.8 - 41.72 cm). *Blechnum l'herminieri* (Bory) C. Chr se presenta sólo en el onceavo rango de altura. Los helechos *Megalastrum subincisum* (Willd.) Smith & Moran y *Cnemidaria horrida* (L.) C. Presl, así como *Ficus andicola* Standley se encuentran en el antepenúltimo y último rango de altura, respectivamente.

7.2.2.1.1 Densidad, Frecuencia y Dominancia. En ambos sitios las especies más frecuentes, abundantes y dominantes corresponden a plántulas de árboles presentes en el

dosel, aunque con una distribución e importancia muy diferente en relación al estrato arbóreo.

La densidad de plántulas por m² es de 14.17 en Alto Genagra y de 7.94 en las Guacas. *Nectandra lineata* (Kunth) Rohwer es la especie más abundante en el bosque Alto Genagra con cerca del 45 % de la densidad relativa total. *Psychotria sp1* le sigue en importancia, pero con una gran diferencia, ya que acumula sólo el 13.76 %. Especies como *N. umbrosa*, *C. triplinerve*, *I. longispica* presentan una densidad relativa inferior al 6% (Tabla 15).

En Las Guacas, *Inga longispica* Standley con el 15.37% es la especie con la mayor densidad relativa, seguida por *N. lineata* con el 11.76 %. *C. triplinerve* y la especie de liana *Hiraea sp1* también sobresalen en el sotobosque por su alta densidad.

Sotobosque ALTO GENAGRA				Sotobosque LAS GUACAS			
FAM.	ESP.	T.ind.	Dr	FAM	ESP.	T.ind.	Dr
Laurac	<i>Nectandra lineata</i>	599	42.27	Mimos	<i>Inga longispica</i>	122	15.37
Rubi	<i>Psychotria sp1</i>	195	13.76	Laurac	<i>Nectandra lineata</i>	95	11.96
Laurac	<i>Nectandra umbrosa</i>	84	5.93	Laurac	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	54	6.80
Laurac	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	74	5.22	Malpigh	<i>Hiraea sp1</i>	45	5.67
Laurac	<i>Nectandra acutifolia</i>	50	3.53	Laurac	<i>Nectandra reticulata</i>	44	5.54
Mimos	<i>Inga longispica</i>	50	3.53	Laurac	<i>Nectandra umbrosa</i>	44	5.54
Myrt	<i>Myrcia fallax</i>	37	2.61	Rubi	<i>Palicourea heterochroma</i>	37	4.66
Rubi	<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	37	2.61	Melast	<i>Miconia aff acuminifera</i>	28	3.53
Flacour	<i>Xylosma sp1</i>	17	1.20	Gesner	<i>Besleria solanoides</i>	25	3.15
Dryopt	<i>Polystichum moritzianum</i>	14	0.99	Myrt	<i>Myrcia fallax</i>	18	2.27

Tabla 15. Especies de plántulas con la mayor densidad relativa para el Sotobosque de Alto Genagra y Las Guacas.

Para el sotobosque de ambos sitios, las especies más abundantes son también las especies más frecuentes y dominantes (Tabla 16 y 17), aunque se presenten variaciones en el orden de importancia.

La distribución de la frecuencia es muy homogénea en el sotobosque de ambos sitios, de tal forma que más de tres especies presentan el mismo porcentaje de frecuencia. *N. lineata* y *N. umbrosa* son las especies más frecuentes en Alto Genagra, cada una con 4.57 % de la frecuencia relativa total. En Las Guacas, la mayor frecuencia relativa es del 4.18%, correspondiente a las tres especies más importantes: *C. triplinerve*, *N. lineata* e *I. longispica*.

Cerca del 25% de las especies registradas en el sotobosque para cada fragmento de vegetación, registran una única especie representada por un único individuo.

Algunas de las especies con baja densidad y frecuencia en alto Genagra son plántulas de los arbolitos *Hedyosmun racemosum* (R&P) G. Don, *Inga punctata* Willd y *Geissanthus sp1*, así como de la liana *Sarcopera anomala*.

En Las Guacas, *Clusia discolor* Cuatr., y *Ficus andicola* Standley son especies de árboles raras en el sotobosque. En ambos sitios, la mayoría de especies de Pteridophytos presentan un sólo individuo, registrado una vez. Éste es el caso de *Thelypteris sp1* y *Asplenium sp1* en Alto Genagra y *Cnemidaria horrida* (L.)C.Presl, *Danaea elliptica* Sm y *Megalastrun subincisum* (Willd.) Smith & Moran, en Las Guacas.

Sotobosque ALTO GENAGRA			Sotobosque LAS GUACAS		
FAM	ESPECIE	Fr	FAM	ESPECIE	Fr
Laurac	<i>Nectandra lineata</i>	4.57	Laurac	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	4.18
Laurac	<i>Nectandra umbrosa</i>	4.57	Laurac	<i>Nectandra lineata</i>	4.18
Laurac	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	4.11	Mimos	<i>Inga longispica</i>	4.18
Laurac	<i>Nectandra acutifolia</i>	4.11	Rubiac	<i>Palicourea heterochroma</i>	3.77
Mimos	<i>Inga longispica</i>	4.11	Laurac	<i>Nectandra umbrosa</i>	3.35
Rubi	<i>Palicourea thyrsoiflora</i>	4.11	Myrt	<i>Myrcia fallax</i>	3.35
Rubi	<i>Psychotria sp1</i>	4.11	Solan	<i>Lycianthes acutifolia</i>	3.35
Flacour	<i>Xylosma sp1</i>	3.20	Flacour	<i>Xylosma sp1</i>	2.93
Myrs	<i>Cybianthus poeppigii</i>	2.74	Malpigh	<i>Hiraea sp1</i>	2.93
Myrt	<i>Myrcia fallx</i>	2.74	Melast	<i>Miconia aff acuminifera</i>	2.51

Tabla 16. Especies de plántulas más frecuentes en el sotobosque de Alto Genagra y Las Guacas.

Sotobosque ALTO GENAGRA			Sotobosque LAS GUACAS		
FAM	ESPECIE	Cob.r	FAM	ESPECIE	Cob.r
Laurac	<i>Nectandra lineata</i>	26.29	Mimos	<i>Inga longispica</i>	12.67
Rubi	<i>Psychotria sp1</i>	21.71	Euphor	<i>Alchornea latifolia</i>	10.55
Laurac	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	10.18	Laurac	<i>Nectandra umbrosa</i>	6.61
Mimos	<i>Inga longispica</i>	4.82	Rubi	<i>Palicourea heterochroma</i>	6.51
Laurac	<i>Nectandra umbrosa</i>	3.63	Laurac	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	6.00
Myrt	<i>Myrcia fallax</i>	2.85	Laurac	<i>Nectandra lineata</i>	4.83
Laurac	<i>Nectandra acutifolia</i>	2.79	Melast	<i>Miconia aff acuminifera</i>	3.76
Dryopt	<i>Polystichum moritzianum</i>	2.53	Myrt	<i>Myrcia fallax</i>	3.46
Flacour	<i>Xylosma sp1</i>	2.16	Malpigh	<i>Hiraea sp1</i>	3.43
Piper	<i>Piper hartwegianum</i>	2.14	Gesner	<i>Besleria solanoides</i>	2.98

Tabla 17. Especies de plántulas dominantes en el sotobosque de Alto Genagra y Las Guacas.

Lauraceae (42.89 %) y Rubiaceae (21.71%) son las familias que dominan el sotobosque de Alto Genagra en cuanto a la cobertura de sus copas. En Las Guacas, Lauraceae también es la familia más dominante, seguida por Mimosaceae (12.67 %) y Rubiaceae (6.51%).

Nectandra lineata e *Inga longispica* son respectivamente las especies que retienen el mayor porcentaje de cobertura en Alto Genagra y en Las Guacas. Sin embargo, cada una se expresa con una importancia mucho menor en el sotobosque donde no sobresale.

7.2.2.1.2 Índice de Valor de Importancia para plántulas (AVI). *N.lineata* e *I.longispica* son las especies de plántulas con la mayor importancia ecológica al interior del sotobosque en Alto Genagra y en Las Guacas, respectivamente (Tabla 18). Su relevancia respecto al resto del grupo de especies se manifiesta en que se distinguen por ser especies con gran abundancia de individuos, muy frecuentes y además con un promedio alto de cobertura.

Sotobosque ALTO GENAGRA					Sotobosque LAS GUACAS				
ESPECIE	Dr	Fr	Cob.r	AVI	ESPECIE	Dr	Fr	Cob.r	AVI
<i>Nectandra lineata</i>	42.27	4.57	26.29	73.13	<i>Inga longispica</i>	15.37	4.18	12.67	32.22
<i>Psychotria spl</i>	13.76	4.11	21.71	39.58	<i>Nectandra lineata</i>	11.96	4.18	4.83	20.98
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	5.22	4.11	10.18	19.51	<i>Cinnamomum triplinerve</i>	6.80	4.18	6.00	16.98
<i>Nectandra umbrosa</i>	5.93	4.57	3.63	14.12	<i>Nectandra umbrosa</i>	5.54	3.35	6.61	15.50
<i>Inga longispica</i>	3.53	4.11	4.82	12.46	<i>Palicourea heterochroma</i>	4.66	3.77	6.51	14.94
<i>Nectandra acutifolia</i>	3.53	4.11	2.79	10.43	<i>Alchornea latifolia</i>	1.26	2.09	10.55	13.91
<i>Myrcia fallax</i>	2.61	2.74	2.85	8.20	<i>Hiraea spl</i>	5.67	2.93	3.43	12.02
<i>Palicourea thyrsoflora</i>	2.61	4.11	1.04	7.76	<i>Miconia aff acuminifera</i>	3.53	2.51	3.76	9.80
<i>Xylosma spl</i>	1.20	3.20	2.16	6.56	<i>Myrcia fallax</i>	2.27	3.35	3.46	9.08
<i>Polystichum moritzianum</i>	0.99	2.28	2.53	5.80	<i>Nectandra reticulata</i>	5.54	2.09	1.42	9.05

Tabla 18. Especies del Sotobosque Alto genagra y Las Guacas con el mayor Índice de Valor de Importancia para plántulas (AVI).

A diferencia de Alto Genagra donde *N.lineata* retiene más del 70% de la importancia ecológica de todas las especies registradas, en Las Guacas esta especie se ubica en segundo lugar después de *Inga longispica* y aunque es importante al interior del sotobosque en este fragmento, sólo acumula el 20.9% . *Psychotria sp1* con un valor de AVI de 39.58, es la segunda especie con mayor valor del índice en Alto Genagra.

Cinnamomum triplinerve es la tercer especie más influyente en la estructura de ambos sotobosques, sin embargo en Alto Genagra su relevancia se debe más a la cobertura relativa del total de sus individuos, mientras que en Las Guacas se debe a la alta densidad relativa.

Mycia fallax se destaca por mostrar valores homogéneos de densidad, frecuencia y cobertura en ambos sitios, otorgándole mucha importancia ecológica. *Alchornea latifolia* presenta un valor de cobertura muy alto cercano al de la especie con mayor AVI, pero debido a su baja densidad muestra un índice de importancia mucho menor. En tanto que *Hiraea sp1*, muestra un valor de AVI alto, gracias a la abundancia de individuos.

En ambos sitios, la mayoría de las especies compartidas entre los fragmentos de vegetación, pertenecientes al género *Nectandra*, cuentan con una representación importante en la estructura del sotobosque y se ubican siempre entre las 10 especies más frecuentes, dominantes y con mayor densidad respecto al grupo total de especies.

7.3 ESTADO ACTUAL Y CAMBIOS MULTITEMPORALES DE LOS FRAGMENTOS DE VEGETACIÓN.

El análisis multitemporal del área de estudio se basa en el análisis de la vegetación, ya que constituye el principal indicador sensible a las condiciones medioambientales; su evaluación y la detección de cambios tanto espaciales como temporales juegan un gran papel en el seguimiento de los recursos naturales.

Se elaboraron 13 mapas (ANEXO F y G), de los cuales 8 fueron para Alto Genagra correspondientes a los años: 1959, 1961, 1969, 1970, 1980, 1987 y 1990; y para el bosque Las Guacas 5 mapas para los años: 1959, 1961, 1969, 1980 y 1991.

La restitución se realizó con base a fotografías aéreas, que son consideradas sensores remotos pasivos (Weishampel et al, 1996), y una de las herramientas más ampliamente difundidas, rápidas y eficientes para el estudio de la cartografía regional de la vegetación, su estado e incluso sus características dinámicas (Turner et al, 1990, Shoshany et al, 1994). También, es uno de los sensores más utilizados para el monitoreo de la fragmentación de los bosques en los trópicos (Echavarría, 1996) y cuyos registros y análisis permiten adelantar en la prospección y ordenamiento del territorio y sus recursos (Pérez-Arbeláez, 1986; Held, 1995)

Ya que las fotografías aéreas permiten identificar muchos aspectos estructurales de los diferentes tipos de vegetación, su uniformidad y hasta determinar individuos taxonómicamente por medio de observaciones arquitecturales (Turner et al, 1990), en los mapas del área de estudio se evaluó una franja considerable alrededor de ellos y se encontró una matriz de diferentes tipos de vegetación y uso de las tierras (ANEXO H) que inciden directamente sobre el comportamiento de los parches y a las cuales se les determinó la

superficie total por año evaluado (ANEXO I y J).

7.3.1. Fragmento de Bosque Alto Genagra El fragmento de vegetación Alto Genagra presenta poca variación respecto a su área (Figura 28), presentando en 1961 el mayor tamaño de las últimas décadas y la mayor homogeneidad del dosel.

Esta zona muestra en 1959 la menor área de Bosque Secundario Maduro (BSM) , ya que la mayoría de bosques cercanos e incluyendo Alto Genagra presentaron una alta intervención antrópica cuyo objetivo era la selección de árboles madereros¹. También en este año, se denota la mayor ampliación de zonas de potreros tanto para la ganadería como para la constitución de grandes cultivos de pastos manejados. Estos dos tipos de coberturas se conservan hasta hoy pero con una proporción mucho menor, ya que por ejemplo para la zona de potrero con poca vegetación (ZP) el área en 1990 fue de sólo 7.44 ha y al mismo tiempo, se da un incremento de las áreas de BSM a partir de 1987.

Los humedales presentes en el área son de tipo palustre, es decir extensiones de agua dulce natural como pantanos y ciénagas permanentes o no, cubiertos por vegetación emergente (Ministerio del Medio Ambiente, 2000).

Los Humedales con matorral alto (HA) presentaron un área constante en cerca de 3 décadas, sin embargo, hay un incremento de aproximadamente de un 50% de su área a inicio de los años ochenta. Posteriormente esta cobertura sufre una pérdida abrupta de casi

¹ ENTREVISTA con Don Cristóbal Córdoba, Habitante de la Hacienda Genagra. Enero de 2002.

el 80% de su área total en 1990 y hasta el 2002 (Observaciones generales).

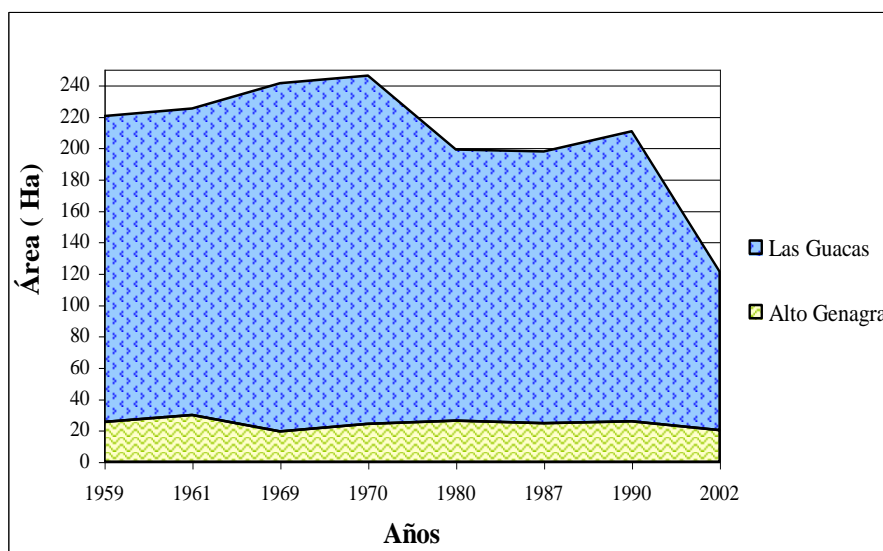


Figura 28. Variación del tamaño (Ha) de los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas en los últimos 50 años

Aunque los Humedales con matorral bajo (HB) ocupan menos área en la zona, en 1961 alcanzan casi la misma área que los HA, sin embargo presentaron una disminución a partir de 1969 y hasta el presente donde solo hay cerca de 3 ha.

Alto Genagra ha permanecido rodeado de humedales y de bosques de Galería los cuales han creado una zona de amortiguación o de conectividad, que ha facilitado que pequeñas islas de bosque secundario aledañas se fusionaran al fragmento Alto Genagra especialmente entre los años 70 y 80.

La zona de arbustales dispersos (ZRA) es muy grande en 1969, año en el que algunos potreros se han dejado posiblemente abandonados y en nueve años regeneraron a este estado cerca de 40 ha.

Las zonas de cultivos y huertas (CU) se ubican en la franja topográficamente mas homogénea del valle del río Cauca sobre suelos muy fértiles. Sin embargo el Bosque de Alto Genagra, en 1969, presentó la mayor intervención debido al establecimiento de un gran cultivo de café y plátano, el cual muy seguramente fue planeado y plantado posterior a 1961, ya que casi su equivalente en hectáreas fue la perturbación registrada en este año. 1969 fue precisamente el año en el que el bosque Alto Genagra mostró el menor número de hectáreas de las últimas 5 décadas.

Los claros de bosque (CB) de Alto Genagra siempre se ubicaron en cercanías de la casa que se encuentra en el extremo nor-oriental y actualmente continúan siendo los habitantes más cercanos al fragmento.

La erosión es moderada en la zona. Sólo hasta 1990 se presenta erosión posterior a la desecación de los humedales y en los lugares mas cercanos al río donde ha habido sobreexplotación del suelo.

Los Guadales (GU) se han conservado mucho a través del tiempo y los que han aparecido siempre se presentan a lo largo de quebradas y nacimientos de agua.

En este fragmento, la carretera que conduce a la Hacienda Genagra, la cual fue construida a

mediados de los años 30¹, constituye desde entonces un margen de división total entre los fragmentos que permanecen cerca a la Variante y el bosque Alto Genagra, los cuales muy seguramente pertenecían a un bosque secundario más maduro no fraccionado, que hoy se une parcialmente por medio del flujo de quebradas y sus respectivos bosques de galería.

Es importante anotar que Alto Genagra es uno de los fragmentos de mayor tamaño de la zona del valle y ha permanecido muy aislado debido especialmente a la presencia de esta carretera que actualmente se comunica con la variante y la panamericana norte, suceso que ha transformado la zona en los últimos años, en un sector eje de nueva colonización y de importante valorización de la tierra.

7.3.2. Fragmento de bosque Las Guacas. El fragmento de bosque Las Guacas cuenta actualmente con 100 Ha y presenta temporalmente fluctuaciones mucho más notorias y drásticas tanto de tamaño (Ha) como de forma, en comparación con Alto Genagra.

La mayor reducción del área se presenta en el año 1983, después de que a finales de los 60 alcanza el mayor tamaño (Figura 28) y una vegetación arbórea fisonómicamente más madura.

La pérdida de casi 50 Ha de bosque se produce en un lapso de 15 años (no se encontró registro fotográfico para la década de los 70), en los cuales se construyó la carretera que dividió el bosque Las Guacas y el bosque que actualmente se conoce como Clarete Alto.

La intervención de esta carretera no fue un impacto momentáneo, ya que desde los años

cincuenta habitantes del lado occidental de Las Guacas realizaron el camino base, el cual sale al Río Palacé y permite una comunicación más directa con la Vereda Clarete (centro de más población) y del mismo modo a la panamericana norte.

El camino se convierte en un centro de perturbaciones, desde entresaca de madera hasta la completa desaparición del bosque, que originaron la entrada de potreros y la presencia de zonas de erosión fuerte. Éstas últimas son severas debido especialmente a que el camino se trazó por la parte con mayor pendiente de la zona y hacia bordes de drenaje (Quebrada Clarete y otras), y actualmente la acción del clima sobre estos suelos no permite el desarrollo de vegetación.

Existe otro camino, que hasta el momento no ha sido constituido como carretera, pero su delimitación ha llevado al bosque Las Guacas a aproximarse a una subdivisión: a fragmentarse; ya que ha sido el acceso a una gran franja de potreros, la cual alcanza para el área total estudiada, en 1983, casi el doble del tamaño del bosque. Por lo tanto, el camino y la carretera han sido y son el eje de colonización del sitio; con un progreso muy lento, en beneficio de la recuperación del bosque, ya que del 1950 al presente no hay más de 5 casas de habitación.

1969 fue el año de mayor regeneración del área, ya que los límites del bosque presentaron un incremento en zonas de rastrojo, matorrales y arbustos dispersos. Los cultivos se presentaron vinculados a la presencia de casas y en la franja más cercana al Río Palacé.

8. DISCUSIÓN

Los resultados permiten aceptar 0.1 Ha (1000 m², Metodología Gentry) como área mínima de muestreo significativa para las comunidades evaluadas en áreas de bosques subandinos fragmentados, teniendo en cuenta que aunque la curva especies/área no muestra un punto de inflexión totalmente marcado, se denota que la riqueza de especies acumulada para ambos fragmentos de vegetación no incrementa significativamente a partir de los 800 m², punto en el que el número de especies nuevas es muy bajo o nulo (Matteucci & Colma, 1982). Respecto al área mínima del estrato de regeneración o de sotobosque, se ha demostrado que no se presenta ninguna tendencia al aplanamiento debido a que los procesos de saturación son muy diferentes a los de árboles grandes, por lo que se acepta con prudencia, generalmente áreas mínimas entre 100 y 150 m² para bosques tropicales (UNESCO, 1980; Benitez - Malvido, 1998).

La riqueza de especies encontrada en los sitios de estudio es muy alta si se compara con otros fragmentos de vegetación subandina del departamento del Cauca (Tabla 19). Sin embargo, de éste grupo de registros, Las Guacas es el bosque que alberga el mayor número de especies, posiblemente en relación con el área total del fragmento (100 Ha), ya que puede considerarse como uno de los más grandes del Valle interandino de Popayán; lo que permite afirmar que la riqueza de especies y la diversidad florística incrementa con el área (Mac Arthur & Wilson , 1967; Meffe & Carroll, 1997; Whitmore, 1997) o guarda una

Sitio	Altura (m.s.n.m)	Total especies	Total Indiv.	Autor
<i>México</i>				
Sierra Juarez, Oaxaca	1750	56	347	Gentry (1995)
<i>Costa Rica</i>				
Finca Motilones	1750	87	273	Gentry (1995)
<i>Colombia</i>				
<i>Antioquia</i>				
Santo Domingo, Cocorná	1000	117	514	Giraldo-Cañas(1995)
Alto de Cuevas	1710	119	363	Gentry (1995)
<i>Cauca</i>				
Los Robles, Timbio	1750	35	185	Gutiérrez & Rojas (1996)
Pescador, Caloto	1540	14	101	Cajas(1997)
Río Cabuyal, Caldono	1750	20	162	Diago (2000)
La Lomita, Popayán	1738	42	386	Alcázar-Caicedo et al. (2002)
La Rejoia, Popayán	1750	29	856	Bolaños et al (2002)
*Alto Genagra, Popayán	1600-1750	56	448	Alcázar (2002)
*Las Guacas, Popayán	1800-2000	63	322	Alcázar (2002)
<i>Nariño</i>				
Ñambí, Barbacoas	1450	109	360	Franco-Rosselli et al (1997)
<i>Putumayo</i>				
La Campucana, Mocoa	1400	166	481	Franco-Rosselli et al (1997)
<i>Ecuador</i>				
Maquicupuna, Pichincha	1600	123	438	Gentry (1995)
<i>Perú</i>				
Chirinos, Cajamarca	1750	97	389	Gentry (1995)

Tabla 19. Comparación de la riqueza florística, para individuos con DAP ≥ 2.5 muestreados en 0.1 Ha, entre los sitios de estudio y diferentes áreas de bosque subandino en el Neotrópico.

relación directa con ella, particularmente por que se presenta mayor diversidad de recursos y hábitats capaces de albergar gran número de especies y poblaciones de mayor tamaño. Así mismo, el bosque Las Guacas presenta una topografía abrupta, principalmente a una altura superior a los 1900 metros, que origina gran cantidad de microambientes aptos para el desarrollo de un mayor número de especies, contrario a los ubicados en zonas tan planas como la del bosque Alto Genagra.

Los datos del número total de individuos con un DAP ≥ 2.5 cm registrados tanto para Alto Genagra como para Las Guacas, se ajustan a los datos presentados por Gentry (1988, 1992, 1995) para varios sitios del Neotrópico, y de los registrados también por otros autores (Tabla 19) para bosques ubicados en elevaciones medias (1500-2500); a pesar de que sus diferencias radican especialmente en el grado de conservación del sitio, ya que por ejemplo para la Cuenca del río Santo Domingo en Antioquia (Giraldo - Cañas , 1995), el gran número de individuos registrados es proporcional al gran número de especies encontradas, mientras que, en la mayoría de los fragmentos de vegetación estudiados en el Cauca, el número de individuos es muy alto respecto al número de especies, particularmente en aquellos con mayor perturbación, como el caso de La Rejoya (Bolaños et al 2002), en donde cerca de 900 individuos se distribuyen en sólo 29 especies.

Alto Genagra y Las Guacas presentan una mayor conservación de sus áreas, si se comparan con sitios como la Rejoya, sin embargo, se puede plantear que existe una diferencia notoria entre ellos, que refleja el estado sucesional más temprano de Alto Genagra, especialmente por el alto porcentaje de individuos que constituyen el estrato arbustivo y subarbóreo, más que por el menor número de especies, ya que según varios estudios (Aweto, 1981; Toro &

Saldarriaga 1990, Giraldo - Cañas, 2000), los estadios sucesionales más avanzados no son necesariamente más ricos en especies que los estadios jóvenes, y pueden alcanzar un equilibrio numérico muy temprano en el proceso sucesional. Además, de acuerdo a los resultados, la historia de perturbaciones y su influencia en la sucesión natural del área, ha sido constante y mayor en Alto Genagra, debido especialmente a presiones antrópicas de tipo agrícola que desde hace 5 décadas afectan tanto el interior del fragmento como sus bordes.

La baja similitud florística a nivel de especies (ya que a nivel de familias la similitud supera el 70%, patrón que ocurre en la mayoría de bosques andinos (Gentry, 1995)) encontrada entre los fragmentos de vegetación en estudio, que se localizan a menos de 10 km. de distancia, y al mismo tiempo entre el estrato arbóreo y sotobosque de cada uno de ellos, es una característica que sobresale en la mayoría de bosques secundarios fragmentados, donde los rodales presentan una gran variabilidad florística, aún en distancias muy cortas, y en sus estratos interiores, debido principalmente a variaciones fenológicas de especies colonizadoras, al tipo de regeneración (rebrotos o semillas) y a la presencia de diferentes árboles remanentes, los cuales pueden influenciar la composición del sitio (Zimmermann et al, 1995; Smith et al, 1997).

A pesar de la inherente variabilidad composicional dentro de la misma zona de vida, otros factores como el uso anterior de la tierra (tipo e intensidad), la fertilidad del suelo (Uhl et al, 1988) y la existencia de especies arbóreas capaces de atraer dispersores (Guevara et al, 1986), interactúan para ejercer un papel importantísimo en la recuperación de un fragmento de bosque, ya sea a nivel estructural (altura, biomasa y área basal) o florístico.

Sin embargo, la baja similitud florística existente entre los dos fragmentos en estudio también podría estar grandemente influenciada por la orogenia andina regional y la variación geomorfológica originada por la disectación de los ríos que conforman la cuenca Cauca en el Municipio de Popayán. Particularmente, la notoria influencia del Río Palacé en Las Guacas y bosques ubicados hacia el norte y oriente de éste bosque, y la del Río Cauca en Alto Genagra y fragmentos aledaños localizados a ambos lados de la variante panamericana norte. Por lo cual, muy seguramente estos ríos han generado una división microfitogeográfica en el Municipio, que se denota en la distribución actual de la vegetación, no sólo por los resultados obtenidos, si no también por las observaciones generales realizadas en recorridos a lo largo de éstas áreas. De esta forma, los parches de vegetación aislados observados hoy en estas dos microrregiones, posiblemente provienen de bosques secundarios más maduros y de mayor tamaño con componentes florísticos que se conservan y que al mismo tiempo los diferencian.

Lauraceae es la familia más relevante y el componente florístico más característico de los bosques andinos de altitudes medias (Gentry 1992, 1995), aún en áreas fragmentadas, como ocurre en el Ecuador (Valencia, 1995) y en los fragmentos de vegetación en estudio; aunque en Las Guacas ocupa un segundo lugar después de Rubiaceae. En tanto que Myrsinaceae, una familia significativa en alturas superiores a los 2000 metros, con géneros como *Myrsine* y *Geissanthus*, es muy rara de encontrar en alturas inferiores como la de Alto Genagra, donde es la segunda más diversa después de Lauraceae.

De acuerdo con Gentry (1995), Rubiaceae y Melastomataceae (en algunos casos Moraceae) son las familias más ricas en especies después de Lauraceae, con un promedio de 7 a 6

especies por muestra de 0.1 Ha. En Las Guacas, Rubiaceae presenta un total de 8 especies, tendiendo a ser tan relevante y significativa como en bosques con alturas inferiores a 1500m, tal como ocurre en las localidades de Ñambí (Nariño) y La Campucana (Putumayo) (Franco - Rosselli et al, 1997). Rubiaceae también es la más diversificada en otras regiones subandinas de Colombia (Rangel 1991 , 1995), así como en la Amazonia y en algunas zonas tropicales de América Central (Foster & Hubel, 1990; Prance, 1990; Rudas, 1996).

En importancia, tanto en los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas, como para la mayoría de bosques andinos, están las familias, Clusiaceae, Mimosaceae, Piperaceae y helechos de la familia Cyatheaceae (*Cyathea*).

Euphorbiaceae también se presenta como una familia diversa cuando se alcanza una altitud de 1750m (Gentry, 1995), representada por los géneros *Hyeronima* y *Alchornea*. Sin embargo, en los fragmentos en estudio no se destaca por su diversidad, ya que sólo está representada por dos especies arbóreas comunes para ambos sitios: *Hyeronima macrocarpa* Muell.Arg y *Alchornea latifolia* Sw.

Nectandra es el género más rico en especies en Las Guacas, mientras que en Alto Genagra su importancia es compartida con los géneros *Inga* y *Ficus*. De acuerdo a estos resultados y a los reportados en el trabajo realizado por Alcázar et al. (2002) en el fragmento "La lomita", que se ubica en la margen derecha de la variante panamericana norte, a 2 Km. de Alto Genagra, donde *Nectandra* presenta 8 especies; es posible afirmar que éste es un género muy diversificado en los fragmentos de bosque de Popayán. Sin embargo, aunque existen especies compartidas entre estos, como es el caso de la especie *N. acutifolia*,

posiblemente por su amplia distribución en Colombia, con registros desde los 240 m hasta los 2200 m en las tres cordilleras (Rangel et al, 1989), muchas de las especies de *Nectandra* se presentan sólo en uno de los parches de vegetación, tal como sucede entre Alto Genagra y Las Guacas. De este modo, seguramente los efectos de el aislamiento y la fragmentación, además de las particularidades del terreno y la composición florística de estos parches del Valle interandino, han generado un tipo de especiación muy localizada que juega un papel relevante en la diversificación de este género arbóreo, sin descartar lo que puede estar sucediendo con taxa epifíticos y herbáceos (observar los resultados referentes a epífitas y helechos arbustivos); así como lo sugiere Gentry (1982b, 1989) para los bosques tropicales, donde la diversidad varía desde un nivel local hasta continental, incluyendo un nivel intermedio de diferenciación entre comunidades, además de existir un endemismo local tremendo como resultado de una especiación muy activa y localizada.

Inga y *Ficus* también son géneros que se destacan a nivel neotropical. *Inga*, es el segundo género Andino más diverso, y el género de leguminosas que alcanza las mayores alturas (hasta cerca de los 2500 m), presentando entre 4 y 9 especies por muestra en la mayoría de sitios con una altura inferior a 2000 m (Gentry, 1995). *Ficus*, es el único género de Moraceae presente en alturas entre 1500 m y 2000 m, y hace que esta familia sea una de las más importantes tanto en diversidad como en distinción estructural, como sucede en los fragmentos en estudio, ya que se presenta en varias formas de vida, desde árbol hasta hemiepífita.

Melastomataceae, Rubiaceae y Piperaceae se distinguen por la alta diversidad, sobre todo en Las Guacas, principalmente en géneros arbustivos como *Miconia*, que es el más rico en

especies de los bosques montanos tanto de América Central como de Sur América, y *Palicourea* y *Psychotria* que están entre los diez más ricos de la vegetación andina. Así mismo, la mayoría de especies de éstos géneros hacen que Rubiaceae y Melastomataceae, sean las más abundantes al interior de cada fragmento, especialmente por las grandes poblaciones o agregaciones de sus arbustos. Gentry (1995) y Giraldo - Cañas (1995) afirman que las especies de *Miconia*, *Palicourea*, *Psychotria* y *Tibouchina*, son muy importantes en los estados sucesionales tempranos de los bosques andinos de elevaciones medias y que sus agrupaciones pueden ser causadas por invasiones recientes.

En el sotobosque de Alto Genagra y Las Guacas, Lauraceae y Rubiaceae son también las familias más diversas, después de Araceae, que ocupa el primer lugar. En tanto que Piperaceae también es relevante en ambos sitios.

Los estudios a nivel florístico del estrato de regeneración de los bosques andinos tropicales son pocos, sin embargo, Kattan et al (1984) determinan que Rubiaceae y Arecaceae son las familias más diversas en el sotobosque de un bosque de la cordillera Occidental colombiana; y Gentry (1986) en regiones como el Chocó y la Amazonia, señala que las familias más diversas son Rubiaceae, Melastomataceae y Piperaceae, las cuales se encuentran particularmente asociadas a suelos muy fértiles. También, al igual que en Alto Genagra y las Guacas, para estas regiones, Gentry & Emmons (1987) indican la alta diversidad de familias de epífitas con presencia en el sotobosque o " understory-especialized epiphytes", principalmente Araceae, con *Anthurium* y *Philodendron* como los géneros más diversos.

Tanto en el sotobosque como en el dosel y en el componente epifítico de los dos fragmentos en estudio, las familias con la mayor diversidad específica presentan un patrón de diversidad genérica baja como el caso de Lauraceae (*Nectandra*), Mimosaceae (*Inga*), Melastomataceae (*Miconia*), Piperaceae (*Piper*), Araceae (*Anthurium*) y Bromeliaceae (*Tillandsia*). Al parecer, esta distribución es una generalidad en el neotrópico, donde las especies no se distribuyen equitativamente en el número de géneros estimados (cerca de 4200), sino que muy pocos de éstos poseen un gran número de especies (Prance, 1994).

Es muy importante anotar que mediante este estudio en los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas, se han incrementado los conocimientos acerca de la flora de Popayán, ya que se tienen nuevos registros taxonómicos para el Altiplano que no habían sido colectados y/o determinados hasta especie para la zona, con alrededor de 35 especies entre árboles, arbustos, helechos arbustivos y epífitas. Además, el hecho de haber determinado más del 80% de las especies encontradas en los muestreos, especialmente las del estrato de regeneración, se considera como una herramienta fundamental para inferir sobre el futuro desarrollo de las comunidades vegetales de cada uno de los fragmentos en estudio.

Aunque la composición florística del sotobosque de ambos fragmentos de vegetación está influenciada en gran medida por especies herbáceas y arbustivas, y que es ésta la principal razón de la baja similitud en relación al dosel de cada bosque, la composición específica de las plántulas transitorias en el sotobosque de ambos fragmentos corresponde en su mayoría a las especies arbóreas del dosel actual. Por lo tanto, es posible suponer que a pesar de que los fragmentos en estudio se encuentran en procesos de sucesión y la composición es

variable debido a los efectos de la fragmentación del paisaje, los cambios futuros de especies no van a hacer muy drásticos, si las áreas en estudio entran en un plan de conservación y manejo, ya que muchas especies arbóreas del dosel cuentan con buena representación en los estratos bajos y sus plántulas son el potencial regenerativo y el mejor componente de la diversidad, estructura y función de las comunidades arbóreas de los bosques (Kattan et al, 1984; Denslow, 1987; Young et al, 1987).

Los componentes no arbóreos, como epífitas, arbustos, hierbas y lianas son, en este orden, los más relevantes por su diversidad en ambos fragmentos de vegetación, ya que las especies arbóreas constituyen sólo un 20% del total. La alta diversidad de epífitas y arbustos encontrada, ocurre en la mayoría de bosques neotropicales, donde la diversidad de taxa leñosos, es decir, árboles del dosel y lianas, es reemplazada por taxa epífitos, arbustos o hierbas, cuya diversificación explosiva se concentra en el norte de los Andes y a menudo también en el sur de Centro América. A éste patrón de distribución de la diversidad de éstas formas de vida, Gentry lo denomina " Andean - centered" (1982b, 1989) y su predominio en los bosques Andinos es debido a la topografía disectada y a la presencia de suelos fértiles, como la de los flancos y Valles de los Andes.

La presencia de epífitas vasculares en los fragmentos de vegetación es relevante, no sólo por la diversidad, si no también por su importancia a nivel fisionómico y ecológico, teniendo en cuenta que son un estrato bastante definido y que proporciona otros espacios y microambientes para la fauna, en especial para especies de aves y hormigas.

Grubb et al (1977 en Kattan et al, 1984) afirman que la alta presencia de epífitas en un bosque está directamente relacionada con la edad del mismo, teniendo en cuenta que son plantas que requieren mucho tiempo para colonizar los árboles. Sin embargo en el área de estudio no es evidente esta correlación, ya que a pesar de que los fragmentos difieren en sus etapas sucesionales, el éxito de estas plantas es muy significativo en ambos, debido más posiblemente a factores como la humedad relativa de la zona, la dispersión de semillas o esporas y al buen establecimiento de sus poblaciones. Al interior de este estrato, son conspicuos los agrupamientos de grandes tamaños, particularmente de la especie *Tillandsia fendleri* Griseb. y de algunas especies de *Phyllodendron* y *Polypodium*.

De acuerdo al análisis estructural, tanto del estrato arbóreo como del sotobosque, es posible afirmar que las Guacas presenta una mayor diversidad estructural respecto a Alto Genagra, que se manifiesta en una alta homogeneidad por estrato, en gran medida reflejada por la distribución más uniforme de sus individuos, ya sea por altura, diámetro o cobertura. Las diferencias estructurales están altamente influenciadas por la composición de especies e historia del sitio y según estos resultados, es claro que la recuperación de los atributos estructurales al interior de cada bosque es función inversa del grado de degradación del sitio (Uhl et al 1998).

Alto Genagra posee mayor área basal que las Guacas debido a la alta densidad y predominio fisonómico de especies colonizadoras con tallo múltiple como *Psychotria sp1* (CAC 326) y *Palicourea thyrsiflora* (Ruiz. & Pav.) DC, cuyas ventajas son la mayor posibilidad de captar la luz solar en tantas direcciones como el número de tallos que posea, y la supervivencia ante accidentes como la caída de grandes árboles y ramas, ya que éstos

pueden afectar algunos tallos, pero los que no, pueden continuar creciendo y produciendo flores y frutos, que consolidan su lugar en la comunidad. En conclusión, como asegura Valencia (1995), muchos tallos son más exitosos que uno.

También, Alto Genagra presenta un dosel muy poco estructurado con emergentes desde los 20 metros, mientras que en las Guacas, existe un dosel uniforme y son pocos los individuos emergentes. La cobertura del dosel es de gran importancia para la estructura interna del bosque, ya que influye sobre la incidencia selectiva de la luz solar, la velocidad del viento y las turbulencias internas, la propagación del calor y la evapotranspiración (UNESCO, 1980).

En ambos sitios, los individuos emergentes y con mayor predominio del terreno son las especies que influyen notoriamente en la estructura de cada fragmento, como es el caso de *Alchornea latifolia*, *Cinnamomun triplinerve* y *Clethra fagifolia*, que presentan el mayor IVI en Alto Genagra y en las Guacas, respectivamente. Esta importancia se debe posiblemente a los aprovechamientos selectivos anteriores en cada área, los cuales facilitaron las condiciones para que éstas especies se manifiesten como dominantes actualmente.

La diferencia entre los valores de importancia de estas especies está en que en Alto Genagra el peso ecológico se acumula en una sola especie, mientras la distribución más equitativa de los valores en Las Guacas le otorga una relativamente mayor heterogeneidad ecológica. Estos resultados también se reflejan en el valor más alto del índice de Simpson para el bosque Alto Genagra, debido a la influencia que ejerce *A. latifolia*. Aunque en éste

bosque como en algunos estudios de áreas fragmentadas en Colombia y Ecuador (Alcázar et al, 2002; Valencia & Jorgensen, 1992), se presenta el predominio de una especie, principalmente si la riqueza numérica total es baja (Hair, 1987); mientras que en Las Guacas tiende a presentarse el mismo patrón de algunos casos "excepción" en estas mismas áreas, donde hay una equidad de los valores de importancia entre un número mayor de especies, aunque no logran incrementar la heterogeneidad del sitio (Madsen & Ollgaard, 1994, Giraldo - Cañas, 1995).

A. latifolia y *C. fagifolia* no poseen representación florística ni estructural en el estrato de regeneración, ni en el estrato arbustivo. Al parecer, estos grandes árboles con largos periodos de vida y una lenta respuesta a los procesos de fragmentación, son denominados como "living dead" o muertos vivientes (Laurance & Bierregaard, 1997 & Viana et al 1997), ya que son especies vivas, que poseen poblaciones pequeñas sin funcionalidad reproductiva. A pesar del desconocimiento de los mecanismos de reproducción de estos árboles, también es posible que dependan de los animales para la dispersión de sus semillas, y que lo que esté sucediendo en este caso es que la dispersión local se ha afectado por el aislamiento entre parches debido a la reducción poblacional de sus dispersores directos (Primack, 1992)

A pesar de no ser significativas en la estructura del dosel, *Nectandra lineata* (Kunth) Rohwer e *Inga longispica* Standley son las especies más representativas (mayores AVI) del sotobosque en Alto Genagra y Las Guacas, respectivamente (*N. lineata* presenta un alto valor también en éste último). Esta situación podría explicarse de alguna forma por dos hipótesis: (1) el éxito de estas especies puede deberse a una germinación temprana donde

las ventajas competitivas están en la rápida colonización del espacio (Ross & Harper, 1972) o (2) que este patrón de abundancia en el sotobosque está relacionado con los patrones de diversidad de las especies raras, las cuales son más favorecidas sobre aquellas comunes gracias a que tienen mayores tasas de reclutamiento, crecimiento y supervivencia (Connell et al, 1984). Sin embargo, la carencia de estas especies en intervalos intermedios de altura, permite inferir que son especies con altas tasas de germinación en densas agregaciones al rededor de la planta parental y que existe una gran competencia de recursos, manifiesta en el lento crecimiento y en la alta probabilidad de morir en etapas tempranas (Watkinson, 1998)

Contrario a los casos anteriores, *Cinnamomum triplinerve*, especie compartida entre los dos sitios de estudio, podría calificarse como la más importante a nivel estructural, en especial en Las Guacas, ya que posee mucho éxito en el proceso de germinación y establecimiento de plántulas, consiguiendo posteriormente ser parte de los diferentes estratos identificados al interior del bosque, hasta llegar a árboles maduros presentes en el dosel (Primack, 1990). El éxito y dominio de muchas Lauráceas en los bosques subandinos se debe a su asociación con aves frugívoras, como los trogones, para la dispersión de sus semillas (Wheelwright et , 1984; Gentry, 1990). Según observaciones personales y comunicaciones sobre las aves de las Guacas², es notoria la presencia de *Trogon collaris*, especie de trogón que podría estar implicada en la dispersión de semillas y buena regeneración de especies como *C. triplinerve* y otras de la familia Lauraceae al interior del fragmento.

² Comunicación personal. Fernando Ayerbe Quiñones. Estudiante de Biología, Universidad del Cauca. Septiembre de 2002.

Trema, *Cecropia*, *Heliocarpus* y *Vismia* son géneros de especies pioneras presentes en todos los estratos de ambos bosques. Aunque su distribución en las clases de altura y diámetro más grande en Las Guacas indican una población más madura y por lo tanto una edad sucesional mayor en relación con Alto Genagra.

Según los resultados, se denota una relación inversa entre el tamaño del fragmento y la abundancia de plántulas en el sotobosque, ya que Alto Genagra posee el doble de individuos que Las Guacas. Sin embargo, Benítez - Malvido (1998) afirma que el efecto de borde parece tener un mayor impacto sobre la densidad de plántulas que el tamaño del fragmento de vegetación, teniendo en cuenta que hay una similitud en abundancia entre fragmentos de mayor y menor tamaño. En áreas fragmentadas, la baja densidad de plántulas es consecuencia de un complejo de interacción de efectos de la fragmentación sobre la reducción de la tasa de establecimiento de las plántulas o el incremento de su mortalidad, principalmente, por la pérdida del potencial de polinizadores y dispersores de semillas (Bierregaard et al, 1992) o por incremento en el número de herbívoros o de mamíferos frugívoros sobre plántulas y/o sobre semillas (Malcolm, 1991 en Benítez - Malvido, 1998).

En Las Guacas, aparte de la influencia de la topografía quebrada sobre el crecimiento y establecimiento de plántulas, especialmente por la acción más directa de vientos y el lavado de nutrientes del suelo por escorrentía (Bellingham & Tanner, 2000), los resultados permiten plantear tres posibles causas ligadas directamente a la estructura actual del bosque Las Guacas, que pueden estar incidiendo sobre la menor densidad de plántulas del sotobosque con respecto a Alto Genagra: (1) En Las Guacas se presenta una menor disponibilidad de luz solar en el sotobosque debido a la homogeneidad del dosel, y la luz es

el principal factor ambiental que limita el crecimiento, supervivencia y distribución de los individuos en el estrato de regeneración (Denslow, 1987; Clark, 1990; Matlack, 1994; Nicotra et al, 1999;); (2) La presencia de un estrato arbustivo con gran cobertura, particularmente por los diámetros de copa de especies de pteridofitos como *Cnemidaria horrida* y *Cyathea sp2*, que pueden influir sobre la mortalidad de plántulas debido a perturbaciones físicas de pequeña escala por la caída de sus grandes hojas (Clark & Clark, 1989; Denslow et al, 1991; Drake & Pratt, 2001;) y (3) La alta densidad y dominancia, tanto en el dosel como en el sotobosque de la liana *Hiraea sp1*, ya que el crecimiento vigoroso de las especies de ésta forma de vida disminuye fuertemente el crecimiento o incrementa la mortalidad de las plántulas (Putz, 1984; Brokaw, 1985), además, de poder inhibir la germinación de semillas por efectos alelopáticos (Nielsen et al, 1999).

En los dos bosques en estudio, se denota una altísima presencia de especies raras, distinguidas aquí como aquellas que presentan baja densidad, baja frecuencia y que además se presentan en sólo uno de los estratos de altura identificados. De acuerdo con esto, en los bosques en estudio está ocurriendo lo mismo que en muchas otras áreas fragmentadas, donde la riqueza de especies de cada sitio está influenciada en casi un 80% por especies raras no compartidas, las cuales son calificadas como especies endémicas localizadas (Whitmore, 1997) y que las áreas donde éstas se encuentran corresponden a "hotspots" regionales (McNeely et al, 1990, Andersen et al., 1997) Las poblaciones de especies raras en áreas fragmentadas son muy vulnerables a la extinción y su supervivencia en los fragmentos a largo plazo es crítica, sobre todo por su distribución geográfica limitada, baja densidad y posiblemente pobres habilidades de dispersión, baja fecundidad y especialización de hábitats (Meffe & Carroll, 1997). Por lo tanto, los esfuerzos de

conservación *in situ* de la diversidad florística regional deben centrarse en éstas especies y en las áreas que las albergan (Hubbell & Foster, 1986), como los fragmentos Alto Genagra y Las Guacas.

Quercus humboldtii Bonpland está presente en ambos sitios pero con una muy baja frecuencia tanto en el dosel como en el sotobosque. Esta baja densidad poblacional notoria no sólo por los resultados de éste estudio florístico, sino también por observaciones generales de la presencia del Roble en el Altiplano, se debe a la gran extracción de esta especie en Colombia (Jiménez & Echeverry, 1990) y en la zona de estudio, particularmente del bosque Las Guacas entre los años 1900 y 1940³, en especial por las características físico - mecánicas de resistencia al impacto y maleabilidad, y por ser un buen combustible (Carbón). Además, se anexa a este evento, los actuales efectos de borde de los remanentes (cambios drásticos de temperatura y humedad relativa) que impiden especialmente la germinación de semillas recalcitrantes, que como la *de Q. humboldtii* no toleran la deshidratación (Roberts, 1979).

A nivel altitudinal, en varias zonas geográficas de la cordillera Central colombiana, especialmente en las vertientes orientadas hacia sus valles interiores, los robledales son sucedidos o reemplazados por bosques de lauráceas dominadas por especies de *Nectandra* y *Ocotea* (Rangel et al, 1989; Rangel et al, 1995); es posible que esto mismo esté sucediendo a nivel sucesional, donde los originales bosques de roble son sustituidos por bosques secundarios de lauráceas, tal como se demuestra con los resultados de este trabajo y con la

³ Entrevista. Don Camilo Arboleda. Dueño Hacienda Las Guacas. Enero de 2002.

fisonomía general de los fragmentos de vegetación en los paisajes del altiplano de Popayán.

Los bosques de Galería presentes en ambos sitios, y los humedales, constituyen las zonas de conectividad más importantes en los esfuerzos de conservación regional (Schelhas & Russell, 1996), que ayuden a consolidar ideas como la realización de corredores biológicos municipales, ya que a pesar del costo que estos puedan tener a nivel económico (Simberloff & Cox, 1987), son múltiples las ventajas ambientales y ecológicas que traen, entre ellas que son áreas de conservación *in situ* capaces de absorber cambios poblacionales sin perjudicar estructuras genéticas y demográficas (Rolim et al, 2001), además de contribuir a la conservación de las fuentes hídricas, del suelo y de la biodiversidad.

Es importante resaltar que cualquier intento de conservación o planes futuros para los bosques secundarios en estudio, con el fin de que dejen de ser estáticos y se conviertan en áreas productivas (Smith et al, 1997), requiere la acción participativa de los habitantes que han permanecido en sus alrededores por más de 5 décadas, además de saber que la tenencia de estas tierras ha sido de carácter privado y sus dueños a lo largo del tiempo los han dejado en abandono (excepto por la entresaca de madera) y actualmente no piensan en el bosque como una posible parte integral del desarrollo de sus fincas, sino que más bien piensan en conservarlo como protección de fuentes hídricas (Las Guacas) o en deforestar totalmente con el fin de convertir esos terrenos en zona de colonización urbana (Alto Genagra), en especial si tienen en cuenta los planes de crecimiento urbano, que como en el caso del Municipio de Popayán, han considerado la zona de Genagra como principal zona de expansión del norte de la ciudad (POT, 2002), aún, sin realizar estudios que como éste demuestren que es una zona que concentra una muestra muy importante de la diversidad

florística regional y que además posee un área significativa de ecosistemas muy frágiles como los humedales.

Los resultados también demuestran que la construcción de carreteras y caminos cerca a las áreas de diversidad regional no sólo acarrear colonización sino también que por ellas mismas son un elemento del proceso de fragmentación (caso evidente en Las Guacas). Ellas actúan como una barrera física para la migración de plantas y animales en los bosques, que origina una disminución en la conectividad genética entre poblaciones, además de degradar habitats locales (Meffe & Carroll, 1997). También, con llevan a que se presente erosión en el suelo y derrumbes, que reducen al final la integridad del terreno (Young, 1995).

9 CONCLUSIONES

- 0.1 Ha (Metodología Gentry) es una área representativa de muestreo para las áreas fragmentadas de bosque subandino, e incluir nuevos rangos dentro de la Metodología general incrementa el conocimiento de la diversidad florística y de la importancia ecológica de estratos inferiores y de otras formas de vida como las epífitas.
- Los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas tienen una baja similitud florística a pesar de estar a menos de 10 Km. de distancia, en relación con el alto porcentaje de especies raras no compartidas, y por una posible diferenciación microfitogeográfica en el Municipio de Popayán debido a la disectación de los ríos Cauca y Palacé.
- Las Guacas presenta mayor riqueza y diversidad florística que Alto Genagra, especialmente por ser un bosque más conservado, de mayor tamaño y por presentar una topografía abrupta.
- Lauraceae y Rubiaceae son las familias más diversas del estrato arbóreo en Alto Genagra y Las Guacas respectivamente.

- Araceae, Lauraceae y Rubiaceae son las familias más diversas del sotobosque en ambos fragmentos de vegetación.
- *Nectandra* es el género más rico en especies del bosque Las Guacas, mientras que en Alto Genagra su importancia es compartida con los géneros *Inga* y *Ficus*.
- La similitud entre sotobosque y dosel de ambos fragmentos de bosque es baja debido a las especies herbáceas y arbustivas, sin embargo la composición específica de las plántulas transitorias en el sotobosque corresponden principalmente a especies arbóreas del dosel.
- Las epífitas y arbustos son las formas de vida más importantes al interior de los dos fragmentos de bosque en estudio.
- Las Guacas presenta una diversidad estructural mayor que Alto Genagra, que se manifiesta en una alta homogeneidad por estrato, gracias a una distribución más uniforme y marcada de sus individuos ya sea por altura, DAP o cobertura.
- En Alto Genagra se registra mayor área basal que en Las Guacas debido a la alta densidad y predominio fisonómico de especies colonizadoras con tallo múltiple como *Psychotria sp1*(CAC 326) y *Palicourea thyrsoiflora* (Ruiz. & Pav.) DC.

- En ambos bosques se presenta la importancia ecológica de pocas especies reflejada en los altos valores de IVI y del índice de diversidad de Simpson.
- *Alchornea latifolia*, y *Cinnamomun triplinerve* presentan el mayor IVI en Alto Genagra y en las Guacas, respectivamente
- *Alchornea latifolia*, especie con mayor IVI en Alto Genagra no es representativa en el sotobosque, mientras que especies de árboles imponentes pero con una baja densidad y frecuencia en ambos bosques, como *Nectandra lineata* e *Inga longispica* son los más importantes en el sotobosque.
- Las Guacas presenta una baja densidad de plántulas por m² en relación con Alto Genagra debido principalmente a factores ligados directamente con la estructura actual del bosque.
- Ambos fragmentos de vegetación presentan alta vulnerabilidad a la pérdida de especies si se continúa con los procesos de fragmentación, debido al alto porcentaje de especies con baja densidad y baja frecuencia, exclusivas de un determinado estrato de altura, que pueden calificarse como especies endémicas localizadas.
- Los bosques de galería y humedales constituyen las mejores áreas de conectividad de las áreas fragmentadas en el municipio de Popayán

- Ambos fragmentos son representantes de la diversidad florística regional.
- La caracterización de la vegetación y la comprensión de patrones espacio-temporales de áreas de bosque y su correlación con factores antrópicos y ambientales son buenas herramientas para la zonificación de áreas de interés, indispensables para los planes de ordenamiento de la región.
- El gobierno municipal debe tener en cuenta que las áreas de bosque del presente estudio son áreas prioritarias para la conservación y recuperación de la diversidad regional y deben formar parte de la planeación ambiental urbana del Municipio de Popayán.

10. RECOMENDACIONES

- Se recomienda continuar usando la metodología de muestreo de este estudio, ya que permite tener un conocimiento muy global de la diversidad y de la estructura de un área de bosque, además de que las bandas de Gentry son usadas al máximo.
- Muy interesante plantear estudios sobre los patrones el establecimiento y crecimiento de las plántulas en relación al impacto de la fragmentación, muestreando en diferentes sitios del fragmento, como bordes y centro.
- Realizar estudios acerca de la fenología y reproducción de especies como *Alchornea latifolia* cuya regeneración es nula en el estrato de sotobosque.
- Estudiar el banco de semillas del suelo de los fragmentos de vegetación para complementar y tener una mejor comprensión de su regeneración.
- .Realizar estudios de dispersión de semillas y también de flujo de las poblaciones de fauna a través de los fragmentos de bosque del Altiplano de Popayán, principalmente aves y murciélagos, con el fin de despejar interrogantes sobre la reproducción de las especies arbóreas.

- Las medidas de importancia ecológica de las especies tanto para árboles como para plántulas encontradas en este estudio deben ser tomadas como un dato relevante, que otorga la pauta para la preparación y aplicación de prácticas de investigación, manejo y conservación de éstas especies en los fragmentos de vegetación del Valle de Popayán.
- Considerar a nivel municipal la realización de corredores entre fragmentos de vegetación utilizando como conectores las áreas de bosque de galería y humedales por ser áreas flexibles a la regeneración.
- Tener en cuenta en los planes de expansión urbana municipal la protección de zonas tan importantes como Alto Genagra y Las Guacas para la conservación de la diversidad florística y paisajística regional.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCÁZAR C, S. L DÍAZ , B. E SALGADO & B. R. RAMIREZ.** 2002. Estructura y composición de un relicto de bosque secundario, Popayán, Colombia. En: Freire - Fierro A & D. Neill (eds.), La Botánica en el nuevo milenio, Memorias del III Congreso Ecuatoriano de Botánica. Publicaciones de la Fundación Ecuatoriana para la investigación y el desarrollo de la Botánica FUNBOTANICA 4. Quito. p.163-180
- _____, **S. L DÍAZ & B. E SALGADO.** 2000. Contribución al estudio de la flora epifítica de la zona urbana del municipio de Popayán. parte I. Resúmenes del tercer Congreso Ecuatoriano de Botánica, Octubre 25-27. Quito , Ecuador.
- ANDERSEN M., A. TRORNHILL & H. KOPOWITZ.** 1997. Tropical forest disruption and stochastic biodiversity losses. En : Laurance W & Bierregaard R. (eds.), Tropical forest remnants: Ecology, Management, and conservation of fragmented communities. Chicago, University of Chicago press. p. 281-291
- AWETO A.** 1981. Secondary sucesion and soil fertility restoration in South-Western Nigeria. *Journal of Ecology*: 69: 601-607
- BEHLILNG H., A. J. NEGRET & H. HOOGHIEMSTRA.** 1998. Late Quaternary vegetational and Climatic Change in The Popayán region, southern Colombian Andes. *Journal of Quaternary Science* 13:43-53
- BELLINGHAM P.J & E.V.J TANNER.** 2000. The influence of topography on the tree growth, mortality and the recruitment in tropical montane forest. *Biotropica* 32 (3): 378-384.
- BENITEZ - MALVIDO J.** 1998. Impact of Fragmentation in seedling abundance in a tropical rain forest. *Conservation Biology* 12 (2): 580-589

BOLAÑOS G., C. FEUILLET & E. CHITO. 2002. Composición florística de un bosque relictual en La Rejoja, Popayán. Informe énfasis en Botánica II: Universidad del Cauca, Popayán. Sin publicar.

BRAMWELL D. 1991. Botanic gardens in conservation: reintroduction into the wild. En Heywood V.H et al. (eds.), *Tropical Botanic Gardens: Their role in conservation and development.* Academic Press, SanDiego. p. 209-216

BROWN S & A. E. LUGO. 1990. Tropical Secondary Forests. *Journal of Tropical Ecology* 6: 1-32

CANHAM C.D & P.L. MARKS. 1985. The response of woody plants to disturbance: patterns of stablishment and growth. En: *The Ecology of Natural Disturbance and Patch dynamics.* Chapter 11. Academic Press, New York. p. 199-216

CLARK D. B & D. A. CLARK. 1989. The role of physical damage in the seedling mortality regime of a Neotropical rain forest. *Oikos* 55:225-230

_____. 1990. The role of disturbance in the regeneration of Neotropical moist forest. En : Bawa K. S & M. Hadley (eds.), *Reproductive ecology of tropical forest plants.* Man and The Biosphere series:V 7. New Yersey , USA. p. 291 - 315

CONTRALORIA MUNICIPAL DE POPAYÁN. 1999. Informe general del estado actual de los recursos naturales y del medio ambiente en el Municipio de Popayán. Popayán. 78 p.

CONNELL J. H, J. G. TRACEY & L. J. WEBB. 1984. Compensatory recruitment, growth and mortality as factors maintainning rain forest tree diversity. *Ecological monographs*54 (2): 141-164

_____. 1989. Some processes affecting the species composition in forest gaps. *Ecology* 70 (3): 560-562

CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL CAUCA. 2002. Calidad Ambiental futuro para el Cauca. Plan de acción trianual: 2001-2002. Popayán, Cauca, Colombia. 91 p.

- CUAMACÁS S. B & G. A. TIPAZ.** 1995. Arboles de los bosques interandinos del Ecuador. Publicaciones del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. Monografía 4. Quito, Ecuador. 231p.
- CUATRECASAS J.** 1986. Aspectos de la vegetación natural en Colombia. *Perez-Arbealezia*. 2(8):155-283
- DALE V & S. M PEARSON.** 1997. Quantifying habitat fragmentation due to land use change in Amazonia. En : Laurance W & Bierregaard R. (eds.) *Tropical forest remnants: Ecology, Management, and conservation of fragmented communities*. Chicago, University of Chicago press. p. 400-409
- DENSLOW J. S .** 1987. Tropical rain forest gaps and tree species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18: 432-452
- _____, **E. NEWELL & A. ELLISON.** 1991. The effect of understory palms and cyclanths on the growth and survival of *Inga* seedlings. *Biotropica* 23(3):225-234
- DRAKE D. R & L. PRATT.** 2001. Seedling mortality in Hawaiian rain forest: the role of small-scale physical disturbance. *Biotropica* 33(2): 319-323
- ECHEVARRÍA F. R.** 1996. Monitoring Forests in the Andes using remoting sensing: An example from Southern Ecuador. En: Zimmerer K & K Young, eds., *Biogeographical landscapes and people: implications for Conservation with development*.
- ESPINAL L. S.** 1980. Apuntes sobre la flora de la región central del Departamento del Cauca. Universidad del Valle, Cali, Colombia. p.
- GALLARDO C. A & N. R. VÁSQUEZ.** 1996. Análisis de la precipitación en la Meseta de Popayán. *Revista Ingeniería Hoy* 14: 65-72 . Facultad de Ingeniería Civil, Universidad del Cauca.
- GARDNER R. H , A. W KING & V. H. DALE.** 1994. Interactions between forest harvesting, landscape heterogeneity and species persistence. En: LeMaster D.C & R.J Sedjo (eds.), *Modeling sustainable forest ecosystems*. American forests, Washington, D.C. p. 65-75

GENTRY A.H. 1982a. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evol. Biol.* 15:1-84

_____. 1982b. Neotropical floristic diversity: phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny?. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 69: 557-593

_____. 1986. Species richness and floristic composition of Chocó region plant communities. *Caldasia* 15(71-75): 71-91

_____ & **I. H. EMMONS.** 1987. Geographical variation in fertility, phenology and composition of the understory of neotropical forest. *Biotropica* 19:216-277

_____. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients . *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75: 1-34

_____. 1989. Speciation in tropical forests. En : Holm-Nielsen L.B., I. Nielsen & H. Balslev (eds.), *Tropical forest: Botanical dynamics, speciation and diversity.* Academic Press, London.

_____. 1990. Tropical forest. En: Keast A.(ed.), *Biogeography and Ecology of forest bird communities.* Chapter 4. Academic Publishing. The Hague, The Netherlands. p. 35-43

_____. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical Montane forest. En: Churchill S, H. Balslev, E Forero & J. Luteyn (eds.), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest.* The New York Botanical garden, New York. p. 103-126

GIRALDO - CAÑAS D. 1995. Estructura y composición de un bosque secundario fragmentado en la cordillera Central, Colombia. En: Churchill S, H. Balslev, E Forero & J. Luteyn (eds.), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest.* The New York Botanical Garden, New York. p. 159-167

_____. 2000. Variación de la diversidad florística en un mosaico sucesional en la cordillera Central andina (Antioquia, Colombia). *Darwiniana* 38 (1-2): 33-44

GÓMEZ-POMPA A & B. LUDLOW. 1979. Regeneración de los ecosistemas tropicales y subtropicales. En Gómez-Pompa A (ed.), Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México. Compañía editorial Continental, S.A. México. p. 11-25

_____. 1985. Los Recursos Bióticos de México. México. 98p.

GONZALEZ - OROZCO C.E. 1999. Aportes botánicos sobre las plantas de la Meseta de Popayán, anotaciones iniciales. Unicauca Ciencia: El Universo de la Ciencia, la Catedra y la Investigación. Vol 4.

GUEVARA S. & J. LABORDE. 1993. Monitoring seed dispersal at isolated standing trees in tropical pastures: consequences for local species availability. *Vegetatio* 107/108: 319-338

HARRIS L. D. 1984. The fragmented forest, Island biogeographic theory and the preservation of biotic diversity. Chicago, University of Chicago Press.

HUBBELL S. P & R. B. FOSTER . 1986. Commonness and rarity in a Neotropical forest: implication for tropical tree conservation. En: Soulè M. (ed.,) Conservation biology: science of scarcity and diversity. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. 201-212 p.

INSTITUTO ALEXANDER VON HUMBOLDT. 1997. Lista de Plantas colombianas en peligro. Programa de biología de la conservación. p 1-14.

_____.1998. Enfrentar el riesgo de la extinción en Colombia. *Biosíntesis*:5.

JIMENEZ Z. W & P. A. ECHEVERRY. Consideraciones ecológicas y silviculturales acerca de los robles. Universidad Nacional de Costa Rica, Heredia. 112 p.

KATTAN G, C RESTREPO & M. GIRALDO. 1984. Estructura de un bosque de niebla en la cordillera occidental , Valle del Cauca, Colombia. *Cespedesia*: 8: 23-43

KATTAN G & H. ALVAREZ. 1996. Preservation and management of biodiversity in fragmented landscapes in the colombian Andes. En: Schelhas J & R Greenberg

(eds.), Forest Patches in tropical landscapes. Island press, Washington, D.C. p.21-37

MADSEN J. E & B. OLLGAARD. 1994. Floristic composition, structure and dynamics of an upper montane rain forest in Southern Ecuador. *Nordic Journal of Botany* 14 (4): 403-423

MAGURRAN A. 1988. *Ecological Diversity and its measurement.* Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 177p.

MATLACK G. R. 1994. Vegetation dynamics of the forest edge: trends in space and successional time. *Journal of Ecology* 82: 113-123

MATTEUCCI S & A COLMA. 1982. *Metodología para el estudio de la Vegetación.* Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C. 163 p.

McARTHUR, R. H. & E. O. WILSON. 1967. *The theory of island biogeography.* Princeton University Press, Princeton, New Jersey

Mc NEELY J. A.M., K. R. MILLER, W. V. REID, R.A. MITTERMEIER & T. B. WERNER. 1990. *Conserving the world's biological diversity.* International Union for the Conservation of nature and Natural resources (IUCN), Gland, Switzerland.

MEFFE G & C. R. CARROLL. 1997. *Principles of Conservation Biology,* (eds.), Sinauer Associates Publishers, Massachusetts, USA.

MEFFE G., C. R. CARROLL & S. L. PIMM. 1997. System Level Consideration: Community- and Ecosystem - Level Conservation: Species Interactions, Disturbance Regimes, and Invading Species. En Meffe G & C.R. Carroll (eds.), *Principles of Conservation Biology, Part III.* Sinauer Associates Publishers, Massachusetts, USA. p. 234-269.

MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. 2000. *Ecosistemas de Colombia: Zonas de Protección especial.* Bogotá, Colombia. p. 211

MORI, S & B. BOOM. 1983. Ecological importance of Myrtaceae in a eastern Brazilian forest. *Biotropica* 15 (1): 68-70

- NASON J.D, P. R ALDRICH & J.L HAMRICK.** 1997. Dispersal and the dynamics of genetic structure in fragment tropical tree populations. En : Laurance W & Bierregaard R. (eds.), Tropical forest remnants: Ecology, Management, and conservation of fragmented communities. Chicago, University of Chicago press. p. 304 -320
- NICOTRA A. B., R. CHAZDON & S. V. IRIARTE.** 1999. Spatial heterogeneity of light and woody seedling regeneration in tropical wet forests. *Ecology* 80(6):1908-1926
- NIELSEN E., J. F. WAKER, O. MILLER, S. W. SEMONES, T. LEI & B. D. CLINTON.**1999. Inhibition of seedling survival under *Rhododendronmaximum* (Ericaceae): Could allelopathy be a cause? *American journal of Botany* 86 (11): 1597-1605
- NOSS R.F & B. CSUTI.** 1997. Habitat Fragmentation. En Meffe G & C.R. Carroll. (eds.), Principles of Conservation Biology, Part III. Sinauer Associates Publishers, Massachusetts, USA. p. 269-305.
- OSPINA I., C. VÁSQUEZ & J RODRIGUEZ.** 1976. Estudio general de los grados de erosión y de cobertura vegetal de la cuenca alta del río chiquito (Boyacá). Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, Sub dirección agrícola, Colombia.
- PANETTA, F. D & A. J. HOPKINS.** 1991. Weeds in corridors: invasion and management. En: Sauders D.A & R.J. Hobbs (eds.), Nature Conservation 2, The role of corridors. Chapter 31. Departament of Conservation and land Managment, Australia. p. 341-351
- PÉREZ - ARBELÁEZ E.** 1986. Vegetación desde el aire. *Perez - Arbelaezia* (1) 2: 113-123
- _____. 1996. Plantas útiles de Colombia. 5ta edición. Fondo FEN Colombia, Bogotá. 831 p.
- PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE POPAYÁN (POT).** 2002. Administración Municipal del Municipio de Popayán, Cauca. 346 p.
- PRIMACK, R. B.** 1992. Dispersal can limit local plant distribution. *Conservation Biology* 6: 513-519

- PUTZ F. E.** 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panamá. *Ecology* 65:1713-1724
- RAMÍREZ - PADILLA B.** 1995. Principios y métodos en Ecología Vegetal. Manual de clase, Énfasis en Botánica II. Universidad del Cauca, Popayán.
- RAMÍREZ - VELÁZQUEZ A & G. ORTIZ.** 1988. Uso y manejo de los suelos de la meseta de Popayán. Ministerio de Agricultura, Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Palmira, Colombia. 60 p.
- RANGEL J. O & A. GARZÓN.** 1987. Macizo central colombiano: con especial referencia al transecto desde el valle del río Magdalena hasta el Volcán Puracé. En: Rangel J.O (ed.), Colombia Diversidad Biótica I. Instituto de Ciencias Naturales, Convenio INDERENA - Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá. p.171 - 183
- _____, **A. M CLEEF & S. SALAMANCA.** 1989. La vegetación de las regiones de vida Subandina y Ecuatorial del transecto parque Los Nevados (Cordillera Central colombiana). *Pérez - Arbelaezia* (2): 8: 329-381
- _____, **& A. VELÁSQUEZ.** 1997. Métodos de estudio de la Vegetación. En: Rangel J.O, P.D. Lowy & M. Aguilar (eds.), Colombia Diversidad Biótica II, Tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá. p.59-87
- _____, **P. D LOWY & M. AGUILAR.** 1997. La distribución de los tipos de vegetación en las regiones naturales de Colombia. (Aproximación inicial). En: Rangel J.O, P.D. Lowy & M. Aguilar (eds.), Colombia Diversidad Biótica II, Tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá. p.383-403
- ROBERTS E. H.** 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Tecnology* 1: 199-300
- ROLIM S. G, H. T. ZARATE DO COUTO & R. MORAES DE JESUS.** Fluctuaciones temporales en la composición florística del bosque tropical Atlántico. *Biotropica* 33 (1): 12-22

- ROSS M. A & J. L HARPER.** 1972. Occupation of biological space during seedling establishment. *Journal of Ecology* 60: 77-88
- SARMIENTO F.** 1995. Restoration of Equatorial Andes: The Challenge for Conservation of Trop-Andean Landscapes in Ecuador. En: S.P. Churchill et al,(eds.), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. The New York Botanical Garden, Bronx, New York. p. 637-651
- SCHELHAS J & R. GREENBERG.** 1996. The value of forest patches. En: Schelhas J & R Greenberg (eds.), *Forest Patches in tropical landscapes*. Island press, Washington, D.C. p. 1-20
- SERNA - ISAZA R.A.** 1998. La comunidad vegetal. Material de clase: Énfasis en Botánica I. Universidad del Cauca, Popayán.
- SHOSHANY M. P, P KUTIEL, H LAVEE & M. EICHLER.** 1994. Remote sensing of vegetation cover along a climatological gradient. *Journal of Photogrammetric and Remote sensing* 49: 2-10
- SIMBERLOFF D & J COX.** 1987. Consequences and costs of conservation corridors. *Conservation Biology* (1) 1: 63-71
- SMITH J, C SABOGAL, W. JONG & D KAIMOWITZ.** 1997. Bosques secundarios como recurso para el desarrollo rural y la conservación ambiental en los trópicos de América Latina. CIFOR (Center for International Forestry Research), Indonesia. Occasional paper No. 13. p. 32.
- TORO A & J. SALDARRIAGA.** 1990. Algunas características de la sucesión secundaria en campos de cultivo abandonado en Araracuara, Amazonas, Colombia. *Colombia amazónica* 4: 31-57
- TORRES M. P.** 1997. Aporte al conocimiento de la Geología y la Estratigrafía de la Formación Popayán, Departamento del Cauca. *Novedades Colombianas* 7:4-28
- TURNER I. M, Y. K WONG, P. T CHEW & A. I. IBRAHIM.** 1998. Rapid assessment of tropical rain forest successional status using aerial photographs. *Elservier Science* p.177-183

- UNESCO.** 1978. Tropical forest ecosystems: A state of Knowledge report. Natural Resources Research. Capitulo 5. UNESCO, París. p. 126-162
- VALENCIA R. & P. M. JORGENSEN.** 1992. A quantitative inventory of a humid montane forest on Volcan Pasochoa, Ecuador. *Nordic Journal of Botany* 12: 239-247
- _____. 1995. Composition and structure of an andean forest fragment in eastern Ecuador. En: Churchill S, H. Balslev, E Forero & J. Luteyn (eds.), *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. The New York Botanical Garden, New York. p. 239-249
- _____, **H BALSLEV, G.PAZ & C. MIÑO.** 1997. Tamaño y distribución vertical de los árboles en una hectárea de un bosque muy diverso de la Amazonía ecuatoriana. En: Valencia R & H. Balslev (eds.), *Estudios sobre diversidad y ecología de plantas, Memorias del II Congreso Ecuatoriano de Botánica*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. p. 173-184
- VAN VELZEN H.** 1992. Prioridades para la conservación de la biodiversidad en los Andes colombianos. *Novedades colombianas* No 4 (especial).
- VIANA V. M., A. J. TABAÑEZ & J. L. BATISTA.** 1997. Dynamics and restoration of forest fragments in the brazilian atlantic moist forest. En : Laurance W & Bierregaard R. (eds.), *Tropical forest remnants: Ecology, Manegement, and conservation of fragmented communities*. Chicago, University of Chicago press. p. 351-365
- WATKINSON A. R.** 1998. Annual Plants : A life history and population analysis. En: Kawano S. (ed.), *Biological approaches and evolutionary trends in plants*. Academic Press, London. p. 351-366
- WHEELWRIGHT N. T., W. A. HABER, G. A. MURRAY & C. GUINDON.** 1984. Tropical fruit-eating birds and their food plants: a survey of a Costa Rican montane forest. *Biotropica* 16: 173-192
- WHITMORE T. C.** 1997. Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. En: Laurance W & R Bierregaard (eds.), *Tropical forest remnants: Ecology,*

Manegement, and conservation of fragmented communities. Chicago, University of Chicago press. p.3-12

ZIMMERMANN J. K., T .M AIDE, M. ROSARIO, M. SERRANO & L. HERRERA.
1995. Effects of land management and a recent hurricane on forest structur and composition in the Luquillo Experimental Forest, Puerto Rico. *Forest Ecology and Management* 77:65-76

ANEXO A. Listado de las especies y parámetros estructurales evaluados en 0.1 Ha de muestreo para los individuos con DAP \geq 2.5 cm, en los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas.

ALTO GENAGRA

FAMILIA	ESPECIE	Tind/ sp	Tind/ familia	D	Dr	F	Fr	AB (m2*Ha)	Do	Dor	IVI	Dcopa	Cober tura	IPF
Actinidaceae	Saurauia brachybotrys Turcz	2	2	0.2	0.45	0.2	1.27	0.04060	40.60	0.5529	2.27	18.59	0.47	1.47
Anacardiaceae	Mauria heterophylla Kunth	2	2	0.2	0.45	0.2	1.27	0.01350	13.50	0.1838	1.90	24.08	0.61	1.24
Apocynaceae	Mandevilla sp1(CAC 303)	1	1	0.1	0.22	0.1	0.63	0.00051	0.50	0.0069	0.86	0.00	0.00	0.23
Caesalpinaceae	Senna sp1(CAC 412)	2	2	0.2	0.45	0.1	0.63	0.00130	1.30	0.0177	1.10	4.56	0.11	0.58
Caprifoliaceae	Viburnum glabratum Kunth	1		0.1	0.22	0.1	0.63	0.00318	3.18	0.0433	0.90	7.18	0.18	0.45
	Viburnum cornifolium Killip & Smith	2	3	0.2	0.45	0.1	0.63	0.06150	61.50	0.8375	1.92	0.95	0.02	1.31
Cecropiaceae	Cecropia angustifolia	5	5	0.5	1.12	0.4	2.53	0.27156	271.56	3.6982	7.35	92.63	2.33	7.14
Chloranthaceae	Hedyosmun racemosum (R&P) G. Don.	10	10	1	2.23	0.5	3.16	0.12482	124.82	1.6998	7.10	74.67	1.88	5.81
Cyatheaceae	Cyathea sp1(CAC 327)	1	1	0.1	0.22	0.1	0.63	0.00318	3.18	0.0433	0.90	6.62	0.17	0.43
Euphorbiaceae	Alchornea latifolia Sw.	59	62	5.9	13.17	1	6.33	3.65416	3654.15	49.7623	69.26	1259.21	31.64	94.58
	Hyeronima macrocarpa Muell.Arg	3		0.3	0.67	0.2	1.27	0.10910	109.10	1.4857	3.42	62.74	1.58	3.73
Ericaceae	Psammisia columbiensis Hoer	10	10	1	2.23	0.2	1.27	0.03030	30.30	0.4126	3.91	0.00	0.00	2.64
Fagaceae	Quercus humboldtii Bonpl.	6	6	0.6	1.34	0.2	1.27	0.21988	219.88	2.9943	5.60	175.58	4.41	8.75
Flacourtiaceae	Xylosma sp1(CAC470)	5	5	0.5	1.12	0.2	1.27	0.00772	7.72	0.1052	2.49	14.53	0.37	1.59
Clusiaceae	Chrysoclamys dependens	1		0.1	0.22	0.1	0.63	0.00257	2.57	0.0350	0.89	7.18	0.18	0.44
	Clusia sp1(CAC 583)	2		0.2	0.45	0.2	1.27	0.02490	24.90	0.3391	2.05	1.28	0.03	0.82
	Clusia cylindrica Hammel	2		0.2	0.45	0.1	0.63	0.13040	130.40	1.7758	2.86	123.04	3.09	5.31
	Vismia lauriformis	2	7	0.2	0.45	0.1	0.63	0.00258	2.58	0.0351	1.11	4.89	0.12	0.60
Lacistemataceae	Lacistema aggregatum (P.J. Bergius.) Rusby	19	19	1.9	4.24	0.4	2.53	0.06190	61.90	0.8430	7.62	99.04	2.49	7.57
Lauraceae	Cinnamomum triplinerve (Ruiz & Pav.) Kosterm.	11		1.1	2.46	0.6	3.80	0.22208	222.08	3.0243	9.28	144.14	3.62	9.10
	Nectandra acutifolia (R &P) Mez	10		1	2.23	0.6	3.80	0.39162	391.61	5.3330	11.36	257.73	6.48	14.04
	Nectandra lineata (Kunth) Rohwer	3		0.3	0.67	0.3	1.90	0.04863	48.63	0.6622	3.23	35.12	0.88	2.21
	Nectandra reticulata	8		0.8	1.79	0.3	1.90	0.27017	270.17	3.6792	7.36	122.38	3.08	8.54
	Nectandra umbrosa Mez	6	38	0.6	1.34	0.3	1.90	0.14771	147.71	2.0116	5.25	96.84	2.43	5.78
Marcgraviaceae	Marcgravia sp1(CAC 587)	9		0.9	2.01	0.6	3.80	0.02560	25.60	0.3486	6.16	0.00	0.00	2.36
	Marcgravia sp2(CAC 588)	2		0.2	0.45	0.1	0.63	0.00275	2.75	0.0375	1.12	0.00	0.00	0.48

	<i>Sarcopera anomala</i>	11	22	1.1	2.46	0.3	1.90	0.03182	31.81	0.4333	4.79	0.00	0.00	2.89
Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon</i> sp1(CAC 557)	1		0.1	0.22	0.1	0.63	0.00079	0.79	0.0108	0.87	0.00	0.00	0.23
	aff. <i>Tetrapteris</i> sp1(CAC 556)	4	5	0.4	0.89	0.3	1.90	0.00734	7.33	0.0999	2.89	0.00	0.00	0.99
Melastomataceae	<i>Meriania speciosa</i> (Bonpl.)Naud.	4	34	0.4	0.89	0.2	1.27	0.04925	49.25	0.6707	2.83	24.32	0.61	2.17
	<i>Miconia caudata</i> Tr. & Pl	15		1.5	3.35	0.7	4.43	0.09588	95.88	1.3057	9.08	93.97	2.36	7.02
	<i>Miconia notabilis</i>	15		1.5	3.35	0.6	3.80	0.03861	38.61	0.5258	7.67	48.27	1.21	5.09
Mimosaceae	<i>Inga gracilior</i> Sprague	2		0.2	0.45	0.2	1.27	0.02374	23.74	0.3233	2.04	36.09	0.91	1.68
	<i>Inga longispica</i> Standley	6		0.6	1.34	0.3	1.90	0.18995	189.95	2.5867	5.82	154.94	3.89	7.82
	<i>Inga psittacorum</i> L.Uribe	1	11	0.1	0.22	0.1	0.63	0.02495	24.95	0.3398	1.20	22.75	0.57	1.13
	<i>Inga punctata</i> Willd	2		0.2	0.45	0.1	0.63	0.00497	4.97	0.0677	1.15	11.46	0.29	0.80
Monimiaceae	<i>Siparuna aspera</i> (Ruiz & Pav.)A.DC.	3	3	0.3	0.67	0.2	1.27	0.01886	18.86	0.2568	2.19	24.18	0.61	1.53
Moraceae	<i>Ficus caucana</i> Dugand	5		0.5	1.12	0.3	1.90	0.03356	33.56	0.4570	3.47	62.08	1.56	3.13
	<i>Ficus</i> sp1(CAC 373)	1		0.1	0.22	0.1	0.63	0.00764	7.64	0.1040	0.96	0.67	0.02	0.34
	<i>Ficus</i> sp2(CAC 423)	2		0.2	0.45	0.1	0.63	0.00290	2.90	0.0395	1.12	1.23	0.03	0.52
	<i>Ficus</i> sp3(CAC 541)	1	9	0.1	0.22	0.1	0.63	0.00318	3.18	0.0433	0.90	5.09	0.13	0.39
Myrsinaceae	<i>Cybianthus poeppigii</i> Mez	5		0.5	1.12	0.4	2.53	0.00715	7.15	0.0974	3.75	10.53	0.26	1.48
	<i>Cybianthus</i> sp1(CAC 398)	9		0.9	2.01	0.3	1.90	0.01421	14.21	0.1935	4.10	32.22	0.81	3.01
	<i>Geissanthus</i> sp1 (CAC 397)	2		0.2	0.45	0.1	0.63	0.01326	13.26	0.1806	1.26	16.81	0.42	1.05
	<i>Myrsine guianensis</i>	3	22	0.3	0.67	0.2	1.27	0.02442	24.42	0.3326	2.27	17.59	0.44	1.44
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem.& Shult.	3		0.3	0.67	0.1	0.63	0.12405	124.05	1.6893	2.99	36.75	0.92	3.28
Myrtaceae	<i>Myrcia popayanensis</i>	18		1.8	4.02	0.6	3.80	0.34136	341.36	4.6486	12.46	190.57	4.79	13.46
	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	2	20	0.2	0.45	0.2	1.27	0.01596	15.96	0.2173	1.93	36.78	0.92	1.59
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	1		0.1	0.22	0.1	0.63	0.00230	2.298	0.0313	0.89	2.47	0.06	0.32
	<i>Piper crassinervium</i> Kunth	7		0.7	1.56	0.3	1.90	0.01044	10.44	0.1422	3.60	28.82	0.72	2.43
	<i>Piper hartwegianum</i> (Benth) C.DC.	3	11	0.3	0.67	0.1	0.63	0.01039	10.39	0.1415	1.44	9.99	0.25	1.06
Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	55		5.5	12.28	1	6.33	0.19976	199.75	2.7203	21.33	221.52	5.57	20.56
	<i>Psychotria</i> sp1(CAC 326)	78	133	7.8	17.41	0.9	5.70	0.09342	93.42	1.2722	24.38	203.94	5.12	23.81
Verbenaceae	<i>Duranta coriacea</i> Hayek	3	3	0.3	0.67	0.3	1.90	0.02126	21.26	0.2895	2.86	17.36	0.44	1.40
Tiliaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	1	1	0.1	0.22	0.1	0.63	0.05092	50.92	0.6934	1.55	23.79	0.60	1.51
Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	1	1	0.1	0.22	0.1	0.63	0.00866	8.66	0.1179	0.97	12.25	0.31	0.65
28	56	448	448	44.8	100	15.8	100	7.34322	7343.2	100	300.00	3979.42	100.00	300.00

LAS GUACAS

FAMILIA	ESPECIE	Tind/ sp	Tind/ familia	D	Dr	F	Fr	AB (m2*Ha)	Do	Dor	IVI	Dcopa	Cober tura	IPF
Actinidaceae	Saurauia scabra Poepp. ex Choisy	7		0.7	2.1739	0.3	1.70	0.04425	44.25	0.72	4.60	30.67	0.97	3.87
	Saurauia brachybotrys Turcz	1	8	0.1	0.3106	0.1	0.57	0.00538	5.38	0.09	0.97	3.58	0.11	0.51
Anacardiaceae	Toxicodendron striatum (Ruiz & Pav.) Kuntze	2	2	0.2	0.62	0.2	1.14	0.00415	4.15	0.07	1.83	6.53	0.21	0.90
Annonaceae	Guatteria goudotiana Triana & Planch	11	11	1.1	3.42	0.5	2.84	0.42135	421.35	6.86	13.12	198.89	6.30	16.57
Apocynaceae	Mandevilla sp2 (CAC 447)	1	1	0.1	0.31	0.1	0.57	0.00204	2.04	0.03	0.91	0.00	0.00	0.34
Aquifoliaceae	Ilex laurina	3	3	0.3	0.93	0.2	1.14	0.01776	17.76	0.29	2.36	6.02	0.19	1.41
Araliaceae	Oreopanax sp1(CAC 598)	1	1	0.1	0.31	0.1	0.57	0.00156	1.56	0.03	0.90	1.20	0.04	0.37
Caprifoliaceae	Viburnum glabratum Kunth	1	1	0.1	0.31	0.1	0.57	0.00156	1.56	0.03	0.90	1.52	0.05	0.38
Cecropiaceae	Cecropia angustifolia	4	4	0.4	1.24	0.4	2.27	0.08028	80.28	1.31	4.82	39.95	1.26	3.81
Clethraceae	Clethra fagifolia Kunth	8	8	0.8	2.48	0.3	1.70	0.66037	660.37	10.76	14.95	216.49	6.85	20.09
Cyatheaceae	Cnemidaria horrida (L.)C.Presl	1		0.1	0.31	0.1	0.57	0.00385	3.85	0.06	0.94	1.75	0.06	0.43
	Cyathea sp2(CAC 564)	11	12	1.1	3.42	0.6	3.41	0.06470	64.70	1.05	7.88	91.50	2.90	7.37
Euphorbiaceae	Alchornea latifolia Sw.	12		1.2	3.73	0.6	3.41	0.34440	344.40	5.61	12.75	151.83	4.81	14.14
	Hyeronima macrocarpa Muell.Arg	20	32	2	6.21	0.5	2.84	0.46867	468.67	7.63	16.69	217.23	6.88	20.72
Fagaceae	Quercus humboldtii Bonpl.	3	3	0.3	0.93	0.3	1.70	0.55286	552.86	9.01	11.64	116.41	3.68	13.62
Gesneriaceae	Besleria solanoides Kunth	5	5	0.5	1.55	0.3	1.70	0.00761	7.61	0.12	3.38	10.52	0.33	2.01
Grossulariaceae	Phyllonoma ruscifolia Willd.	1	1	0.1	0.31	0.1	0.57	0.00624	6.24	0.10	0.98	3.87	0.12	0.53
Clusiaceae	Chrysoclamis sp1(CAC 494)	2		0.2	0.62	0.2	1.14	0.00352	3.52	0.06	1.81	5.88	0.19	0.86
	Clusia discolor Cuatr.	7		0.7	2.17	0.4	2.27	0.19051	190.51	3.10	7.55	112.24	3.55	8.83
	Clusia sp1(CAC 583)	1	10	0.1	0.31	0.1	0.57	0.00258	2.58	0.04	0.92	5.00	0.16	0.51
Lacistemataceae	Lacistema aggregatum (P.J. Bergius.) Rusby	1	1	0.1	0.31	0.1	0.57	0.00351	3.51	0.06	0.94	6.00	0.19	0.56
Lauraceae	Cinnamomum triplinerve (Ruiz & Pav.) Kosterm.	22		2.2	6.83	0.9	5.11	0.83769	837.69	13.65	25.59	265.38	8.40	28.88
	Nectandra acutifolia (R &P) Mez	8		0.8	2.48	0.5	2.84	0.19631	196.31	3.20	8.52	133.87	4.24	9.92
	Nectandra lineata (Kunth) Rohwer	7		0.7	2.17	0.7	3.98	0.26506	265.06	4.32	10.47	137.70	4.36	10.85
	Nectandra reticulata	3		0.3	0.93	0.3	1.70	0.09643	96.43	1.57	4.21	73.10	2.31	4.82
	Nectandra umbrosa Mez	3		0.3	0.93	0.3	1.70	0.27607	276.07	4.50	7.13	72.11	2.28	7.71
	Nectandra sp1(CAC 478)	1	48	0.1	0.31	0.1	0.57	0.00134	1.34	0.02	0.90	2.09	0.07	0.40
	Nectandra sp2 (CAC 492)	4		0.4	1.24	0.3	1.70	0.12928	129.28	2.11	5.05	98.03	3.10	6.45
Malpighiaceae	Bunchosia armeniaca (Cuatr.)DC.	1		0.1	0.31	0.1	0.57	0.00137	1.37	0.02	0.90	1.45	0.05	0.38
	Hiraea sp1(CAC 459)	11	12	1.1	3.42	0.4	2.27	0.03967	39.67	0.65	6.34	0.00	0.00	4.06

Marcgraviaceae	<i>Sarcopera anomala</i>	2	2	0.2	0.62	0.1	0.57	0.01958	19.58	0.32	1.51	0.00	0.00	0.94
Melastomataceae	<i>Meriania speciosa</i> (Bonpl.)Naud.	2		0.2	0.62	0.2	1.14	0.01419	14.19	0.23	1.99	23.94	0.76	1.61
	<i>Miconia aff acuminifera</i>	22		2.2	6.83	0.8	4.55	0.12565	125.65	2.05	13.42	121.00	3.83	12.71
	<i>Miconia caudata</i> Tr. & Pl	12		1.2	3.73	0.7	3.98	0.09104	91.04	1.48	9.19	75.36	2.39	7.59
	<i>Miconia lehmannii</i> Cogn.	7	43	0.7	2.17	0.5	2.84	0.05480	54.80	0.89	5.91	32.29	1.02	4.09
Mimosaceae	<i>Inga coruscans</i> Humb & Bonpl. Ex Willd	6		0.6	1.86	0.3	1.70	0.11343	113.43	1.85	5.42	138.33	4.38	8.09
	<i>Inga longispica</i> Standley	4	10	0.4	1.24	0.4	2.27	0.05398	53.98	0.88	4.39	105.49	3.34	5.46
Monimiaceae	<i>Mollinedia campanulacea</i> Tul.	2		0.2	0.62	0.2	1.14	0.04697	46.97	0.77	2.52	8.57	0.27	1.66
	<i>Siparuna aspera</i> (Ruiz & Pav.)A.DC.	3	5	0.3	0.93	0.3	1.70	0.00952	9.52	0.16	2.79	11.56	0.37	1.45
Moraceae	<i>Ficus andicola</i> Standley	2		0.2	0.62	0.2	1.14	0.07047	70.47	1.15	2.91	36.50	1.16	2.92
	<i>Ficus cuatrecasana</i> Dugand	1	3	0.1	0.31	0.1	0.57	0.02495	24.95	0.41	1.29	13.33	0.42	1.14
Myrsinaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	2		0.2	0.62	0.1	0.57	0.00565	5.65	0.09	1.28	4.55	0.14	0.86
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem.& Shult.	1	3	0.1	0.31	0.1	0.57	0.01471	14.71	0.24	1.12	10.00	0.32	0.87
Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	8	8	0.8	2.48	0.3	1.70	0.09477	94.77	1.54	5.73	113.60	3.60	7.62
Palmae	<i>Prestoea acuminata</i> (Willd)H. E Huese	1	1	0.1	0.31	0.1	0.57	0.02407	24.07	0.39	1.27	4.00	0.13	0.83
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	1		0.1	0.31	0.1	0.57	0.00557	5.57	0.09	0.97	2.36	0.07	0.48
	<i>Piper crassinervium</i> Kunth	2		0.2	0.62	0.2	1.14	0.02287	22.87	0.37	2.13	6.61	0.21	1.20
	<i>Piper glandolgeron</i> C.DC	1	14	0.1	0.31	0.1	0.57	0.00258	2.58	0.04	0.92	1.50	0.05	0.40
	<i>Piper hartwegianum</i> (Benth) C.DC.	10		1	3.11	0.6	3.41	0.09721	97.21	1.58	8.10	67.18	2.13	6.82
Proteaceae	<i>Roupala obovata</i>	2	2	0.2	0.62	0.1	0.57	0.02218	22.18	0.36	1.55	15.51	0.49	1.47
Rhamnaceae	<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.	1	1	0.1	0.31	0.1	0.57	0.00064	0.64	0.01	0.89	1.67	0.05	0.37
Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	1		0.1	0.31	0.1	0.57	0.00050	0.50	0.01	0.89	0.77	0.02	0.34
	<i>Elaeagia sp1</i> (CAC 496)	10		1	3.11	0.3	1.70	0.03035	30.35	0.49	5.30	34.70	1.10	4.70
	<i>Guettarda sp1</i> (CAC 482)	5		0.5	1.55	0.3	1.70	0.21723	217.23	3.54	6.80	123.85	3.92	9.01
	<i>Palicourea cf. angustifolia</i>	2		0.2	0.62	0.1	0.57	0.03570	35.70	0.58	1.77	4.65	0.15	1.35
	<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause	31		3.1	9.63	0.8	4.55	0.11276	112.76	1.84	16.01	95.20	3.01	14.48
	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	9		0.9	2.80	0.5	2.84	0.03078	30.78	0.50	6.14	26.65	0.84	4.14
	<i>Palicourea sp1</i> (CAC 462)	1	61	0.1	0.31	0.1	0.57	0.00538	5.38	0.09	0.97	4.18	0.13	0.53
	<i>Psychotria sp1</i> (CAC 326)	2		0.2	0.62	0.2	1.14	0.00204	2.04	0.03	1.79	4.40	0.14	0.79
Solanaceae	<i>Cestrum sp3</i> (CAC 538)	1	1	0.1	0.31	0.1	0.57	0.00064	0.64	0.01	0.89	0.58	0.02	0.34
Theaceae	<i>Freziera tomentosa</i> (Ruiz & Pavón)Tulasne	1	1	0.1	0.31	0.1	0.57	0.01031	10.31	0.17	1.05	9.60	0.30	0.78
Tiliaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	2	2	0.2	0.62	0.1	0.57	0.03747	37.47	0.61	1.80	26.48	0.84	2.07
Verbenaceae	<i>Duranta coriacea</i> Hayek	2	2	0.2	0.62	0.1	0.57	0.01055	10.55	0.17	1.36	24.25	0.77	1.56
34	63	322	322	32	100.00	17.6	100.00	6.13890	6138.90	100.00	300.00	3159.47	100.00	300.00

ANEXO B. Listado de las especies de plántulas y parámetros estructurales del Soto

bosque de los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas.

ALTO GENAGRA

FAMILIA	ESPECIE	Tind	Dr	Fr	Cob.r	AVI
Actinidaceae	<i>Saurauia brachybotrys</i> Turcz	2	0.14	0.91	0.00470	1.06
Araceae	<i>Anthurium nigrecens</i>	6	0.42	1.37	0.71052	2.50
	<i>Anthurium longigeniculatum</i>	2	0.14	0.91	0.10864	1.16
	<i>Anthurium pedatum</i> (Kunth) Schott	3	0.21	1.37	1.12968	2.71
	<i>Philodendron sp. 1</i> (CAC 365)	3	0.21	0.91	0.10016	1.23
	<i>Philodendron cf montanum</i> (CAC 332)	2	0.14	0.46	0.04108	0.64
	<i>Xanthosoma sp. 1</i> (CAC 480)	1	0.07	0.46	0.47342	1.00
Aspleniaceae	<i>Asplenium radicans</i> aff. var. <i>partitum</i> (Kl.) Hieron	4	0.28	1.83	0.20632	2.32
	<i>Asplenium sp. 1</i> (CAC 566)	1	0.07	0.46	0.00183	0.53
Asteraceae	<i>Ellephantopus mollis</i>	1	0.07	0.46	0.01722	0.54
	<i>Mikania banisteriae</i> C. DC.	3	0.21	0.91	0.01774	1.14
	<i>Asteraceae sp. 1</i> (CAC 603)	1	0.07	0.46	0.00078	0.53
	<i>Asteraceae sp. 2</i> (CAC 604)	1	0.07	0.46	0.00913	0.54
	<i>Callea sp. 1</i> (CAC 506)	2	0.14	0.46	0.01162	0.61
Begoniaceae	<i>Begonia sp. 1</i> (CAC 605)	1	0.07	0.46	0.06808	0.60
Blechnaceae	<i>Blechnum gracile</i> Kaulf	6	0.42	1.37	0.39073	2.18
	<i>Blechnum occidentale</i>	4	0.28	1.37	0.34443	2.00
Caesalpinaceae	<i>Senna sp. 1</i> (CAC 412)	3	0.21	1.37	0.04962	1.63
	<i>Senna sp. 2</i> (CAC 540)	3	0.21	0.46	0.01578	0.68
Caprifoliaceae	<i>Viburnum glabratum</i> Kunth	1	0.07	0.46	0.00548	0.53
	<i>Viburnum cornifolium</i> Killip & Smith	2	0.14	0.46	0.01643	0.61
	<i>Viburnum tinoides</i> L.f	1	0.07	0.46	0.00835	0.54
Chloranthaceae	<i>Hedyosmun racemosum</i> (R&P) G. Don.	1	0.07	0.46	0.11738	0.64
Cyatheaceae	<i>Cnemidaria sp. 1</i> (CAC323)	8	0.56	0.91	1.50164	2.98
Dryopteridaceae	<i>Polystichum moritzianum</i> (Klot.) Hieron	14	0.99	2.28	2.52842	5.80
Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	11	0.78	2.28	0.72786	3.79
Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	2	0.14	0.46	0.09547	0.69
Flacourtiaceae	<i>Flacourtiaceae sp. 1</i> (CAC 601)	2	0.14	0.46	0.01369	0.61
	<i>Xylosma sp. 1</i> (CAC 470)	17	1.20	3.20	2.15986	6.56
Gramineae	<i>Ichnanthus pallens</i> (Sw.) Munro ex Benth.	9	0.64	1.37	0.28614	2.29
	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.	4	0.28	0.46	0.38447	1.12
Guttiferae	<i>Clusia sp. 1</i> (CAC 583)	3	0.21	0.91	0.09260	1.22
Labiatae	<i>Scutellaria coccinea</i>	2	0.14	0.91	0.02426	1.08
Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J. Bergius.) Rusby	3	0.21	1.37	0.19576	1.78
Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.	74	5.22	4.11	10.17914	19.51
	<i>Nectandra acutifolia</i> (R & P) Mez	50	3.53	4.11	2.78747	10.43
	<i>Nectandra lineata</i> (Kunth) Rohwer	599	42.27	4.57	26.29372	73.13
	<i>Nectandra reticulata</i>	8	0.56	2.28	0.84628	3.69
	<i>Nectandra umbrosa</i> Mez	84	5.93	4.57	3.62741	14.12
Malvaceae	<i>Pavonia fruticosa</i>	14	0.99	1.83	1.17481	3.99
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia sp. 1</i> (CAC 587)	4	0.28	0.91	0.06599	1.26

	<i>Sarcopera anomala</i>	1	0.07	0.46	0.07395	0.60
Maranthaceae	<i>Maranthaceae sp.1</i> (CAC 596)	1	0.07	0.46	0.00587	0.53
Melastomataceae	<i>Clidemia tocozoidea</i>	4	0.28	1.37	0.07082	1.72
e						
	<i>Miconia caudata</i> Tr. & Pl	10	0.71	2.28	1.74174	4.73
	<i>Miconia notabilis</i>	4	0.28	1.37	0.93327	2.59
	<i>Meriania speciosa</i> (Bonpl.)Naud.	13	0.92	1.83	1.65370	4.40
	<i>Monochaetum lineatum</i>	4	0.28	0.46	0.00333	0.74
Menispermaceae	<i>Cissampelos pareira</i> L.	2	0.14	0.46	0.04382	0.64
Mimosaceae	<i>Inga gracilior</i> Sprague	3	0.21	0.91	0.08321	1.21
	<i>Inga longispica</i> Standley	50	3.53	4.11	4.82293	12.46
	<i>Inga punctata</i> Willd	1	0.07	0.46	0.02504	0.55
Myrsinaceae	<i>Cybianthus poeppigii</i> Mez	14	0.99	2.74	1.07621	4.80
	<i>Cybianthus sp. 1</i> (CAC 571)	10	0.71	1.83	0.43017	2.96
	<i>Geissanthus sp. 1</i> (CAC 397)	1	0.07	0.46	0.05451	0.58
Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	37	2.61	2.74	2.85146	8.20
	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	4	0.28	0.91	0.86728	2.06
Orchidaceae	<i>Erythroides major</i>	5	0.35	0.46	0.10290	0.91
Phytolacaceae	<i>Phytolacca sp. 1</i> (CAC 599)	1	0.07	0.46	0.00026	0.53
Piperaceae	<i>Peperomia trinerve</i>	1			0.02230	0.02
	<i>Peperomia haematolepis</i> Trel.	2	0.14	0.46	0.01682	0.61
	<i>Piper hartwegianum</i> (Benth) C.DC.	14	0.99	1.83	2.14342	4.96
	<i>Piper crassinervium</i> Kunth	10	0.71	2.74	0.54567	3.99
	<i>Piper cornifolium</i> (HBK)	5	0.35	1.37	0.46631	2.19
Rubiaceae	<i>Coffea arabiga</i>	1	0.07	0.46	0.46807	1.00
	<i>Palicourea thyrsoflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	37	2.61	4.11	1.04087	7.76
	<i>Psychotria sp. 1</i> (CAC 326)	195	13.76	4.11	21.71154	39.58
Smilacaceae	<i>Smilax cf. aecuatorialis</i>	2	0.14	0.91	0.03782	1.09
Solanaceae	<i>Cestrum sp. 1</i> (CAC 602)	8	0.56	1.37	0.95101	2.89
	<i>Cestrum sp. 2</i> (CAC 548)	2	0.14	0.46	0.07512	0.67
	<i>Solanum sp. 1</i> (CAC 547)	3	0.21	0.91	0.19419	1.32
Verbenaceae	<i>Duranta coriacea</i> Hayek	4	0.28	0.46	0.01174	0.75
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris sp. 1</i> (CAC 324)	1	0.07	0.46	0.39321	0.92
Urticaceae	<i>Pilea sp. 1</i> (CAC 543)	5	0.35	2.28	0.24734	2.88
36	73	1417	100	100	100	300.00

LAS GUACAS

FAMILIA	ESPECIE	Tind/s	Dr	Fr	Cob.r	AVI
Acanthaceae	<i>Justicia chlorostachya</i>	4	0.50	0.84	0.382	1.72
Annonaceae	<i>Guatteria goudotiana</i> Triana & Planch	8	1.01	1.67	1.521	4.20
Araceae	<i>Anthurium longigeniculatum</i>	3	0.38	0.84	0.198	1.41
	<i>Anthurium microspadix</i>	2	0.25	0.42	0.171	0.84
	<i>Anthurium pedatum</i> (Kunth) Schott	1	0.13	0.42	0.183	0.73
	<i>Anthurium aff. sanguineum</i>	3	0.38	0.84	0.591	1.81
	<i>Phyllodendron sp. 1</i> (CAC 365)	3	0.38	0.42	0.228	1.02
	<i>Phyllodendron sp. 2</i> (CAC 553)	2	0.25	0.84	0.414	1.50
Aspleniaceae	<i>Asplenium radicans</i> aff. var. <i>partitium</i> (Kl.)	5	0.63	1.26	0.277	2.16

	Hieron					
Asteraceae	<i>Callea sp. 1</i> (CAC 506)	1	0.13	0.42	0.049	0.59
	<i>Mikania banisteriae</i>	8	1.01	2.09	0.800	3.90
	<i>Condylopodium cuatrecasatii</i>	2	0.25	0.84	0.134	1.22
	<i>Asteraceae sp. 3</i> (CAC 562)	2	0.25	0.84	0.004	1.09
Blechnaceae	<i>Blechnum l'herminieri</i> (Bory) C. Chr.	2	0.25	0.84	0.082	1.17
	<i>Blechnum gracile</i> Kaulf	2	0.25	0.84	0.100	1.19
	<i>Blechnum occidentale</i>	8	1.01	1.67	1.251	3.93
Caprifoliaceae	<i>Viburnum glabratum</i> H.B.K	6	0.76	1.26	0.432	2.44
Campanulaceae	<i>Burmeistera sp.1</i> (CAC 439)	1	0.13	0.42	0.087	0.63
Cyatheaceae	<i>Cnemidaria horrida</i> (L.)C.Presl	1	0.13	0.42	2.192	2.74
Dryopteridaceae	<i>Diplazium sp. 1</i> (CAC 466)	3	0.38	0.84	1.011	2.23
Euphorbiaceae	<i>Alchornea coelophylla</i> Pax &Hoffman	5	0.63	1.67	1.519	3.82
	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	10	1.26	2.09	10.554	13.91
	<i>Hyeronima macrocarpa</i>	4	0.50	1.67	1.296	3.47
	<i>Phyllanthus sp.1</i> (CAC 569)	2	0.25	0.84	0.064	1.15
Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	5	0.63	1.26	0.659	2.54
Flacourtiaceae	<i>Xylosma sp.1</i> (CAC 470)	14	1.76	2.93	0.546	5.24
Gesneriaceae	<i>Besleria solanoides</i> Kunth	25	3.15	2.09	2.982	8.22
Guttiferae	<i>Chrysoclamys sp. 1</i> (CAC 582)	3	0.38	0.84	2.393	3.61
	<i>Clusia discolor</i> Cuatr.	1	0.13	0.42	0.118	0.66
	<i>Clusia sp. 1</i> (CAC 583)	1	0.13	0.42	0.003	0.55
	<i>Vismia lauriformis</i>	1	0.13	0.42	0.326	0.87
Gramineae	<i>Lasiacis divaricata</i> (L.)Hitchc.	5	0.63	0.42	0.245	1.29
Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.	54	6.80	4.18	5.999	16.98
	<i>Nectandra acutifolia</i> (R &P) Mez	7	0.88	1.26	0.728	2.86
	<i>Nectandra lineata</i> (Kunth) Rohwer	95	11.96	4.18	4.834	20.98
	<i>Nectandra reticulata</i>	44	5.54	2.09	1.416	9.05
	<i>Nectandra umbrosa</i> Mez	44	5.54	3.35	6.609	15.50
Malpighiaceae	<i>Hiraea sp. 1</i> (CAC 459)	45	5.67	2.93	3.425	12.02
Malvaceae	<i>Pavonia fruticosa</i>	2	0.25	0.84	0.151	1.24
Marattiaceae	<i>Danaea elliptica</i> Sm	1	0.13	0.42	0.137	0.68
Melastomataceae	<i>Clidemia tocooidea</i>	1	0.13	0.42	0.002	0.55
	<i>Meriania speciosa</i> (Bonpl.)Naud.	13	1.64	2.09	0.439	4.17
	<i>Miconia caudata</i> Tr. & Pl	7	0.88	1.67	0.275	2.83
	<i>Miconia versicolor</i>	1	0.13	0.42	0.420	0.96
	<i>Miconia aff acuminifera</i>	28	3.53	2.51	3.760	9.80
	<i>Miconia lehmannii</i> Cong.	5	0.63	0.84	0.909	2.38
Mimosaceae	<i>Abarema cf.lehmannii</i> (Br. & Kill) Barneby & Grimes	1	0.13	0.42	0.713	1.26
	<i>Inga coruscans</i> Humb &Bonpl. Ex Willd	3	0.38	1.26	0.449	2.08
	<i>Inga longispica</i> Standley	122	15.37	4.18	12.670	32.22
	<i>Vulpinae sp. 1</i> (CAC 477)	4	0.50	0.84	0.480	1.82
Monimiaceae	<i>Siparuna aspera</i> (Ruiz & Pav.) A. DC	7	0.88	1.67	0.833	3.39
Moraceae	<i>Ficus andicola</i> Standley	1	0.13	0.42	0.335	0.88
Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	18	2.27	3.35	3.464	9.08
Orchidaceae	<i>Malaxis adicola</i> (Ridl.) Kuntze	4	0.50	0.84	0.121	1.46
Phytolacaceae	<i>Phytolacaceae sp. 1</i> (CAC 600)	1	0.13	0.42	0.026	0.57
Passifloraceae	<i>Passiflora arborea</i> Spreng	4	0.50	1.26	0.505	2.26
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	1	0.13	0.42	0.036	0.58

	<i>Piper hartwegianum</i> (Benth) C.DC.	7	0.88	1.26	0.827	2.96
	<i>Piper crassinervium</i> Kunth	11	1.39	1.67	0.551	3.61
	<i>Piper glandolgeron</i> C.DC	6	0.76	0.84	1.921	3.51
	<i>Piper shaeroides</i> C.DC.	4	0.50	0.42	0.071	0.99
	<i>Piper sp.</i> 1(CAC 561)	10	1.26	1.67	0.341	3.27
Pteridaceae	<i>Adiantum andicola</i>	3	0.38	0.84	0.445	1.66
Rubiaceae	<i>Elaeagia sp.</i> 1(CAC 435)	8	1.01	1.67	1.207	3.89
	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	10	1.26	2.09	1.016	4.37
	<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause	37	4.66	3.77	6.514	14.94
	<i>Palicourea sp.</i> 1(CAC 462)	1	0.13	0.42	0.193	0.74
	<i>Psychotria sp.</i> 1(CAC 326)	10	1.26	1.26	2.597	5.11
	<i>Posoqueria sp.</i> 1(CAC 488)	6	0.76	2.09	1.459	4.31
Smilacaceae	<i>Smilax cf. aecuatorialis</i>	1	0.13	0.42	0.160	0.70
Solanaceae	<i>Cestrum sp.</i> 3(CAC 538)	1	0.13	0.42	0.091	0.64
	<i>Cestrum sp.</i> 4(CAC 539)	1	0.13	0.42	1.235	1.78
	<i>Lycianthes acutifolia</i> (R&P) Bitter	16	2.02	3.35	1.174	6.54
Verbenaceae	<i>Duranta coriacea</i> Hayek	2	0.25	0.84	0.437	1.53
***	<i>Megalastrum subincisum</i> (Willd.)Smith & Moran	1	0.13	0.42	0.003	0.55
Zingiberaceae	<i>Renealmia aromatica</i>	3	0.38	0.84	0.215	1.43
36	76	794	100.00	100.00	100	300

ANEXO C. Riqueza de especies de epífitas vasculares registrada para los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas.

Alto Genagra				Las Guacas			
PTERIDOPHYTOS							
Familia	Nombre científico	gen/ fam.	sp/ fam.	Familia	Nombre científico	gen/ fam.	sp/ fam.
Aspleniaceae	<i>Asplenium radicans</i> aff. var. <i>partitium</i> (Kl.) Hieron	1	2	Aspleniaceae	<i>Asplenium radicans</i> aff. var. <i>partitium</i> (Kl.) Hieron	1	3
	<i>Asplenium aethiopicum</i> (Burm. f.) Bech.				<i>Asplenium alatum</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.		
Blechnaceae	<i>Blechnum gracile</i> Kaulf.	1	2	Blechnaceae	<i>Asplenium theciferum</i> (Kunth) Mett.		
	<i>Blechnum occidentale</i> L.				<i>Blechnum l'herminieri</i> (Bory) C. Chr.	1	3
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes pyxidiferum</i> L.	1	1		<i>Blechnum gracile</i> Kaulf		
Lycopodiaceae	<i>Huperzia linifolia</i> (L.) Trevis.	1	2		<i>Blechnum occidentale</i>		
	<i>Huperzia</i> sp 1			Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum engelii</i> (Karsten) Christ	1	1
Polypodiaceae	<i>Polypodium giganteum</i> Desv.	1	3	Lycopodiaceae	<i>Huperzia linifolia</i> (L.) Trevis.	1	1
	<i>Polypodium murorum</i> Hook.			Polypodiaceae	<i>Campyloneurum fasciale</i> Pr	1	1
	<i>Pleopeltis macrocarpa</i> (Bory ex Wild.) Kaulf.				<i>Polypodium fraxinifolium</i> Jacq	1	3
Vittariaceae	<i>Vittaria grammitifolia</i> Kaulf.	1			<i>Polypodium murorum</i> Hook.		
		1	1	****	<i>Polypodium funckii</i> Mett.		
					<i>Lellingeria apiculata</i> (Kunze ex Klotzsch) A.R. Sm. Et R.C. Moran	1	1
MONOCOTILEDÓNEAS							
Araceae	<i>Anthurium nigrescens</i>	1	5	Araceae	<i>Anthurium sanguineum</i>	1	5
	<i>Anthurium trinerve</i> Miq.				<i>Anthurium pedatum</i> (Kunth) Schott		
	<i>Anthurium pedatum</i> (Kunth) Schott				<i>Anthurium microspadix</i>		

	<i>Anthurium microspadix</i>				<i>Anthurium longigeniculatum</i>		
	<i>Anthurium longigeniculatum</i>				<i>Anthurium sp1</i>		
	<i>Philodendron sp1</i>	1	3		<i>Philodendron sp1</i>	1	1
	<i>Philodendron sp2</i>						
	<i>Philodendron cf. montanum</i>						
Orchidaceae				Orchidaceae			
	<i>Epidendrum elongatum</i> Jack	1	1		<i>Restrepia antennifera</i> HBK	1	1
	<i>Comparettia falcata</i> Poepp. & Endl.	1	1		<i>Comparettia falcata</i> Poepp. & Endl.	1	1
	<i>Psychmorchis pusilla</i> (L.) Dodson & Dressler	1	1		<i>Rodriguezia granadensis</i>	1	1
	<i>Rodriguezia granadensis</i>	1	1		<i>Pleurothallis sp1.</i> (CAC 508)	1	2
	<i>Oncidium baueri</i>	1	1		<i>Pleurothallis sp2.</i> (CAC 591)		
	<i>Dichaea sp</i> (CAC)	1	1		<i>Maxillaria sp1</i> (CAC 507)	1	2
	<i>Kefersteinia tolimensis</i> Schltr.	1	1		<i>Maxillaria sp2</i> (CAC 590)		
	<i>Restrepia antennifera</i> HBK	1	1		<i>Psychmorchis pusilla</i> (L.) Dodson & Dressler	1	1
Bromeliaceae				Bromeliaceae			
	<i>Catopsis nutans</i> (Sw.) Griseb.	1	1		<i>Catopsis nutans</i> (Sw.) Griseb.	1	1
	<i>Tillandsia towarensis</i> Mez	1	6		<i>Tillandsia complanata</i> Benth.	1	4
	<i>Tillandsia frendleri</i> Griseb.				<i>Tillandsia frendleri</i> Griseb.		
	<i>Tillandsia polystachya</i> (L.) L.				<i>Tillandsia polystachya</i> (L.) L.		
	<i>Tillandsia juncea</i> (Ruiz & Pav.) Poir.				<i>Tillandsia towarensis</i> Mez		
	<i>Tillandsia fraseri</i> Baker						
	<i>Tillandsia recurvata</i> (L.)L.						
	<i>Racinaea tenuispica</i> (André) MA. Spencer & C.M. Sm.	1	1				
DICOTILEDÓNEAS							
Piperaceae				Piperaceae			
	<i>Peperomia ewanii</i> Trel & Yunk	1	4		<i>Peperomia ewanii</i> Trel & Yunk	1	3

Peperomia haematolepis Trel.*Peperomia tetraphylla**Peperomia sp1* (CAC 399)*Peperomia sp2* (CAC 426)*Peperomia sp3* (CAC 456)

Total		21	39			18	35
--------------	--	----	----	--	--	----	----

ANEXO D. Individuos y especies con DAP múltiple registrados en 0.1 Ha de muestreo en los fragmentos de bosque Alto Genagra y Las Guacas.

ALTO GENAGRA

Cont.	F. de Vida	No Indiv.	Familia	Nombre Científico	DAP1 cm	DAP2cm	DAP3	DAP TOTAL
1	AR	11	Melastomataceae	<i>Meriania speciosa</i> (Bonpl.)Naud.	13.69	18.14	0.00	22.73
2	ab	14	Rubiaceae	<i>Psychotria sp. 1</i>	3.82	2.86	0.00	4.77
3	AR	27	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	7.96	8.59	0.00	11.71
4	ab	36	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	3.21	3.02	0.00	4.41
5	AR	1	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	21.96	12.73	0.00	25.39
6	ab	6	Rubiaceae	<i>Psychotria sp. 1</i>	3.02	2.86	0.00	4.17
7	a	17	Cloranthaceae	<i>Hedyosmun racemosum</i> (R&P) G. Don.	11.78	9.87	0.00	15.36
8	ab	20	Rubiaceae	<i>Psychotria sp.1</i>	6.05	3.82	0.00	7.15
9	a	27	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	8.28	9.55	0.00	12.64
10	AR	29	Lauraceae	<i>Nectandra umbrosa</i> Mez	10.82	17.83	0.00	20.85
11	ab	36	Rubiaceae	<i>Psychotria sp.1</i>	4.14	2.86	3.02	5.87
12	ab	38	Rubiaceae	<i>Psychotria sp. 1</i>	2.86	4.14	0.00	5.03
13	ab	44	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	4.77	7.32	0.00	8.74
14	AR	1	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	27.69	11.46	0.00	29.97
15	AR	2	Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.)D.C	13.69	14.01	0.00	19.58
16	a	3	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	6.68	4.14	5.09	9.37
17	AR	7	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	39.15	7.32	0.00	39.83
18	ab	14	Melastomataceae	<i>Meriania speciosa</i> (Bonpl.)Naud.	5.73	6.05	3.18	8.92
19	a	17	Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.)D.C	6.37	7.00	0.00	9.46
20	ab	30	Chloranthaceae	<i>Hedyosmun racemosum</i> (R&P) G. Don.	3.50	2.86	0.00	4.52
21	a	33	Chloranthaceae	<i>Hedyosmun racemosum</i> (R&P) G. Don.	4.77	2.86	0.00	5.57
22	a	1	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	4.46	3.18	0.00	5.48
23	a	7	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	5.41	2.86	0.00	6.12
24	ab	11	Rubiaceae	<i>Psychotria sp.1</i>	3.18	1.59	0.00	3.56
25	a	16	Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i>	3.02	2.86	0.00	4.17
26	AR	40	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	51.88	63.66	0.00	82.13

27	a	42	Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J. Bergius.) Rusby	5.09	2.86	0.00	5.84
28	a	1	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	23.55	3.18	0.00	23.77
29	AR	7	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	16.55	21.96	0.00	27.50
30	ab	11	Rubiaceae	<i>Psychotria sp1</i>	3.50	1.59	0.00	3.85
31	AR	13	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	3.66	2.55	0.00	4.46
32	a	16	Melastomataceae	<i>Miconia caudata</i> (Bonpl.) DC	12.73	2.55	0.00	12.98
33	ab	18	Rubiaceae	<i>Psychotria sp. 1</i>	4.46	2.55	0.00	5.13
34	ab	27	Myrsinaceae	<i>Cybianthus sp. 1</i>	2.55	1.75	1.75	3.55
35	a	37	Actinidaceae	<i>Saurauia brachybotrys</i> Turcz	14.64	9.87	0.00	17.66
36	ab	48	Myrsinaceae	<i>Cybianthus sp. 1</i>	2.86	2.86	0.00	4.05
37	a	50	Myrsinaceae	<i>Cybianthus sp. 1</i>	5.09	3.18	0.00	6.01
38	a	10	Myrsinaceae	<i>Geissanthus sp. 1</i>	6.37	7.00	0.00	9.46
39	AR	12	Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston	13.05	4.77	0.00	13.90
40	AR	16	Verbenaceae	<i>Duranta coriacea</i> Hayek	9.87	6.05	0.00	11.57
41	ab	24	Rubiaceae	<i>Psychotria sp. 1</i>	3.18	2.86	0.00	4.28
42	ab	1	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	3.18	2.23	0.00	3.89
43	a	5	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	2.86	1.91	0.00	3.44
44	a	10	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	4.77	2.55	0.00	5.41
45	ab	14	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	4.14	2.55	0.00	4.86
46	AR	15	Lauraceae	<i>Nectandra acutifolia</i> (R&P)Mez	29.28	28.33	0.00	40.74
47	a	18	Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	9.87	6.05	0.00	11.57
48	ab	19	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	4.14	2.55	0.00	4.86
49	a	29	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	4.77	2.55	0.00	5.41
50	ab	7	Monimiaceae	<i>Siparuna aspera</i> (Ruiz & Pav.)A.DC.	3.18	2.86	0.00	4.28
51	a	8	Monimiaceae	<i>Siparuna aspera</i> (Ruiz & Pav.)A.DC.	12.10	4.77	4.46	13.75
52	ab	31	Flacourtiaceae	<i>Xylosma sp. 1</i>	3.18	2.86	0.00	4.28
53	a	34	Myrsinaceae	<i>Cybianthus sp. 1</i>	4.14	2.86	0.00	5.03
54	AR	4	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	26.10	7.32	18.46	32.80
55	ab	7	Guttiferae	<i>Vismia lauriformis</i>	3.18	2.86	0.00	4.28
56	AR	21	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	13.05	7.00	0.00	14.81
57	ab	26	Rubiaceae	<i>Psychotria sp1</i>	3.18	2.86	0.00	4.28
58	AR	38	Euphorbiaceae	<i>Alchornea latifolia</i> Sw.	22.92	19.74	14.64	33.60

LAS GUACAS

Cont.	F. de Vida	No Indiv.	Familia	Nombre Científico	DAP1 cm	DAP2cm	DAP3cm	DAP TOTAL
1	ab	2	Gesneriaceae	<i>Besleria solanoides</i> Kunth	1.75	2.23	0.00	2.83
2	ab	3	Rubiaceae	<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause	2.23	2.07	0.00	3.04
3	ab	8	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	3.34	2.23	0.00	4.02
4	ab	26	Rubiaceae	<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause	3.66	1.91	0.00	4.13
5	ab	28	Melastomataceae	<i>Meriania speciosa</i> (Bonpl.) Naud.	9.07	9.39	0.00	13.06
6	ab	34	Myrtaceae	<i>Myrcia fallax</i>	3.02	2.55	0.00	3.95
7	ab	37	Myrsinaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	3.18	2.86	0.00	4.28
8	ab	1	Piperaceae	<i>Piper crassinervium</i>	3.82	10	1.75	10.85
9	ab	9	Gesneriaceae	<i>Besleria solanoides</i> Kunth	2.55	0	1.75	3.09
10	ab	22	Piperaceae	<i>Piper hartwegianum</i> (Benth) C.DC.	3.82	10	2.23	10.93
11	ab	25	Gesneriaceae	<i>Besleria solanoides</i> Kunth	2.55	7.5	0.00	7.92
12	ab	27	Piperaceae	<i>Piper hartwegianum</i> (Benth) C.DC.	3.66	10.5	0.00	11.12
13	a	3	Rubiaceae	<i>Palicourea thyrsoiflora</i> (Ruiz. & Pav.) DC.	3.50	3.18	0	4.73
14	a	11	Actinidaceae	<i>Saurauia scabra</i> Poepp. ex Choisy	4.46	3.82	0	5.87
15	ab	19	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i>	2.55	2.86	7.5	8.42
16	a	23	Piperaceae	<i>Piper hartwegianum</i> (Benth) C.DC.	8.28	3.50	10	13.44
17	a	25	Melastomataceae	<i>Miconia aff acuminifera</i>	3.82	3.18	0	4.97
18	AR	30	Fagaceae	<i>Quercus humboldtii</i>	64.94	34.38	0	73.47
19	ab	31	Lauraceae	<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.	25.46	2.23	0	25.56
20	ab	7	Piperaceae	<i>Piper hartwegianum</i> (Benth) C.DC.	6.68	6.37	12	15.14
21	ab	10	Piperaceae	<i>Piper hartwegianum</i> (Benth) C.DC.	3.82	3.82	11	12.25
22	ab	17	Rubiaceae	<i>Palicourea spl</i>	3.02	2.86	0	4.17
23	ab	20	Piperaceae	<i>Piper hartwegianum</i> (Benth) C.DC.	4.14	3.82	9	10.62
24	ab	24	Piperaceae	<i>Piper crassinervium</i>	4.14	3.50	12	13.17
25	ab	13	Piperaceae	<i>Piper hartwegianum</i> (Benth) C.DC.	7.96	4.46	12	15.07
26	ab	25	Rubiaceae	<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause	3.82	4.14	0	5.63
27	ab	2	Piperaceae	<i>Piper hartwegianum</i> (Benth) C.DC.	3.82	2.55	7	8.37

ANEXO E. Especies raras presentes en los fragmentos de vegetación Alto Genagra y Las Guacas.

ALTO GENAGRA			LAS GUACAS		
F. VIDA	FAMILIA	ESPECIE	F. VIDA	FAMILIA	ESPECIE
Arbusto	Apocynaceae	<i>Mandevilla sp1</i> (CAC 303)	Arbusto	Actinidaceae	<i>Saurauia brachybotrys</i> Turcz
Arbusto	Caprifoliaceae	<i>Viburnum glabratum</i> Kunth	Arbusto	Apocynaceae	<i>Mandevilla sp2</i> (CAC 447)
Hemiepífita	Cyatheaceae	<i>Cyathea sp1</i> (CAC 327)	Arbusto	Araliaceae	<i>Oreopanax sp1</i> (CAC 598)
Arbolito	Guttiferae	<i>Chrysoclamis dependens</i>	Hemiepífita	Caprifoliaceae	<i>Viburnum glabratum</i> Kunth
Arbol	Malpighiaceae	<i>Stigmaphyllon sp1</i> (CAC 557)	Arbusto	Cyatheaceae	<i>Cnemidaria horrida</i> (L.)C.Presl
Arbusto	Mimosaceae	<i>Inga psittacorum</i> L.Uribe	Arbolito	Grossolariaceae	<i>Phyllonoma ruscifolia</i> Willd.
Liana	Moraceae	<i>Ficus sp1</i> (CAC 373)	Arbusto	Guttiferae	<i>Clusia sp1</i> (CAC 583)
Arbusto	Moraceae	<i>Ficus sp3</i> (CAC 541))	Arbolito	Lacistemataceae	<i>Lacistema aggregatum</i> (P.J. Bergius.) Rusby
Liana	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	Liana	Lauraceae	<i>Nectandra sp1</i> (CAC 478)
Arbolito	Tiliaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	Arbolito	Malpighiaceae	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cuatr.)DC.
Arbusto	Ulmaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Arbusto	Moraceae	<i>Ficus cuatrecasana</i> Dugand
			Arbusto	Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem.& Shult.
			Arbusto	Palmae	<i>Prestoea acuminata</i> (Willd)H. E Huese
			Arbusto	Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.
			Arbusto	Piperaceae	<i>Piper glandolgeron</i> C.DC
			Arbusto	Rhamnaceae	<i>Rhamnus sphaerosperma</i> Sw.
			Arbusto	Rubiaceae	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl
			Arbusto	Rubiaceae	<i>Palicourea sp1</i> (CAC 462)
			Arbusto	Solanaceae	<i>Cestrum sp3</i> (CAC 538)
			Arbusto	Theaceae	<i>Freziera tomentosa</i> (Ruiz &Pavón)Tulasne

ANEXO H. Descripción del tipo de coberturas encontradas en Alto Genagra y Las Guacas, con su respectiva abreviatura.

TIPOS DE COBERTURAS	ABREV.	DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL	COBERTURA
Bosque de Galería	BG	Bosque protectores de río o quebrada	Arbustos (20- 50%)y Arboles (50%)
Bosque Secundario Intervenido	BI	Bosque con intervención por acción antrópica, entresaca seleccionada de madera.	Arboles dispersos, arbustos (50%)
Bosque Secundario Maduro	BSM	Bosque con un dosel superior a 20 metros	Árboles (80%)
Bosque Secundario Maduro1	BSM1	Bosque Alto Genagra	
Bosque Secundario Maduro2	BSM2	Bosque Las Guacas	
Claro de bosque	CB	Zona con perturbación antrópica o natural dentro del bosque	Hierbas y arbustos dispersos
Cultivos	CU	Zona dedicada a la agricultura, huertos caseros	
Erosión fuerte o severa	Ef	Áreas de mayor pendiente o hacia los bordes de los drenajes, depresiones o cárcavas, sin vegetación.	
Erosión leve o ligera	El	Zonas ligeramente onduladas con escurrimiento difuso. Arrastre de capas muy delgadas de la tierra.	
Guadales	GU	Zona con <i>Guadua sp</i>	<i>Guadua sp</i> (80%) y hierbas.
Humedal con Matorral Alto	HA	Zona de pantanos con gramíneas de grandes dimensiones	Mosaico de gramíneas (70%) y hierbas
Humedal con matorral Bajo	HB	Pantanos con gramíneas de tamaño pequeño	Mosaico de gramíneas (70%) y hierbas
Pastos Manejados	PM	Pastizales cultivados	Gramíneas cultivadas (100%)
Zona de Pastizal con arbustales	ZA	Zona con gramíneas bajas y arbustos agrupados	Mosaico de arbustales (60%) y gramíneas (40%)
Zona de potrero	ZP	Zona con vegetación muy escasa	
Zona de Rastrojos y arbustos dispersos	ZAM	Zona de gramíneas, hierbas y arbustos dispersos	Gramíneas y hierbas (70%) y arbustos (30%)

ANEXO J. Cambios de área (Ha) del fragmento de Vegetación Las Guacas y de las coberturas aledañas en las últimas 5 décadas.

TIPO DE COBERTURA VEGETAL / AÑO	1959	1961	1969	1983	1991
Bosque Las Guacas (BSM2)	194.81	195.22	221.89	172.95	184.97
Bosque Secundario Maduro (BSM)	164.15	145.8	113.32	136	197.63
Bosque de Galeria (BG)	13.06	14.97	12.08	15.9	13.61
Bosque Secundario Intervenido (BSI)	27.55	61.13	43.02	22.14	0
Claro de Bosque (CB)	1.99	1.1	0	6.46	1.45
Zona de Potrero con poca Vegetación (ZP)	146.6	128.05	97.18	212.79	240.42
Zona de Arbustos y Matorral Alto (ZAM)	36.87	19.52	48.12	81.47	75.48
Zona de Rastrojo y Arbustos Dispersos (ZRA)	32.09	49.54	121.65	60.13	5.79
Zona de con Erosión Leve (EL)	32.23	46.83	19.88	11.72	4.18
Zona de Erosión Fuerte (EF)	5.5	0	0.88	16.06	9.39
Cultivos - Huertas (CU)	15.89	10.8	0	18.08	2.45