

## INTRODUCCIÓN

En años recientes el estudio de la diversidad biológica ha reflejado la complejidad de la flora y la fauna en un área dada, consolidándose como una de las líneas más importantes y de mayor valor aplicado entre los estudios ecológicos en las zonas de bosque tropical.

Sin embargo la transformación de los bosques tropicales que resulta de las actividades humanas es una de las principales causas por las que la diversidad biológica se está perdiendo en el mundo (Kattan 2002).

Al hacer una retrospectiva, en la década de los 80, la América Tropical perdió 74 millones de hectáreas de bosque a una tasa anual de deforestación del 0.75% (Withmore 1997). En efecto una gran pérdida se concentró en los bosques de montaña (16.6 millones de hectáreas) a una tasa anual de deforestación del 1.2 %. A un nivel local entre 1970 y 1980, la deforestación del piedemonte de la Cordillera Oriental de Colombia fue de un 4.4 % y entre 1938 y 1988, el área cubierta por pastos paso de un 26 % a un 53 % (Viña y Cavellier 1999).

Recientemente se han analizado los factores que operan tras el proceso de deforestación del bosque tropical a través de modelos económicos. Se han elaborado interesantes modelos utilizando datos que cubrieron diferentes escalas de evaluación tales como: hogar, región y nación (Kainnowitz y Angelsen citados por Guariguata y Ostertag 2002).

A nivel regional un proceso depende de la disponibilidad de infraestructura, la calidad de los suelos agrícolas y la cercanía de los mercados que promueven la construcción de carreteras. Todo esto enmarcado en las políticas

macroeconómicas, la devaluación de la moneda, el aumento de las exportaciones agrícolas y forestales como resultado de la globalización, además de la reducción de los impuestos a los productos agrícolas de exportación (Kainnowitz y Angelsen citados por Guariguata y Ostertag 2002).

Otros factores inherentes a este análisis son tanto el aumento en la densidad de la población como la falta de interés en inculcar un sentido ecológico de conservación de las áreas naturales, evidentemente, para un campesino es más rentable “tumbar el monte”, pues el estado no le reconocerá algo a cambio de que lo conserve, a diferencia de una actividad ganadera o un sembrado (Comunicación personal de la comunidad aledaña al bosque).

De esta forma las perturbaciones ambientales se incrementan continuamente, reduciendo la vegetación natural a relictos que se establecen actualmente como fragmentos aislados. Esta transformación del paisaje implica, por lo general, la aparición de pequeños parches de bosque con bordes abruptos, inmersos en una matriz de hábitats muy simplificados como potreros y monocultivos (Kattan 2002).

Esta alteración cambia radicalmente el ambiente físico y el clima local y regional. Al reemplazar la cobertura boscosa por potreros se puede provocar un aumento en la temperatura superficial del suelo y una disminución en la evapotranspiración y en la precipitación (Lean & Warrilow 1989). Además, la estación seca tiende a prolongarse y se observa una mayor incidencia de temperaturas extremas y un cambio en el patrón de circulación del viento y en el ciclo hidrológico (Saunders et al. 1991 citado por Galindo 2000).

Aparte de los efectos físicos, la fragmentación del hábitat producto de la deforestación puede provocar la extinción de muchas especies tanto a nivel local como regional. La extinción de especies ocurre al reducir la cobertura boscosa, ya

que se disminuyen la diversidad de hábitat y el bosque continuo, afectando aquellas especies que necesitan de estos. Además, el aislamiento de las poblaciones en los parches de bosque condicionan el tamaño de estas a un bajo número, aumentando así el riesgo de extinción, ya sea por factores demográficos o por factores estocásticos (Kattan 2002).

Es evidente que no hay mediciones de los impactos ambientales perjudiciales, dado que la información ecológica y taxonómica es escasa, por ello el limitado interés en estudiar acciones acertadas para contrarrestar las alteraciones del medio y mucho menos planes de manejo y conservación.

Es imprescindible comprender que los bosques secundarios neotropicales son importantes como fuentes de diversidad (Lamb et al. 1997), como proveedores de servicios ya que protegen contra la erosión y tienen una tasa neta de fijación de carbono muy alta (Fearnside & Guimiraes 1996), como modelos para efectuar prácticas de rehabilitación en áreas de degradación (Lugo 1992), y como una fuente de plantas de utilidad comercial y medicinal (Chadzon & Coe 1999).

Al norte del Quindío se encuentra el municipio de Circasia, el cual se caracteriza por presentar amplias zonas dedicadas a la ganadería. La concentración de la diversidad se ha dado en áreas reducidas a fragmentos de bosque (Fig. 1). Uno de estos fragmentos es un sitio llamado El Silencio. A primera vista sorprenden algunos árboles de gran porte y una densa vegetación, así, como un cierto grado de intervención.

El fragmento de bosque El Silencio se ha constituido indudablemente en un espacio de interés para la enseñanza de aspectos ecológicos, en el curso de Ecología de la Universidad del Quindío en una práctica de escarabajos coprófagos. También ha sido incluido en los muestreos de varios proyectos de

grado que se llevan a cabo actualmente, enfocados en varios grupos de insectos (Orthoptera, Hymenoptera-abejas euglosinas). Sin embargo su composición florística aún no se había reportado.



**Fig. 1. Vista externa del fragmento de bosque El Silencio.**

Los fragmentos de bosque juegan un papel trascendental en el desarrollo de comunidades animales y vegetales, por tal razón su alteración significa la desaparición de formas de vida que caracterizan esta región. Solo mediante la comprensión de los enlaces biológicos que allí se generan, podemos conocer la vía para la conservación de las condiciones ecológicas que permitan la existencia de las especies autóctonas.

En vista de la alta degradación de estos fragmentos, la lentitud y las características especiales de regeneración de los bosques tropicales (Bazzaz y Picket 1980 citados por Kattan et al. 1984) y la velocidad con que son destruidos, respaldan la consideración de que se trata de un recurso no renovable (Gómez y Pompa 1972 citados por Kattan et al.1984).

El estudio de la composición florística y estructura del fragmento es el primer paso en el enorme reto de su conservación. Este trabajo busca hacer un cálculo aproximado de la diversidad alfa, es decir el número de especies vegetales registradas en 0.1 ha teniendo en cuenta los individuos  $\geq 2.5$  cm DAP. A través del conocimiento de la estructura del bosque se podrá establecer una idea del estado de las especies identificadas en la composición florística, con el fin de entender la dinámica sucesional y visualizar el patrón de regeneración de las especies, evaluando de esta forma la capacidad del bosque ante presiones antrópicas en el futuro.

## **1 OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar la composición y estructura florística del fragmento de bosque El Silencio, a partir del muestreo de todos los individuos con  $DAP \geq 2.5$  cm en 0.1 ha.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la composición florística en 0.1 ha de el fragmento de bosque El Silencio, teniendo en cuenta los individuos con  $DAP \geq 2.5$  cm.
- Describir la estructura vertical y horizontal en 0.1 ha del fragmento de bosque El Silencio, considerando la flora arbustiva y arbórea con un  $DAP \geq 2.5$  cm.
- Identificar las características generales de sucesión en 0.1 ha de el fragmento de bosque El Silencio, con base en su composición y estructura florística.

## 2 MARCO TEÓRICO

**La vegetación** es la resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies de plantas y animales que cohabitan en un espacio continuo. Refleja el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrientes, así como los factores antrópicos y bióticos. A su vez, la vegetación modifica algunos de los factores del ambiente. Los componentes del sistema: la vegetación y el ambiente, evolucionan paralelamente a lo largo del tiempo, evidenciando cambios rápidos en las primeras etapas de desarrollo y más lentos a medida que alcanzan el estado estable (Matteucci & Colma, 1982).

Es así como la **riqueza de especies** de plantas neotropicales varía según cuatro gradientes ambientales: precipitación, calidad del suelo, altitud y latitud (Gentry 1988 citado en Asquith 2002), los principales factores que influyen en la composición de especies son el clima y la biogeografía (Peralta 1987). También una serie de elementos de segundo orden juegan un papel importante como determinantes de la estructura y composición de los bosques. Entre éstos la topografía, los detalles de las propiedades físicas y químicas del suelo, el patrón de distribución de la precipitación, la nubosidad, los vientos y el estado sucesional de la vegetación (Rangel 1995).

**La comunidad vegetal** es una reunión de poblaciones que viven en un área o en un hábitat físico determinado; es una unidad laxamente organizada, hasta el punto que posee características complementarias de las de sus componentes individuales y de poblaciones. Funciona como una unidad mediante transformaciones acopladas, la comunidad está cambiando constantemente su aspecto, pero posee estructuras y funciones, que pueden estudiarse, describirse y que son atributos exclusivos del grupo (Odum 1969).

**La ecología de la vegetación**, cubre el estudio de las plantas y su relación con el ambiente. Los investigadores han estudiado piezas de la vegetación, las cuales son consideradas muestras de una comunidad de plantas (Van der Maarel 2005). De este modo una **caracterización de la vegetación** se puede abordar según la estructura y la composición florística. En el primer caso, los esfuerzos se dirigen a diferenciar las especies que presentan los valores mayores en parámetros ecológicos (abundancia, densidad, presencia), está definida por el ordenamiento en sentido vertical y horizontal de sus componentes (Rangel y Velásquez 1997).

**La estratificación** a partir de las clases de altura es la que mejor refleja el sentido vertical y en el sentido horizontal aparecen la densidad, el área basal y la cobertura. La estructura está directamente implicada en el mantenimiento de una atmósfera más o menos estable, ya que influye sobre la radiación incidente, sobre el flujo de la precipitación al interior de la comunidad y sobre la acción del viento (Rangel y Velásquez 1997).

El arreglo de las plantas según estratos y sus valores de cobertura se relacionan con el metabolismo de la comunidad ya que controlan la cantidad de la radiación y la evapotranspiración. En la **composición florística** el objetivo es compilar la lista de especies para definir cuáles son las características de la unidad sintaxónomica en cuestión, y de este modo poder compararlas con otras. Se trata de definir unidades de vegetación según las especies características exclusivas o diferenciales que son indicadores de condiciones ecológicas (Rangel y Velásquez 1997).

**La composición florística** de las especies de una comunidad está determinada por dos condiciones básicas: Cuáles son las especies requeridas para la inclusión dentro de la comunidad y qué especies son seleccionadas; la disponibilidad de



una especie para la posible inclusión dentro de una comunidad dada depende, en primera instancia, de la distribución biogeográfica; y por consiguiente de las propiedades abióticas del ambiente en relación con los límites de tolerancia específicos de las especies vegetales y la habilidad de estas para llegar a una comunidad, es decir la dispersión (Putman, 1994).

En la **caracterización de la vegetación** se trata de establecer conjuntos de especies que denotan maneras de asociarse en patrones o comunidades. En este caso tanto las especies dominantes como las subordinadas juegan un papel importante en la definición de conjuntos o comunidades, debido a que son las especies y sus propiedades las indicadoras de condiciones ecológicas.

En las especies se manifiestan adaptaciones y modos de vida muy determinados; por ello, los indicadores más precisos no son muchas veces las buenas especies, sino las pequeñas especies, debido a su campo de desarrollo muy limitado y a que generalmente están sociológica y ecológicamente más especializados (Braun-Blanquet 1979).

Para esta comunidad se eligió la **metodología Gentry**, la cual ya antes ha probado el alcance de una muestra de 0.1 ha para el análisis de la diversidad. Por ejemplo Gentry y Terborgh (1990) encontraron que en 0.1 ha con un DAP  $\geq 2.5$  cm obtuvieron el mismo resultado en términos de riqueza al compararlos con 1 parcela de 1 ha con un DAP  $\geq 10$  cm en la estación biológica Cosha Cashu, Perú. Exactamente las mismas seis familias fueron las más diversas.

**La caracterización de las especies** provee una medida de la variedad de formas de vida, además aporta información de diferentes facetas de esa variedad, diversidad a diferentes niveles taxonómicos (géneros y familias) (Gaston 1996 citado por Villareal et al 2004). Con base en las especies es posible aproximarse a

los niveles de genes, comunidades e incluso paisajes, así como hacer inferencias de otros aspectos tanto estructurales como funcionales a partir de sus atributos.

La variedad de especies hace referencia al concepto de **diversidad**, puesto que las especies se presentan en una dimensión espacio-temporal definida, resultante de conjuntos de interacción entre especies que se integran en un proceso de selección, adaptación mutua y evolución, dentro de un marco histórico de fluctuaciones medioambientales locales (Odum 1972 citado por Marín 2003).

Actualmente el significado y la importancia de la diversidad no está en duda y se han desarrollado una gran cantidad de parámetros para medirla como un indicador del estado de los sistemas ecológicos, con aplicabilidad práctica para fines de conservación, manejo y monitoreo (Spellerberg 1991 citado por Moreno 2001). La gran mayoría de los métodos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades “diversidad alfa” (Moreno 2001).

Se entiende por **diversidad alfa** como el número de especies por unidad de área al interior de un hábitat más o menos uniforme. En el caso de la vegetación arbórea, suele expresarse como el número de especies por hectárea (Antón y Reynel 2004). Existen diferentes métodos para evaluar la diversidad en una comunidad en función de las variables que miden:

**1. Índice de Shannon-weiner.** Esta es una de las medidas más populares para medir la diversidad y esta basada en la teoría de la información. El principal objetivo de la teoría de la información es tratar de medir la cantidad de orden o de desorden contenido en un sistema (Margalef 1958 citado por Krebs 1989).

Los ingenieros de la comunicación se enfrentaron al problema de intentar predecir correctamente la siguiente letra de un mensaje, es decir que si el mensaje es

eeee, el grado de incertidumbre sería 0, pues no hay ninguna variabilidad en el mensaje y no hay dificultad en predecir la próxima letra.

Algo similar se plantean los ecólogos al preguntarse ¿Cuán difícil puede ser predecir correctamente la especie a la que pertenece el siguiente individuo colectado?. La información contenida es una medida de la cantidad de incertidumbre, de tal manera que entre más grande es el valor de Shannon, más grande es la incertidumbre. Es decir que una comunidad con una sola especie, no tiene incertidumbre y Shannon = 0 (Krebs 1989).

**2. Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica),** dentro de estos podemos encontrar los métodos no paramétricos, que son un conjunto de estimadores en el sentido estadístico, ya que no asumen el tipo de distribución del conjunto de datos y no se ajustan a un modelo determinado (Colwell y Coddington, 1994).

A partir de estos estimadores en el programa Stimates 5 se puede observar el comportamiento de los valores observados vs esperados, a través de **curvas de acumulación** de especies que representan gráficamente la forma como las especies van apareciendo en las unidades de muestreo. Por lo tanto en una gráfica de curvas de acumulación, el eje Y es definido por el número de especies acumuladas y eje X por el número de unidades de muestreo. Cuando una curva de acumulación es asintótica indica que aunque se aumente el número de unidades de muestreo, es decir aumente el esfuerzo, no se incrementará el número de especies, por lo que se habrá logrado un buen muestreo.

Cuando se duda de ello, se requiere la aplicación de estos modelos de acumulación que permiten evaluar que tan completo ha sido el muestreo realizado y estimar el número de especies potenciales capturables con el método aplicado.

El programa Estimates 5 toma los datos provenientes de un sistema de muestreo estandarizado, aleatoriza toda la información y realiza cálculos del número de especies observado y esperado (Villareal et al. 2004).

En este estudio se utilizaron estimadores que se basan principalmente en el número de especies del muestreo que solo están representadas por uno o dos individuos, (singletons o doubletons respectivamente). Los estimadores utilizados del programa Estimates 5 fueron:

- **Chao 1**

De los estimadores basados en la abundancia, Chao 1 es el más riguroso. Estima el número de especies esperadas considerando la relación entre el número de especies representadas por un individuo (singletons) y el número de especies representadas por 2 individuos (doubletons).

- **.ACE**

Estimador de riqueza de especies basado en la abundancia, este estimador no subestima la riqueza de especies, cuando el número de muestras es baja. Reconociendo que, en tales casos, toda la información acerca de las clases no descubiertas yace en las clases descubiertas más raras, el Ace esta basado en estas especies con 10 o muchos menos individuos en la muestra (Chao et al. 1993, citado por Colwell 1997).

**3. Métodos basados en la estructura** de la comunidad, como el índice de valor de importancia (IVI), que se puede calcular a través de la sumatoria de los valores relativos de densidad, frecuencia y dominancia. De esta forma al encontrar los valores de importancia de cada especie se puede verificar que tan equitativa es la comunidad.

Por lo tanto es muy conveniente presentar valores tanto de riqueza como del índice de estructura de la comunidad, de tal forma que ambos parámetros sean complementarios en la descripción de la diversidad. La principal ventaja de los índices es que resumen mucha información en un solo valor y nos permiten hacer comparaciones rápidas y una comprobación estadística de la diversidad de distintos hábitats o la diversidad en un hábitat a través del tiempo (Moreno 2001).

El estudio de los cambios que a lo largo del tiempo y el espacio se observan en las comunidades de plantas (sucesión vegetal), ha sido uno de los temas centrales de la ecología desde su nacimiento como disciplina científica (Hagen 1992 citado por Guariguata y Ostertag 2002). **La sucesión** se define como aquel proceso mediante el cual la vegetación leñosa vuelve a crecer en un sitio deforestado, ya sea que en el se practicaran actividades agropecuarias, entresaca, etc. (Faber-Langendoen 1992 citado por Guariguata & Ostertag 2001).

En general la sucesión en el bosque secundario esta influenciada por la estocasticidad, la biología de las especies, y su interacción con otras especies (ya sea animales o plantas) y por la relación con los cambios bióticos y abióticos. Todos estos factores ultimadamente determinan una composición florística particular en una edad dada (estadio) y también influyen el grado de recuperación estructural y funcional de la vegetación original (Guariguata y Ostertag 2001). Se ha intentado hacer una clasificación y descripción de los principales **grupos ecológicos** presentes en los bosques tropicales según sea su participación en el estadio de la sucesión.

Las distintas especies difieren en lo que respecta a los requerimientos de microhábitat definidos a partir de la topografía, tipo de suelo, microclima y disponibilidad de agua y luz. Respecto al tipo de suelo, la distribución de algunas especies tropicales esta altamente correlacionada con la fertilidad del suelo. Por otro lado a la luz como factor ambiental se le ha tenido muy en cuenta como

regulador de la regeneración y el crecimiento. Según los requerimientos de luz existe la siguiente caracterización de las especies (Lamprecht 1990 citado por Plana 2000):

**Especies heliófitas:** Requieren plena insolación durante toda su vida. Se encuentran todas las colonizadoras de campo abierto y alcanzan precozmente el estadio reproductivo. También denominadas pioneras efímeras o de ciclo corto. Muy adaptadas a la dispersión (diseminación).

**Especies hemiesciófitas:** Se regeneran tanto a la luz como a la sombra pero ya a edad temprana necesitan plena luz. Pueden regenerarse en el interior del bosque, pero si las condiciones de luz no mejoran estas perecen. También se les denomina oportunistas. Pueden igualmente regenerarse en grandes zonas deforestadas, pero son menos competitivas que las pioneras. Estas pueden ser especies secundarias tardías o de ciclo largo cuando se encuentran formando parte de los bosques maduros.

**Especies esciófitas:** Se regeneran a la sombra, donde pueden eventualmente desarrollar todo su ciclo vital o cuando menos requieren sombra en su juventud. A menudo pueden sobrevivir en el interior de bosque, durante muchos decenios, prácticamente sin crecer.

La alta degradación a la que están actualmente sujetos los sistemas forestales hace urgente el entendimiento de sus impactos sobre las comunidades del bosque (López 2004). Después de un tiempo de haber ocurrido la fragmentación, muchas especies pueden extinguirse, este fenómeno se conoce como relajación de las especies. Las tasas de extinción dependen del grupo taxonómico, especies con bajas densidades y con requerimientos de áreas grandes pueden sufrir la extinción. Las habilidades de dispersión determinan en gran parte la respuesta

individual de las especies a la fragmentación (Saunders et al. 1991 citado por Galindo 2000)

**Los estudios de la vegetación** son uno de los principales soportes para la planificación, manejo y conservación de los ecosistemas tropicales. En este sentido, la información proveniente de una caracterización o inventario florístico planificado, puede suministrar información en tres niveles: 1). Riqueza específica (diversidad alfa), 2). Cambio de especies (diversidad beta) y 3). Datos de estructura que permiten determinar el estado de conservación de las áreas estudiadas (Villareal et al. 2004).

Los inventarios de plantas por medio de transectos estandarizados permiten obtener información sobre las características cualitativas y cuantitativas de la vegetación de un área determinada sin necesidad de estudiarla o recorrerla en su totalidad (Villareal et al. 2004).

### 3 ANTECEDENTES

La investigación en la diversidad de la flora arbórea ha contado con varios impulsores que han tratado de estandarizar metodologías con el fin de explicar los patrones de diversidad botánica.

El Dr. Gentry (1945-1993) fue un notable investigador, quién dedico muchos de sus esfuerzos al estudio de la flora y la diversidad vegetal en los trópicos y en áreas templadas.

En 1982 evaluó la diversidad florística neotropical donde sugirió que el Istmo de Panamá en el Plioceno llevó a la migración de algunos taxa Laurasicos a los Andes, donde ellos han llegado a ser ecológicamente dominantes a pesar de su poca especiación, al menos en taxas leñosos. También permitió la invasión de los taxa de Gondwana de árboles del dosel y lianas en Centroamérica, llegando a ser dominantes en bosques tropicales de tierras bajas a través de toda esta región.

En 1988 utilizó un conjunto de datos de 86 sitios en 25 países, ubicados en seis continentes y varias islas, así como datos de diez parcelas de 1 hectárea de árboles en la alta Amazonia, con el fin de estudiar los cambios en la diversidad de la comunidad de plantas y composición florística en gradientes geográficos y ambientales. Concluyó que las familias como muchas especies, hacen que las comunidades de plantas tropicales, sean predecibles desde simples factores ambientales.

En 1990 fue editor del libro, Cuatro bosques neotropicales, el cual contiene los procedimientos de varios estudios socializados en un simposio organizado por la Asociación para Biología Tropical llevado a cabo en el Instituto Americano de Ciencias Biológicas.



El objetivo de este simposio fue comparar las floras, faunas y la dinámica de los bosques de quizá, las cuatro estaciones biológicas mejor conocidas en el Neotropico: La Selva, Costa Rica; Isla Barro Colorado, Panamá; Cocha Cashu, Perú; y Manaus en Brasil.

Él hizo parte de la publicación al evaluar la similitud florística en las cuatro estaciones biológicas. Una de sus principales conclusiones al comparar su flora, fue establecer que los bosques Centroamericanos son claramente mucho más pobres en especies arbóreas que los bosques Amazónicos, aunque la flora de los bosques húmedos Centroamericanos, tales como La Selva puede ser más rica que la de muchos sitios amazónicos debido al predominio de epifitas, hierbas del sotobosque y arbustos.

También se hizo presente con el estudio de la composición y dinámica del bosque maduro de planicie inundable en Cocha Cashu, Perú, este último junto a Jhon Terborgh. Ellos resaltan la dinámica de esta estación biológica, caracterizada por tener altas tasas de recambio y el registro de un alto exceso de mortalidad sobre el reclutamiento. Este desequilibrio, insinúa que un aún no ha sido alcanzado un equilibrio y que todavía tienen lugar cambios sucesionales a largo plazo. Es posible entonces que subjetivamente la fisonomía de los bosques maduros pueda no ser más que un estado pasajero, cuya continuidad a través del tiempo se hace factible solo por la repetición de los procesos cíclicos del río.

En 1991 en Colombia aplicó la metodología rápida para evaluar la estructura y composición florística de dos fragmentos manejados de bosque altoandino en un ¡solo día de trabajo!. La clase de manejo repercutió en la diversidad, la densidad y la dominancia arbórea de los bosques. Además de resaltar la importancia de los bosques secundarios como fuentes de semilla y reserva genética.

En 1995 el Jardín Botánico de New York publicó después de su muerte, el artículo: Patrones de diversidad y Composición florística en los Bosques Montanos Neotropicales, en el cual, registró datos de 36 sitios andinos tropicales representando 17 departamentos en 7 países; como también de 17 sitios centroamericanos y Mexicanos. Concluyó que los bosques andinos bajo los 1500 m de elevación son florísticamente similares a los bosques amazónicos de tierras bajas. Sobre los 1500 m de elevación ellos están compuestos básicamente de un conjunto muy diferente de familias y géneros Laurásicos.

La región fitogeográfica del Chocó, definida por Gentry como una de las áreas más ricas en especies vegetales, ha tenido entre sus principales investigadores a Gloria Galeano.

Ella estudió en 1998 la composición florística y estructura de una parcela permanente en la estación biológica El Amargal, en el departamento del Chocó. Una de las características estructurales y fisionómicas más notables fue la prevalencia de palmas arborescentes, convirtiéndose en uno de los valores más altos del Neotrópico. También se reportó una alta estatura del bosque y un alto número de árboles grandes. Estas dos últimas características hacen que este bosque sea notablemente diferente de otros bosques estudiados en el Chocó, siendo estas relacionadas con el suelo y la topografía.

Galeano en el 2001, estudió la estructura, riqueza y composición florística del componente leñoso de los bosques del Golfo de Tribugá, en el Chocó. Concluyó que los bosques son estructuralmente homogéneos y están caracterizados por la abundancia de palmas arborescentes, la escasez de lianas y la alta frecuencia de raíces zancos. Además encontró que estos bosques son más pobres en especies que otros bosques del Chocó Biogeográfico y que la importancia ecológica de las Moráceas en estos sitios está entre las más altas registradas en el Neotrópico.

Franco et al. (1997), realizaron un estudio comparativo de la diversidad florística entre dos bosques subandinos del sur de Colombia: La Campucana en Putumayo y Nambí en Nariño. En cada bosque se muestreo 0.1 ha considerando los individuos  $\geq 1$  cm DAP. Encontraron 69 familias, 158 géneros y 269 especies en La Campucana y 59 familias, 122 géneros y 205 especies en Nambí. Hubo notables diferencias a nivel florístico, sin embargo Rubiaceae fue la familia más diversa para ambos sitios. Las especies más importantes estuvieron entre hierbas, trepadoras y bejucos.

Carrizosa (1991), llevó a cabo un estudio estructural en un bosque de niebla Alto-Andino en Colombia. En una parcela de 400 m<sup>2</sup> con un PAP  $\geq$  a 21 cm. Calculó la biomasa, la cual resultó inferior a la de otros bosques montanos tropicales. En la estructura vertical describió cuatro estratos más uno de epífitas, identificando el biotipo dominante compuesto por *Weinmannia tomentosa*, *Drimys granatensis* y *Gaiadendron punctatum*. Además planteó que *Geissanthus andinus* y *Clusia multiflora* pueden aparecer en el biotipo dominante en el futuro de acuerdo a su persistencia en los estratos.

Mendoza (1999), analizó la estructura, riqueza y composición florística de siete remanentes en el bosque Seco Tropical en el Valle del Magdalena y la región Caribe. Siguió la metodología Gentry (0.1 ha.) pero considerando un DAP  $\geq 1$  cm. Registró 308 especies, 141 géneros y 70 familias. Fabaceae y Bignoniaceae fueron las familias más diversas en todas las localidades estudiadas. Encontró diferencias contrastantes entre localidades con bosque relictual y secundario a nivel de la riqueza y datos estructurales, los cuales fueron dependientes del grado de intervención del bosque.

Giraldo (1995) estudió en la cordillera central de los Andes colombianos, la estructura y composición florística en tres remanentes de diferentes estadios sucesionales. En un área de 1200 m<sup>2</sup> encontró 514 individuos con DAP  $\geq 2.54$  cm,

representantes de 117 especies y 49 familias. Las familias más importantes fueron Melastomataceae, Rubiaceae, Clusiaceae, Mimosaceae, Lauraceae y Moraceae. Concluyó una equidad alta y una dominancia baja, contrario a lo esperado para los bosques secundarios. Además al no encontrar diferencias significativas para los índices entre remanentes, sugirió que estadíos sucesionales más avanzados no son necesariamente más diversos que estadíos jóvenes.

La composición florística del bosque de la Isla Barro Colorado en Panamá fue estudiada por Foster y Hubell en 1990. Encontraron que en una muestra de 50 ha o incluso solo 1 ha, existe una significativa fracción de las especies arbóreas y arbustivas del bosque. Además establecieron que la composición de las familias de la flora del bosque es típica de otras zonas del Neotrópico, especialmente en los sitios más ricos en nutrientes.

Los bosques nativos ecuatorianos están entre los más ricos y diversos del mundo (Valencia 1995). Algunos ecólogos han propuesto manejar estos bosques para evitar su extinción y para ello han considerado la agrupación de especies de acuerdo a características ecológicas para así simplificar su manejo.

Palacios y Jaramillo (sf) estudiaron la estructura de un bosque nativo del Ecuador y agruparon las especies por gremios ecológicos. En 10.500 ha, registraron 265 especies mayores a 10 cm de DAP, de estas, 74 fueron identificadas hasta género y 79 hasta especie; de las cuales, 3 se clasificaron como heliófitas efímeras, 31 como heliófitas durables, 94 como esciófitas parciales y 3 como esciófitas totales. La distribución por clases diamétricas mostró que las especies esciófitas presentaron una típica J invertida, mientras que las heliófitas mostraron una distribución casi horizontal. Esto demuestra que las esciófitas tienen la capacidad de regeneración bajo la sombra, mientras que las heliófitas aprovechan las bondades de los claros para crecer rápidamente.

Peralta et al. (1987) realizaron un inventario forestal en la Estación Biológica La Selva, (Costa Rica), hallaron que algunas especies colonizadoras de claros presentaron las tasas máximas de crecimiento. Además la mayor longevidad fue presentada por especies grandes del dosel y del subdosel de lento crecimiento en comparación con las especies colonizadoras de claros.

El Quindío dispone de escasos estudios detallados que describan la estructura y composición de sus bosques. Villa (1998), realizó un estudio silvicultural de la selva “La Montaña del Ocaso” Quimbaya, Quindío. El cual incluyó un inventario florístico con 258 especies agrupadas en 72 familias botánicas y 162 géneros. La familia más diversa fue Moraceae con 15 especies.

Lemus y Sepúlveda (1999), realizaron un estudio de la composición y diversidad florística de La Selva Calamar en Circasia, Quindío. Dicho estudio empleo 0.1 ha y registró 64 especies agrupadas en 28 familias, las más representativas fueron Lauraceae (12 especies), Moraceae (8 especies) y 13 familias representadas por una sola especie.

Marin et al. (2003) llevaron a cabo la composición, estructura y diversidad florística en tres fragmentos de bosques en el departamento del Quindío. En cada bosque utilizó parcelas de 50 x 20 m. (0.2 ha), considerando los individuos con  $DAP \geq 3.18$  cm. Registró un total de 358 individuos pertenecientes a 138 especies distribuidas en 122 géneros y 77 familias botánicas, de las cuales las familias Lauraceae y Moraceae presentaron los más altos valores de importancia.

Vargas (2002) registró cerca de 3000 especies de plantas como resultado de la exploración de las montañas de la Cordillera Central desde los 100 m de elevación hasta el páramo por encima de los 4200 m.

## 4 MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDIO

El municipio de Circasia esta situado en la parte central norte del departamento del Quindío en la vertiente de la Cordillera Central, a una altitud de 1771.81 m. Se localiza a una distancia de 12 Km de la ciudad de Armenia (Fig. 2). El municipio cuenta con una extensión total de 91.37 Km<sup>2</sup> distribuidos así: 1.70 Km<sup>2</sup> en el perímetro urbano y 89.67 Km<sup>2</sup> para la zona rural (Quintana et al. 1999).

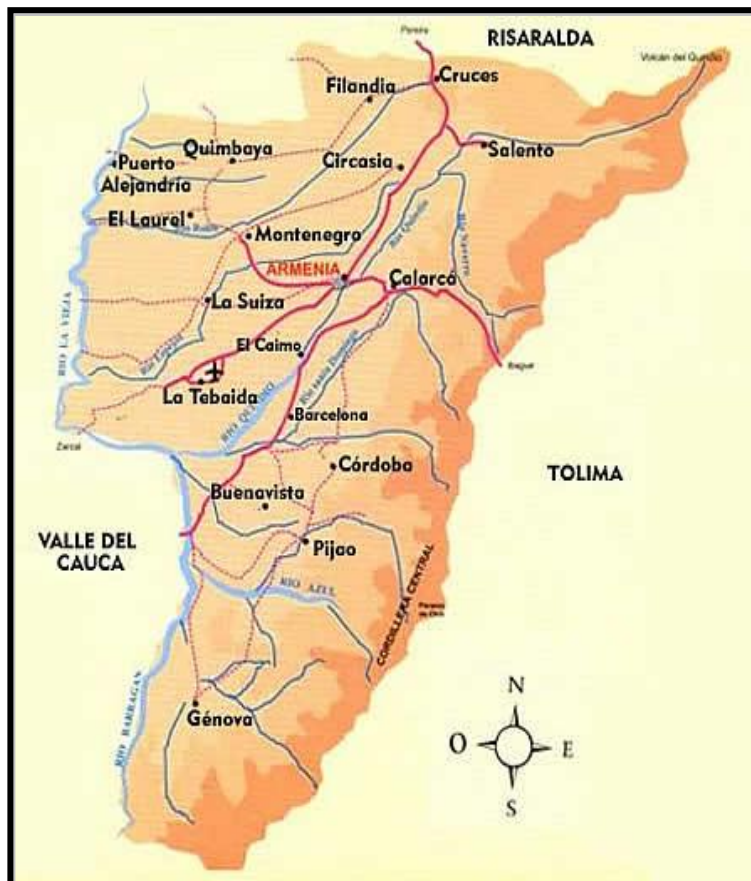


Fig. 2. Ubicación del municipio de Circasia en el departamento del Quindío.

La zona rural al noroccidente del municipio se caracteriza por tener una amplia matriz de potreros, donde solo sobrevive la vegetación natural que se encuentra en áreas quebradas y pronunciadas pendientes donde se ubican bosques alrededor del río Roble y algunos parches de bosque aislados.

El presente estudio se llevó a cabo en el fragmento de bosque El Silencio al Noroccidente de Circasia-Quindío, a 4°38'32" latitud norte y 75°38'34" longitud oeste y a 1780 m de elevación. Este se encuentra localizado aproximadamente a unos 3 kilómetros de Circasia por la vía que conduce de Circasia a la vereda La Concha (Fig. 3). El relicto esta ubicado a borde de la carretera rodeado de una amplia matriz de potreros (Fig .4).

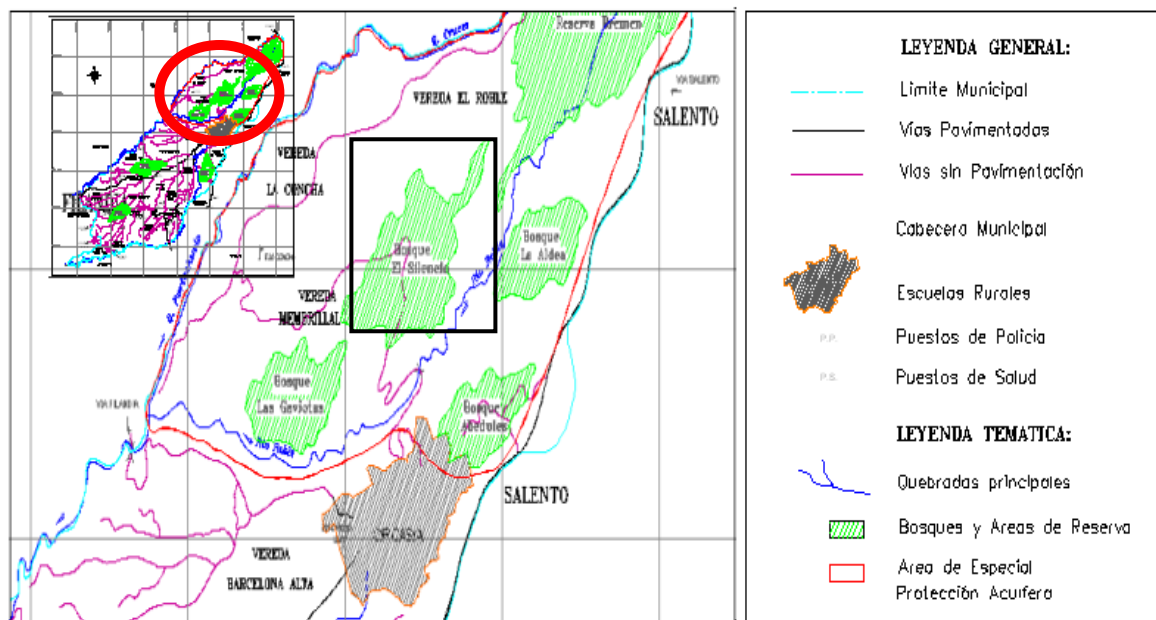
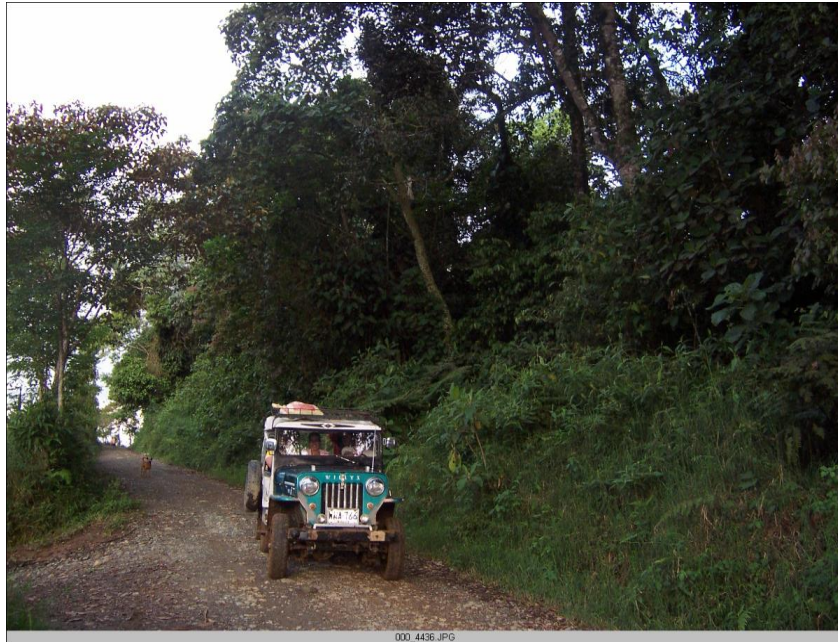


Fig. 3. Ubicación del fragmento de bosque El Silencio en el municipio de Circasia, Quindío. FUENTE: Departamento de planeación del Quindío, Gobernación del Quindío. Escala 1 : 25.000; Dic.2000



**Fig.4. Vista de la carretera que rodea El fragmento de bosque El Silencio.**

El parche de bosque El Silencio tiene una extensión aproximada de 6 hectáreas. Topográficamente presenta cabeceras planas que se inclinan hacia el centro de bosque en forma de V, esta zona del bosque presenta un menor grado de intervención y es allí donde se origina un nacimiento de agua (Fig. 5), el cual se integra a la quebrada Membrillar, la que a su vez se incorpora al río El Roble, responsable del suministro de agua potable a la población de Circasia.

Los registros de lluvias de la estación meteorológica más cercana al fragmento de bosque (Bremen a 2028 m de altitud) señalan dos temporadas de máxima precipitación de Febrero a Abril y de Septiembre a Diciembre, separadas por períodos menos lluviosos en el mes de Enero y de Marzo a Agosto. La precipitación es de 2697 mm al año (Cenicafe 2003), con una temperatura que oscila entre 12 y 26 °C (Quintana et al. 1999), características que corresponden con un bosque húmedo premontano (bh-PM) ,según la clasificación de Holdridge (1978).





**Fig.5. Nacimiento de agua que surge al interior del fragmento de bosque El Silencio.**

#### **4.1.1 Historia del fragmento de el bosque El Silencio (Realizado a partir del relato de Don Pedro Londoño “hijo”)**

En la fundación de Circasia al igual que en otros municipios del Viejo Caldas, participaron colonos antioqueños y caldenses en 1884. En 1892 se inició el municipio con 2000 habitantes y esta cifra ascendió a 6000 en 1910 (Quintana et al.1999).

Aproximadamente en esta época arribó Don Manuel Londoño, quién adquirió los terrenos de La finca El Silencio, donde se encuentra el fragmento de bosque, objeto de nuestro estudio. Él era aserrador y carpintero, oficio que desempeñó y que lo llevo a usar los recursos forestales de la zona. Se desconocen los datos exactos de cuando se dio la fragmentación del bosque, pero ya para los años 50 existía el fragmento de bosque tal como esta en el presente, rodeado de una gran matriz de pastizales (Fig.1).

Así lo adquirió en 1952 Don Pedro Londoño cuando compró las tierras, según lo afirma su hijo Don Pedro Londoño. Para este tiempo se realizaron entresacas dentro del bosque con el fin de construir las casas que fueron ubicadas en terrenos aledaños.

Hace unos 25 años se llevo a cabo la construcción de la carretera que rodea el bosque ver figura 4, la cual conduce a la vereda La Concha. Aproximadamente hace 10 años también se fundó el caserío el Membrillal, situado a unos 5 minutos del bosque. Durante este tiempo los habitantes de la zona han sacado leña para las casas, aún hoy es frecuente que la gente vecina la extraiga esporádicamente con un machete. Adicional a ello el sitio es visitado por cualquier persona, desde grandes grupos de estudiantes hasta cazadores y drogadictos.

En relación a grandes perturbaciones naturales hay un episodio que recuerda Don Pedro Londoño (hijo), se trata de una fuerte tormenta que hace 10 o 15 años derribo varios árboles en el borde del bosque. Este suceso también es recordado por otros habitantes de la zona como quizás el más fuerte en 50 años.

#### **4.2 FASE DE CAMPO**

Se realizaron nueve salidas de campo en total, cada salida se llevo a cabo en intervalos de ocho días con una duración de tres días cada una. En la primera salida se hizo el reconocimiento del área y en las restantes el muestreo, empleando la metodología propuesta por Gentry (1988), la cual ha sido ampliamente utilizada en el neotrópico y es utilizada para determinar la riqueza de especies de plantas leñosas, suministrando información de la estructura de la vegetación.

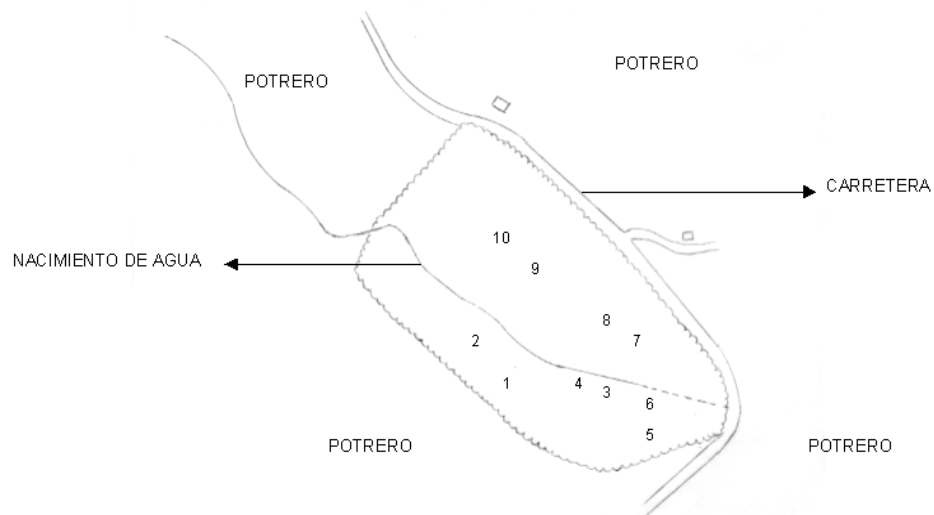
#### 4.2.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Consiste en censar en un área de 0.1 ha todos los individuos cuyo tallo tengan un diámetro a la altura del pecho (1.3 m desde la superficie del suelo)  $\geq$  a 2.5 cm. Para esto se realizaron 10 transectos de 50 metros de largo por 2 metros de ancho usando estacas y cuerdas previamente marcadas por metro equivalentes a 100 m<sup>2</sup> (0.01 ha) cada uno, para un total de 0.1 ha.

Los transectos se ubicaron en el bosque de forma subjetiva evitando áreas severamente perturbadas, de manera que se pudieran estudiar varios sectores del fragmento, por ejemplo, los transectos 3 y 4 son los más cercanos a la quebrada y yacen sobre una pendiente de aproximadamente 70 grados (Fig. 6), los demás se instalaron en áreas planas.

Actualmente no se observan evidencias de tala reciente y en buena parte del bosque presenta sombra relativa. Sin embargo hay sitios con buena incidencia de luz, como en algunos sectores cercanos al borde y también en sectores cercanos a la quebrada donde el terreno es inclinado.

Posteriormente se marcaron todos los individuos con DAP  $\geq$  a 2.5 cm que se encontraron dentro del área de muestreo, con placas de aluminio. Se colectaron muestras de cada uno de ellos, cuando fue posible con flores y fruto, se registró a su vez el DAP, la altura y Numero de individuo (Anexo 1). Estos datos de campo fueron empleados en el análisis cuantitativo de densidad, frecuencia, dominancia, valor de importancia de las especies y de familia, los cuales se emplearon para conocer la condición de las especies registradas, es decir si hay o no regeneración, la dominancia o equidad de la comunidad y aproximarse a las características generales de sucesión de esta parcela.



**Figura 6. Distribución de los Transectos en el fragmento de Bosque El Silencio. Circasia – Quindío. Extraído del plano de la Finca El Silencio, ubicación Vereda Membrillal, Escala 1:2000.**

### 4.3 FASE DE HERBARIO

Las muestras colectadas en cada transecto fueron se determinaron en el Herbario de la Universidad del Quindío (HUQ), apoyados en bibliografía como Cronquist (1988), Croat (1978), Standley (sf), Gentry (sf) entre otros, junto con ejemplares de herbario. Después fueron prensadas y colocadas en el horno para su secado. Posteriormente fueron montadas en cartulina y depositadas en la colección del HUQ de acuerdo a la metodología propuesta por Germán (1986).

### 4.4 RIQUEZA

- **Curva de acumulación de especies**

Para analizar si la muestra tomada es una porción representativa de la riqueza del bosque, se aplicaron curvas de acumulación de especies, para lo cual se usó el programa Estimates 5, específicamente los estimadores Chao 1 y Ace.

El método consistió en realizar una matriz en Excel con base en la presencia de las especies en los transectos, la cuál se consignó posteriormente en el programa Stimates. Este programa toma los datos provenientes de un sistema de muestreo estandarizado, aleatoriza toda la información y realiza cálculos del número de especies observado y esperado (Villareal et al. 2004). Para una mayor ampliación del uso de este programa puede consultar la guía de usuario [www.viceroy.ebb.uconn.edu/estimates](http://www.viceroy.ebb.uconn.edu/estimates).

#### 4.5 ÍNDICE DE SIMILITUD DE SORENSEN (Cuantitativo)

Se comparó cada uno de los transectos (10), Vs los 9 transectos restantes. Con los resultados se realizó la siguiente matriz ; (ver anexo 8 para ver matriz de datos completa).

Matriz de datos:

	T1			T2			T3			T4		
	AN	BN	PN	AN	BN	PN	AN	BN	PN	AN	BN	PN
<b>T1</b>	X			36	32	16	36	19	8	36	24	8
<b>T2</b>	0,47			X			32	19	6	32	24	8
<b>T3</b>	0,29			0,23			X			19	24	10
<b>T4</b>	0,26			0,28			0,46			X		

Esta matriz se obtuvo a través de la siguiente fórmula :

$$I_{s.cuant.} = \frac{2 \cdot pN}{aN + bN}$$

donde:

aN= número total de individuos en el transecto (n)

bN= número total de individuos en el transecto (n)

pN= sumatoria en la abundancia más baja de cada una de las especies más compartidas entre ambos transectos (Magurran 1988, citado por Moreno 2001)

## **4.6 ESTRUCTURA**

El estudio de la estructura, está definido por el ordenamiento vertical y horizontal de sus componentes.

### **4.6.1 ESTRUCTURA VERTICAL**

El atributo que mejor refleja este aspecto, es la altura. En este punto se tuvieron en cuenta todos los individuos para agruparlos en clases de altura y así tener una visión más clara de la estratificación de la vegetación en el fragmento, complementado con un perfil de vegetación que da una idea gráfica (visual) del sitio para entender la estructura de la comunidad.

#### **4.6.1.1 DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES DE ALTURA**

La altura de los individuos es una medida útil para conocer la estratificación de la comunidad. Esta se midió en los estratos inferiores con una vara de 4 metros, en los estratos superiores se utilizó ésta como referencia, para inferir la altura visualmente.

La distribución en las clases de altura se realizó de acuerdo al valor mínimo de (1.5 m) y máximo (37 m). de este parámetro, dando como resultado diez categorías: desde 1.5 a 40.5 m, considerando la distribución de las clases de altura con intervalos de 3.9 m cada una. Los intervalos de clase o categoría se establecieron a partir de la siguiente fórmula:

$$C = (X_{\max} - X_{\min}) / m \quad \text{Donde:}$$

C = Amplitud del intervalo

X = Parámetro a analizar (altura)

$$m = 1 + 3.3 (\log n) \longrightarrow m = \text{Número de intervalos}$$

n = Número total de individuos

#### 4.6.1.2 PERFIL DE VEGETACIÓN

Representa los arreglos tanto verticales como horizontales de una porción representativa de la vegetación. Para la realización del perfil se seleccionó el transecto 1 (Fig. 6), debido a que fue el más diverso al presentar 26 especies y uno de los más densos con 36 individuos, esta alta diversidad en solo 100 m y una baja abundancia por especie implicó una ordenación vertical y horizontal más compleja (Fig. 33 y Cuadro 4); además por presentar a *Magnolia hernandezii*, la cual es una especie reportada por el Instituto Alexander Von Humboldt como amenazada, lo que nos llevó a elegir este transecto para registrar gráficamente este elemento botánico tan particular para la región.

Se utilizó una línea guía ubicada en el centro del transecto desde el metro 0 hasta el metro 50, la cual está marcada metro a metro. Esta se empleó como punto de referencia para establecer la ubicación espacial de los árboles o arbustos, los cuales se iban dibujando, incluyendo su altura, porte del tronco y forma aproximada de copa, la cual fue observada usando binoculares cuando los árboles eran muy altos. Como medida complementaria se tomaron fotos dentro del transecto.

#### 4.6.2 ESTRUCTURA HORIZONTAL

La estructura en sentido horizontal está representada por la densidad, el DAP, el área basal y la dominancia entre otros.

#### 4.6.2.1 DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES DIAMÉTRICAS

El CAP y DAP son medidas directamente relacionadas con el área basal, en los árboles la medición se hizo a 1.3m de altura. Con un decámetro, se tomó la circunferencia a la altura del pecho (CAP) y estos datos posteriormente se transformaron a diámetro a la altura del pecho (DAP), por medio de la siguiente formula:

$$DAP = CAP / \pi$$

Se elaboraron y graficaron los intervalos de clase, de acuerdo a los pasos empleados en el parámetro de altura. De esta manera se evaluó la distribución de los individuos, especies y familias por clases diamétricas.

#### 4.6.2.2 DOMINANCIA (Área basal)

Dada por el área basal y la cobertura, es un intento por describir el espacio real ocupado por el tronco y la extensión de sus partes aéreas (Mateucci y Colma 1982). Es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo, se expresa en cm ó m de vegetal material por unidad de superficie de terreno.

$$\text{Area basal} = \frac{\pi}{4} \times (DAP)^2$$

En formaciones boscosas en donde el dominio de los estratos arbóreos es manifiesto, sirve para calcular biomasa en pie, que es una medida indirecta de la productividad del sitio en términos de tiempo. Este parámetro se representó en la misma gráfica de los intervalos de clases diamétricas (DAP) (Fig 24).



#### **4.6.2.3 DENSIDAD**

Definida como el número de individuos por área de muestreo, se utiliza con los datos de las especies arborescentes y permite comparar los resultados de inventarios que provienen de diferentes localidades (Rangel et al. 1997).

Siendo:  $D = N / A$

donde : D= densidad

N= número de individuos

A= área determinada

#### **4.6.2.4 FRECUENCIA**

Es la probabilidad de encontrar dicho atributo en una unidad muestral particular. Se expresa como el porcentaje del número de unidades muestrales en los que el atributo aparece (  $m_i$  ) en relación con el número total de unidades muestrales (  $M$  ) (Mateucci y Colma 1982).

Se obtiene a través de la siguiente fórmula:

$Fr = ( m_i / M )$

Donde  $m_i$ = No de transectos donde aparece la especie

M= El total de transectos (10)

#### **4.6.2.5 ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)**

Tradicionalmente se calcula para comparar localidades geográficas separadas o comparar submuestras que provienen de una superficie como una hectárea pertenecientes a una misma unidad paisajística.

Los valores de Densidad, Frecuencia y Dominancia se convierten a valores relativos (%), de la siguiente forma:

$$\text{Densidad Relativa} = \frac{\text{número de individuos de la especie}}{\sum \text{ de individuos de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia Relativa} = \frac{\text{número de parcelas ocupadas por la especie}}{\sum \text{ de frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia Relativa} = \frac{\sum \text{ dominancia de la especie}}{\sum \text{ dominancia de todas las especies}} \times 100$$

El MI se estimó siguiendo la propuesta de Finol (1976) citado por Rangel 1997:

$$\text{MI} = \text{Densidad Relativa (\%)} + \text{Dominancia Relativa (\%)} + \text{Frecuencia Relativa (\%)}$$

#### 4.6.2.6 VALOR DE IMPORTANCIA PARA FAMILIAS (VIF)

Este índice proviene de la suma de :

$$\text{VIF} = \text{Densidad Relativa (\%)} + \text{Diversidad Relativa (\%)} + \text{Dominancia Relativa (\%)}$$

Donde:

$$\text{Diversidad Relativa: } \frac{\text{No de especies por familia}}{\sum \text{ Total de las especies}} \times 100$$

$$\text{Densidad Relativa: } \frac{\text{No de individuos de una familia}}{\sum \text{ De todos los individuos de una muestra}} \times 100$$

$$\text{Dominancia Relativa: } \frac{\sum \text{ Área basal de una familia}}{\sum \text{ del área basal de todas las familias}} \times 100$$

De esta forma se conoce las familias más importantes en relación al número de especies y sus parámetros fisionómicos. (Mori y Boom, 1987 citados por Rangel 1997)

#### 4.6.2.7 BIOMASA

Teniendo en cuenta que para cada tipo de bosque existe una correlación entre diámetro y altura de árboles (UNESCO 1987) y entre biomasa y diámetro a la altura del pecho (DAP) con esta información se calculó el área basal, además del volumen y la biomasa según Grubb y Kattan (1984), la fórmula utilizada para estimar la biomasa fue :

Biomasa = Volumen x Gravedad específica promedio x factor de corrección o forma = Ton / ha

Donde f = Factor de corrección que se encuentra entre 1.1 y 1.2

Gravedad específica promedio: Masa seca por unidad de Volumen = 0.6 ton / m<sup>3</sup> (valor estándar)

Volumen= altura x área basal x 0.5 (factor de corrección o forma)=M<sup>2</sup> /ha. Siendo:  
Altura: Altura media del dosel que multiplicada por 0.5 resulta la altura promedio sopesada.

Área Basal: suma de las secciones de todos los fustes del transecto=

$$\pi / 4 \cdot D^2 = X \text{ m}^2 / \text{ha}$$

La estimación de Biomasa por este método tiene un error de +/- 10 %.

#### 4.7 INDICE DE DIVERSIDAD (SHANNON WIENER)

La riqueza se define como el número de taxa que tipifican a una localidad, región o parcela. En este caso se relacionan las especies que se encontraron en el inventario proveniente de las 10 unidades muestrales.

Se consignó el número total de individuos para cada una de las especies, introduciéndose estos datos por separado para cada uno de los diez transectos en el programa Krebs/Win (diversity estimates).

El índice de Shannon – Wiener combina dos componentes de la diversidad: el número de especies y la igualdad o desigualdad en la distribución de individuos en las diversas especies (Krebs 1985). Este índice expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especies pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno 2001).

$$H' = \sum_{i=1}^S (P_i) \log P_i$$

Donde: H = Índice de diversidad de especies

$\Sigma$  = Número de especies

$P_i$  = Proporción total de la muestra perteneciente a estas especies

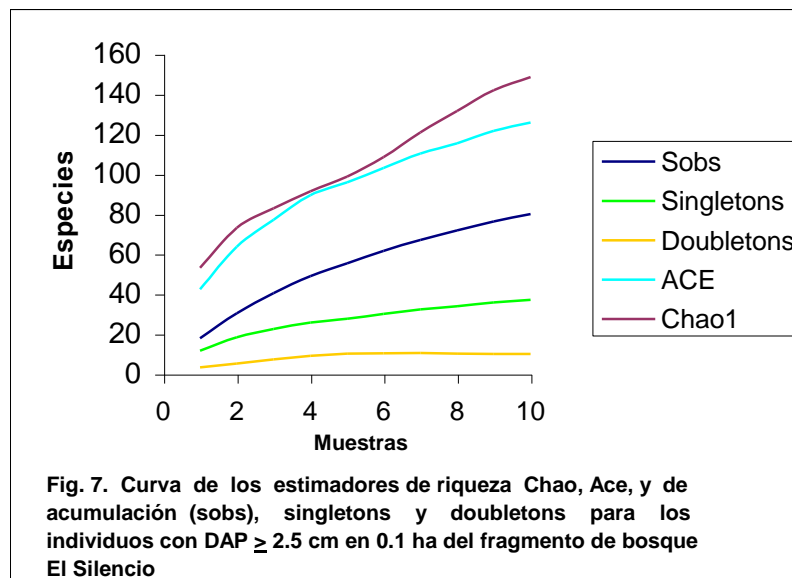
## 5 RESULTADOS

### 5.1 RIQUEZA

En el fragmento de bosque El Silencio a partir del muestreo de 0.1 ha se encontraron 301 individuos con un DAP  $\geq 2.5$  cm representados en 36 familias, 62 géneros y 80 especies. La lista de especies se presenta en el anexo 2..

- **Curva de acumulación**

La curva de acumulación (Sobs) muestra un incremento a medida que se extiende el muestreo y finalmente no alcanza la asíntota (Fig. 7). Del mismo modo el estimador Chao y Ace tampoco alcanzan una tendencia asíntótica, y estimaron un valor de riqueza de 148.45 y 125.79 especies respectivamente. Los singletons tuvieron un valor alto (37), mientras que los doubletons fueron mucho más inferiores (10) (Anexo 7).

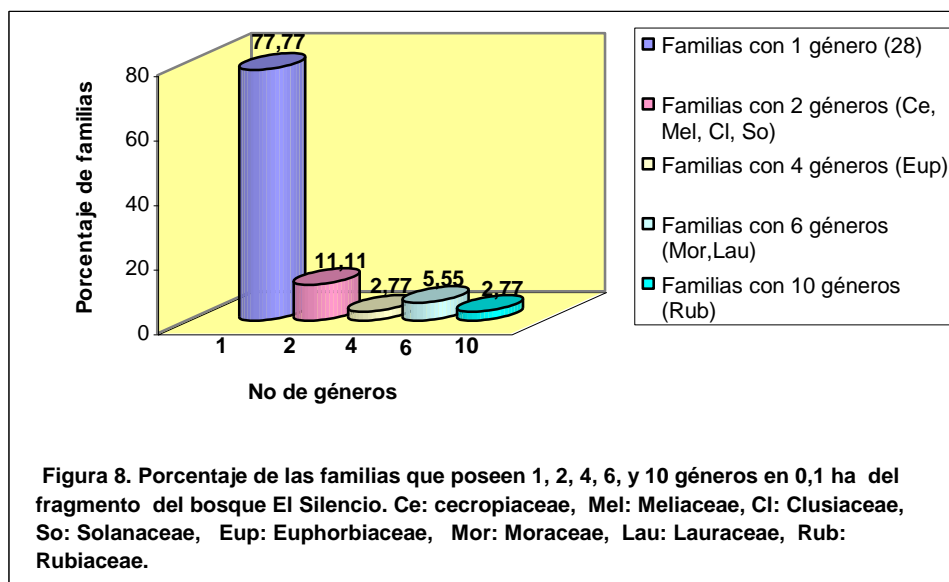


## 5.2 INDICE DE SIMILITUD DE SORENSEN (Cuantitativo)

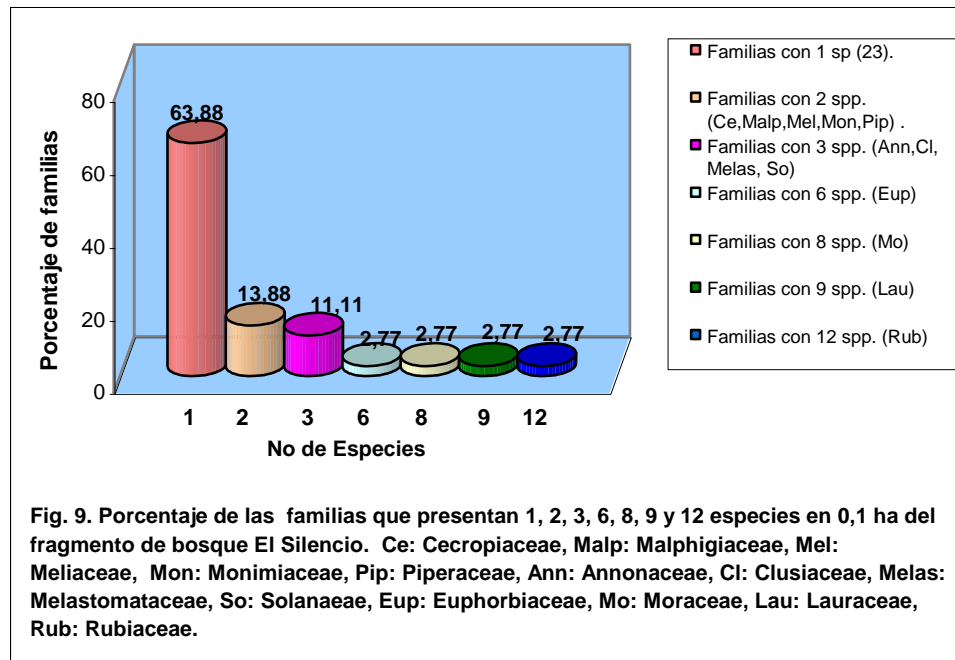
La similitud de los 10 transectos a nivel de especies fue relativamente baja para la mayoría de las comparaciones. Los 4 valores más altos de similitud se alcanzaron al analizar los transectos 9 y 10 con un 53%; seguidos por el transecto 1 y 2 con una similitud del 47%; el transecto 3 y 4 con un 46 % de similitud y el transecto 8 y 10 con un 42 % de similitud. Los demás valores de similitud entre transectos oscilaron entre 37 y 4%, donde se registraron 4 valores de similitud por debajo del 8% (Anexo 8).

## 5.3 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

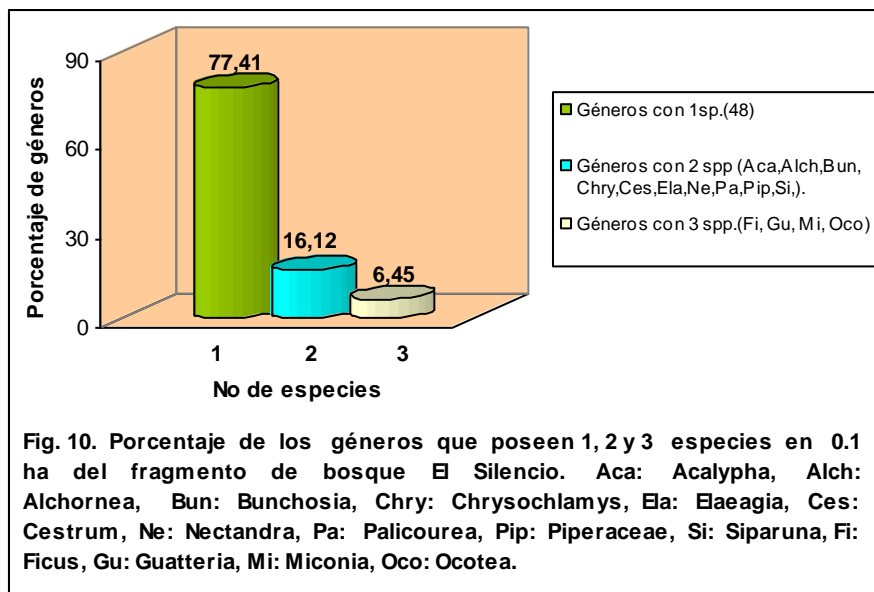
De las 36 familias encontradas, Rubiaceae fue la familia con mayor número de géneros con 10, seguida de Moraceae y Lauraceae con 6 géneros cada una. En orden descendente encontramos a Euphorbiaceae con 4 géneros; Cecropiaceae, Meliaceae, Clusiaceae, Solanaceae con 2 géneros; mientras 28 familias estuvieron representadas solamente por un género (Fig. 8).



Las familias más importantes en cuanto a número de especies fueron Rubiaceae con 12 especies, seguida por Lauraceae (9), Moraceae (8), Euphorbiaceae (6) Fueron cuatro las familias con 3 especies, cinco familias presentaron 2 especies y 23 familias estuvieron representadas por una especie (Fig. 9).



Los géneros más diversos fueron *Ocotea* (Lauraceae), *Miconia* (Melastomataceae), *Ficus* (Moraceae), *Guatteria* (Annonaceae) con tres especies cada uno; diez géneros presentaron 2 especies y 48 géneros estuvieron representados por solo 1 especie (Fig. 10).



## 5.4 ESTRUCTURA

### 5.4.1 ESTRUCTURA VERTICAL

#### 5.4.1.1 DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES DE ALTURA

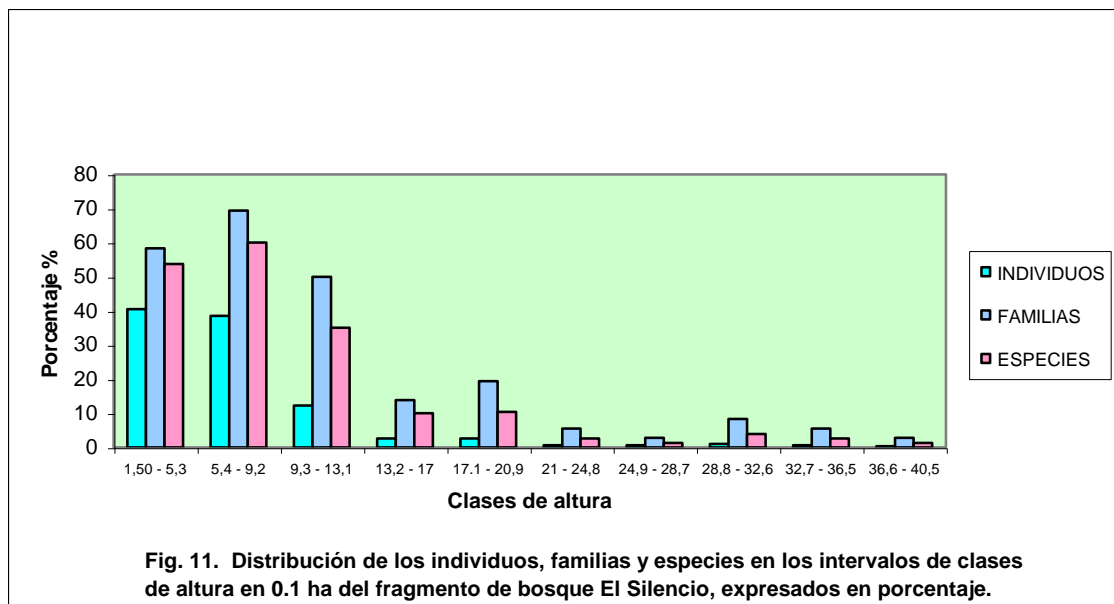
Los 301 individuos  $\geq 2,5$  cm DAP estuvieron entre 1.5 y 39 m de altura en 0.1 ha del fragmento de bosque El Silencio. La distribución de los individuos, familias y especies en las clases de altura mostró un patrón similar con las clases diamétricas, con un pico en las dos primeras clases y un decrecimiento al aumentar la altura.

Las clases de 1.5 – 5.3 m. y 5.4 – 9.2 m. son las dos mejor representadas con un alto porcentaje de individuos con 40.53% (122) y 38.53% (116) respectivamente. También fueron importantes en diversidad a nivel de familias donde la clase 5.4 – 9.2 m. ocupa el primer lugar con 69,44% (25), seguida de la clase de 1.5 – 5.3 m.



con 58,33 % (21); igualmente sucedió con las especies: 60% (47) y 53.75% (41) respectivamente.

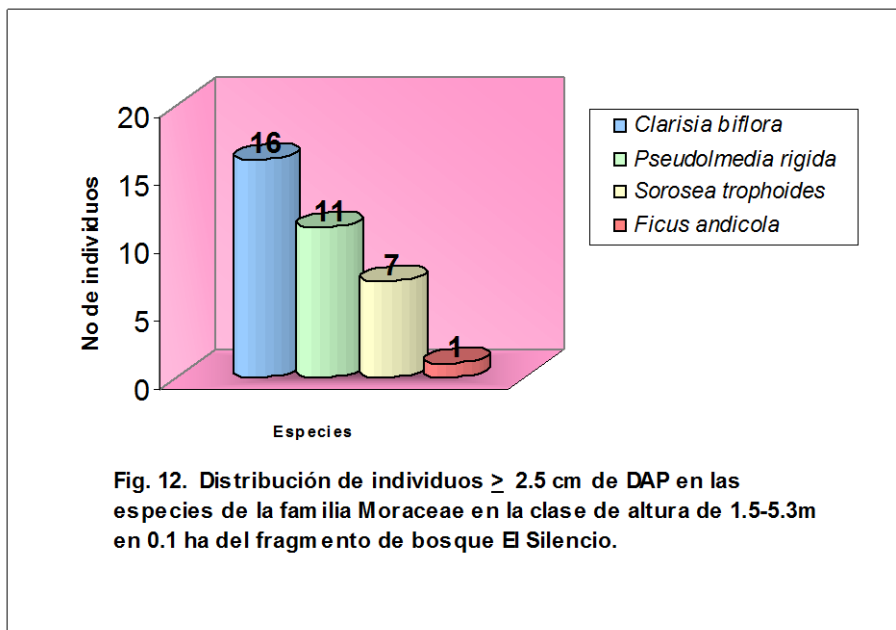
Lo anterior indica que en estas dos primeras clases se encuentra el mayor porcentaje de individuos con 79 %, de familias con 82.85 % y de especies con un 80.51 %, quedando tan solo un 21 % de individuos (63) distribuidos en las clases restantes; y solamente el 16.6 % de las familias (6) y 18.75 % de las especies (15) están por fuera de estas dos clases (Fig.11 y Anexo 3).



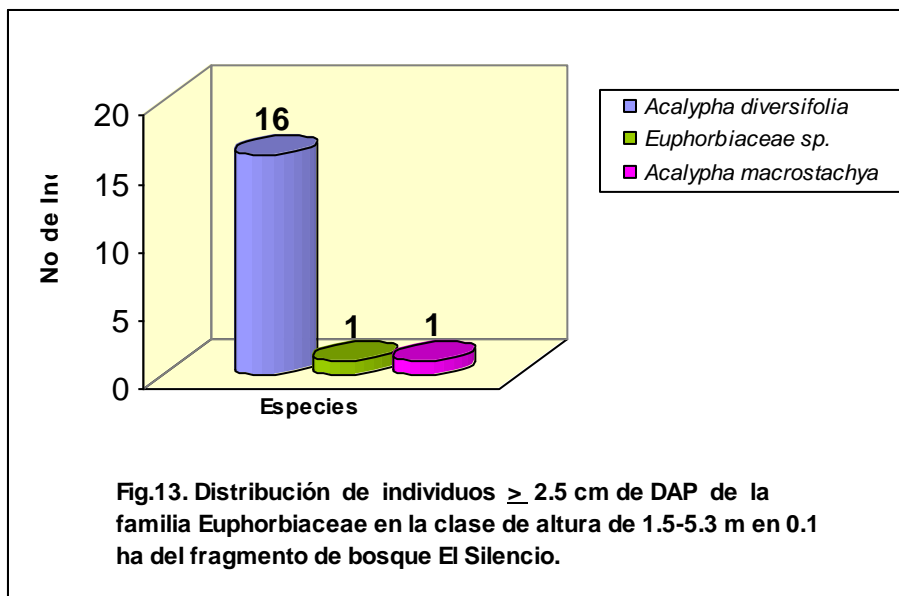
A continuación se presentan algunas características de las clases de altura.

- **CLASE DE 1.5 – 5.3 m**

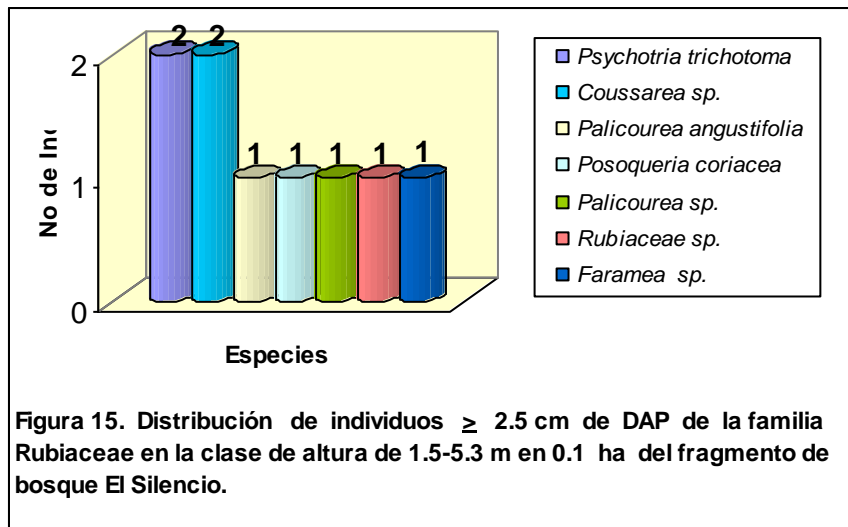
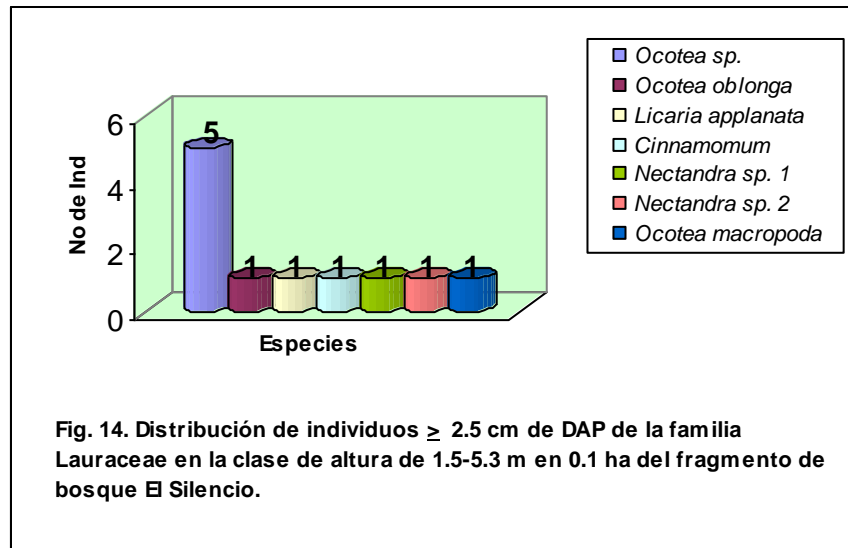
Esta clase tiene un total de 122 individuos agrupados en 21 familias y 41 especies. La familia Moraceae fue la que tuvo el mayor número de individuos (35), distribuidos en 4 especies, donde *Clarisia biflora* y *Pseudolmedia rigida* registraron 16 y 11 individuos respectivamente, siendo estas dos especies, las que poseen el valor más alto de individuos en esta familia (Fig.12).



Seguidamente se encontró a Euphorbiaceae con 18 individuos distribuidos en 3 especies, donde *Acalypha deversifolia* con 16 individuos fue la especie que codominó esta clase junto a *Clarisia biflora* (Moraceae) (Fig. 13).



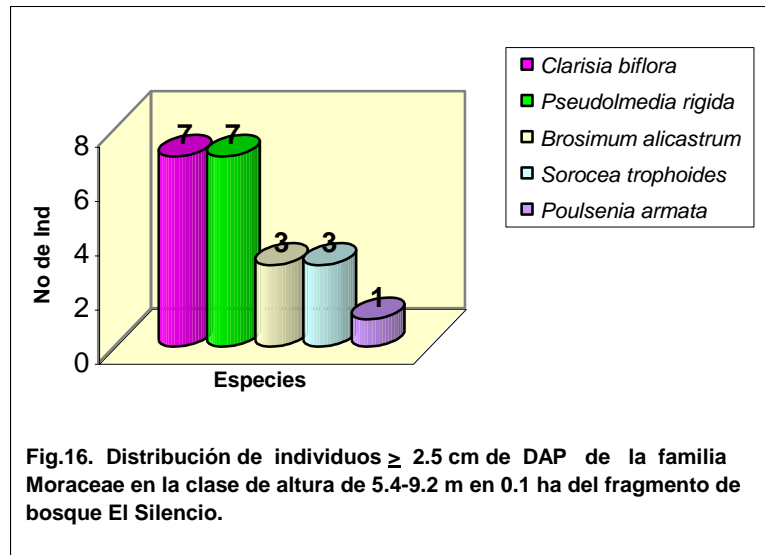
Lauraceae y Rubiaceae codominaron en términos de riqueza registrando 7 especies cada una, pero con pocos individuos por especie, presentando en total 11 y 9 respectivamente ( Fig. 14 y 15).



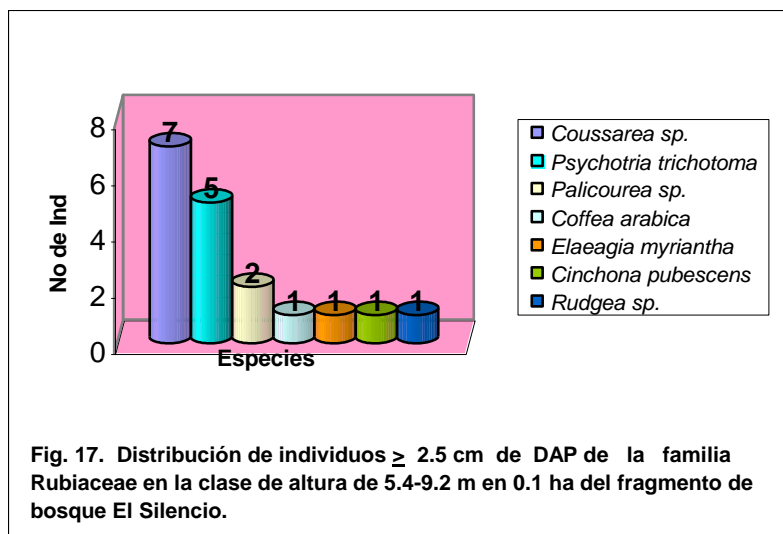
Una de las morfoespecies con mayor abundancia fue *Spheropteris sp* (Cyatheaceae) la cual presentó 9 individuos, las restantes 16 familias presentaron entre 3 a 1 especies, siendo 19 las especies que contaron con 1 a 3 individuos.

- CLASE DE 5.4 – 9.2 m.

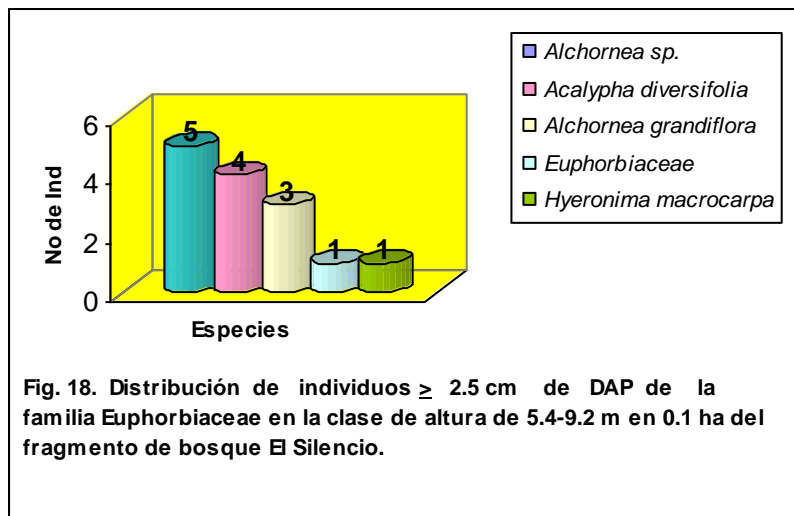
Esta clase posee 116 individuos, 25 familias y 48 especies. La familia dominante fue Moraceae con 21 individuos, distribuidos en 5 especies donde *Pseudolmedia rígida* y *Clarisia biflora* codominan con 7 individuos (Fig. 16).



La segunda familia dominante fue Rubiaceae con 18 individuos, esta familia contó con 7 especies, el mayor número para la clase, donde *Coussarea* sp. tuvo 7 individuos, seguida a su vez de la especie *Psychotria trichotoma* con 5, siendo estas las más representativas para la familia (Fig. 17).



Cerca de esta familia estuvo Euphorbiaceae con 14 individuos en 5 especies, donde *Alchornea sp.* tuvo el valor más alto de la familia con 5 individuos (Fig. 18).

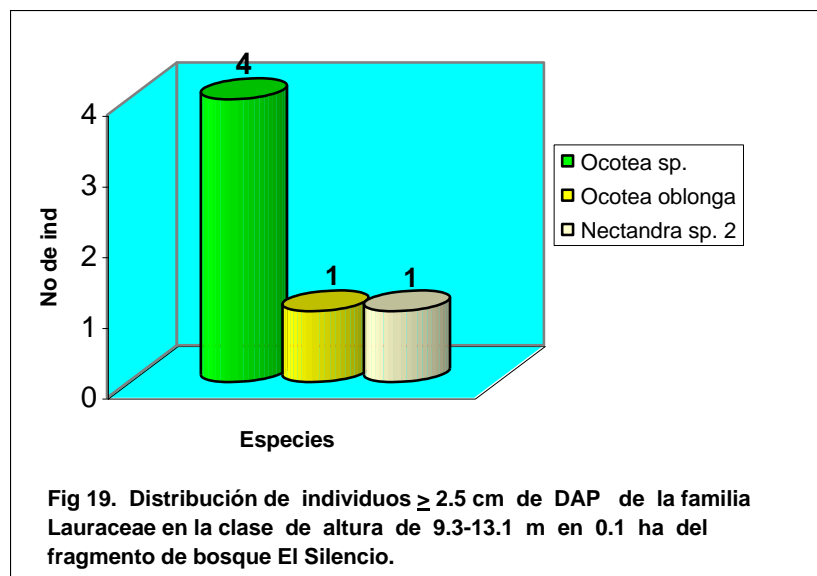


Las 22 familias restantes poseen de 3 a 1 especie y entre 9 a 1 individuo.

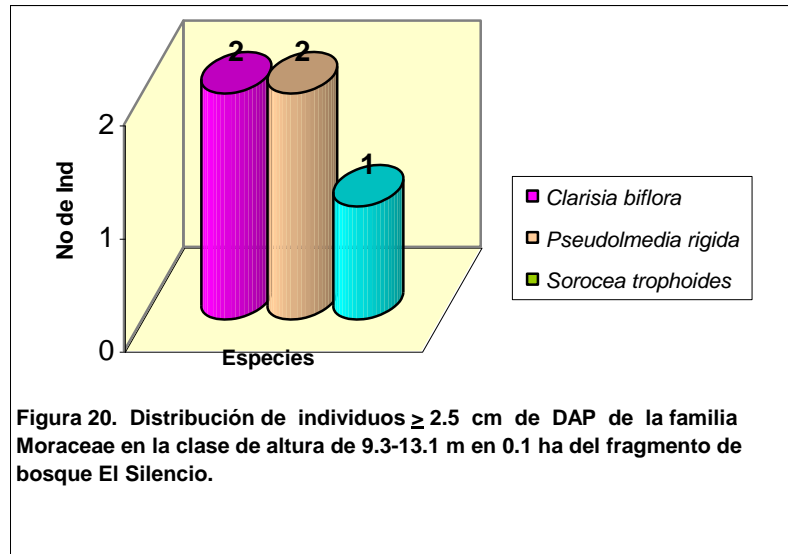
- **CLASE DE 9.3 – 13.1 m**

Para esta clase es de resaltar que a pesar de presentar un bajo valor de individuos 12.3 % (37), es casi tan diversa en familias como las dos primeras clases, puesto que al registrar 18 familias es equivalente al 51.42 % y además registra un importante valor de especies, (27) correspondiente a 35.06 % (Fig. 11).

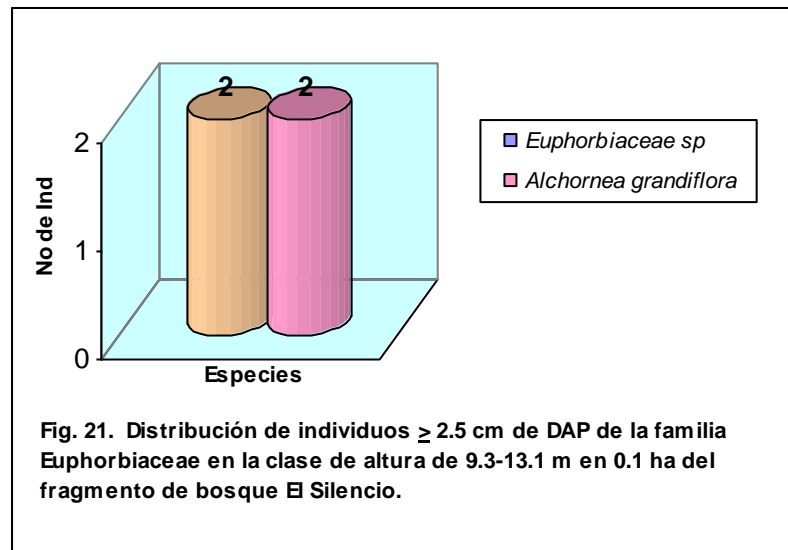
Lauraceae cuenta con la mayor abundancia con 6 individuos, distribuidos en 3 especies, donde *Ocotea* sp. es la que tiene el mayor valor de individuos (4) (Fig.19).



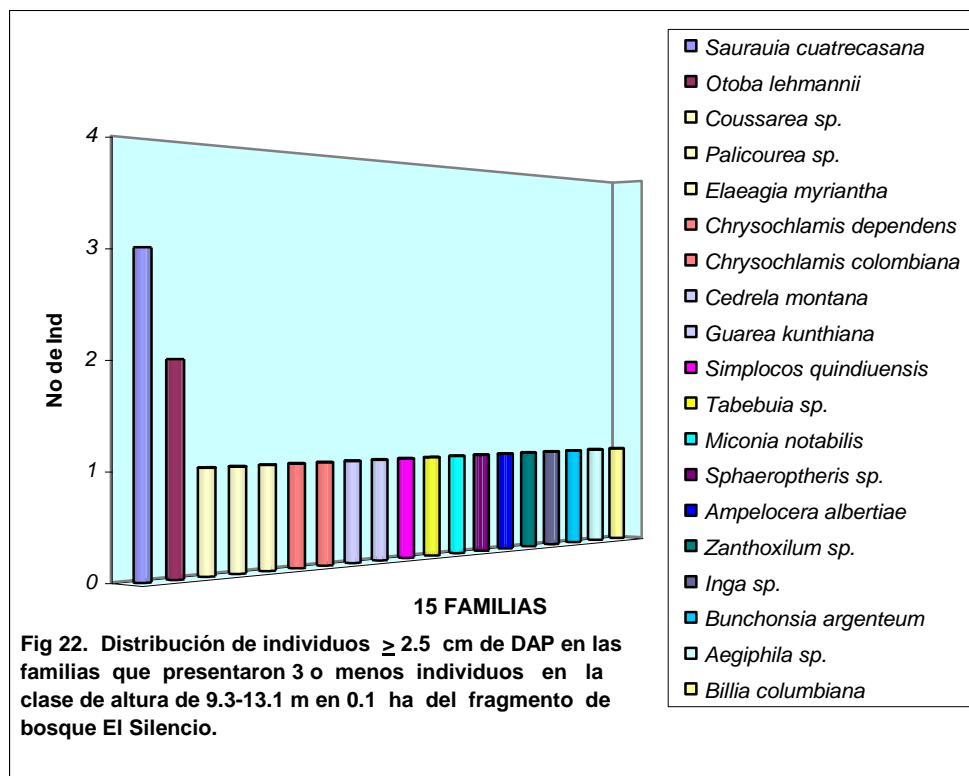
En orden descendente encontramos a Moraceae con 5 individuos distribuidos en las 3 especies: *Clarisia biflora*, *Pseudolmedia rigida* y *Sorocea trophoides* (Fig. 20).



Euphorbiaceae presentó 4 individuos distribuidos en dos especies (Fig. 21).



Las demás familias presentaron entre 3 a 1 especie, con 3 a 1 individuo (Fig. 22).



- **Aspectos notables de las clases restantes**

Las restantes clases (7) no fueron tan densas, ya que presentaron valores de individuos que van desde 8 a 1 por clase; de igual forma se comportaron las familias que van desde 7 familias a 1 y las especies de 8 a 1 (Cuadro 1).

Entre los pocos árboles que alcanzaron alturas por encima de los 30 m. se encontraron 2 individuos de 35 m. cada uno, ambos correspondientes a la clase 32.7-36.5 m., pertenecientes a la familia Ulmaceae (*Ampelocera albertiae*) y Annonaceae (*Guatteria goudotiana*). En la última clase 36.6-40.5 se encontró un individuo de la familia Ulmaceae (*Ampelocera albertiae*), siendo este el árbol más alto de toda la parcela con 37 m.



**CUADRO 1. Distribución de individuos, familias y especies en las clases de altura más altas en 0.1 ha del fragmento de bosque El Silencio en Circasia, Quindío.**

CLASES DE ALTURA	No de ind	FAMILIA	ESPECIE
Intervalo No 4 CLASE (13,2-17,0)	8	Moraceae	<i>Ficus</i> sp. (2 ind)
			<i>Poulsenia armata</i>
		Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.
			<i>Nectandra</i> sp.
		Myristicaceae	<i>Otoba lehmannii</i>
		Annonaceae	<i>Guatteria goudotiana</i>
		Cecropiaceae	<i>Cecropia telealba</i>
Intervalo No 5 CLASE (17,1-20,9)	8	Annonaceae	<i>Guatteria amplifolia</i>
			<i>Guatteria goudotiana</i>
		Cecropiaceae	<i>Coussapoa villosa</i>
		Magnoliaceae	<i>Magnolia hernandezii</i>
		Symplocaceae	<i>Symplocos quindiuensis</i>
		Lauraceae	<i>Persea rigens</i>
		Vochysiaceae	<i>Vochisia duquei</i>
		Moraceae	<i>Ficus mutisii</i>
Intervalo No 6 CLASE (21-24,8)	2	Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i>
		Bombacaceae	<i>Matisia bolivarii</i>
Intervalo No 7 CLASE (24,9-28,9)	2	Cecropiaceae	<i>Coussapoa villosa</i>
Intervalo No 8 CLASE (28,8-32,6)	3	Meliaceae	<i>Guarea kunthiana</i>
		Rubiaceae	<i>Elaeagia utilis</i>
		Caesalpinaceae	<i>Macrolobium colombianum</i>
Intervalo No 9 CLASE (32,7-36,5)	2	Ulmaceae	<i>Ampelocera albertiae</i>
		Annonaceae	<i>Guatteria goudotiana</i>
Intervalo No 10 CLASE (36,6-40,5)	1	Ulmaceae	<i>Ampelocera albertiae</i>

- **Estratificación inferida a partir de los intervalos de altura**

Podemos intentar visualizar desde la distribución vertical de los individuos tres niveles regularmente definidos: Un nivel o estrato inferior con una gran concentración de individuos hasta los 9.2 metros donde la mayor abundancia fue presentada por especies arbustivas o árboles pequeños como *Acalypha diversifolia* (20 individuos), *Sphaeropteris* sp. (18), *Psychotria trichotoma* (7), *Cestrum* sp. (6), *Urera baccifera* (4), y algunas especies arbóreas como *Clarisia biflora* y *Pseudolmedia rígida* con una gran cantidad de individuos jóvenes.

Un segundo nivel o subdosel que reúne 41 individuos distribuidos en la tercera clase y algunos de la cuarta, donde encontramos árboles de rápido crecimiento como *Alchornea* sp., *Inga* sp, *Cedrela montana*, *Saurauia cuatrecasana* y la persistencia de *Clarisia biflora* y *Pseudolmedia rígida* que se presentaron sucesivamente en las tres primeras clases, al igual que *Ocotea* sp.

El tercer nivel o dosel está conformado por árboles con una altura que oscila entre 17 m a 39 m, donde la mayor parte de los individuos más altos estuvieron entre las clases 4 y 5 con 8 individuos cada uno; después del intervalo seis, el número de individuos varió entre 3 y 1, para un total de 10 individuos entre los 20 y los 37 m.

En algunos transectos los árboles más altos no superaron los 17 m, como en el caso de *Cecropia telealba*, *Poulsenia armata*, *Ficus* sp; mientras que en otros, el dosel del bosque alcanzó los 20 m registrando a *Magnolia hernandezii*, *Vochysia duquei*, *Guatteria guodotiana*, *Calophyllum brasiliense*, *Persea rigens*, *Coussapoa villosa*, esta última especie contó con 2 individuos más en la clase siete, convirtiéndose en la especie con más individuos en el dosel. Los individuos más altos pertenecieron a la especies *Macrolobium colombianum* y *Ampelocera albertiae*, con 35 y 37 m.

#### 5.4.1.2 PERFIL DE VEGETACIÓN

En el fragmento de bosque El Silencio, el transecto 1 (Fig. 6), fue uno de los más conspicuos tanto por su número de individuos (36) como por su número de especies (26). Las especies con mayor número de individuos fueron *Pseudolmedia rigida* y Euphorbiaceae sp con 3 individuos cada una; 6 especies contaron con 2 individuos y 18 especies contaron con 1 individuo (Cuadro 2).

De esta forma no hubo una dominancia marcada por alguna especie, además la ubicación de los individuos de la misma especie, en ocasiones estuvo muy cerca dentro del transecto, tal es el caso de *Pseudolmedia rigida*, Euphorbiaceae sp, y *Chrysochlamys colombiana* (Fig. 23).

En este transecto se evidenciaron los tres niveles de estratificación: En el dosel se registraron especies como *Magnolia hernandezii* con 20 m, *Ficus mutisii* con 18 m y *Gutteria goudotiana* con 18 m. En el subdosel observamos especies como *Ocotea oblonga* con 10 m, *Pseudolmedia rigida* con 9 m y *Symplocos quindiuensis* con 12 m. En el estrato inferior encontramos a especies como *Calophyllum brasiliense* con 3.80 m y 5.5 m, *Guarea kunthiana* con 4.50 m y *Licaria applanata* con 4.70 m.

**Cuadro 2. Lista de individuos y especies con DAP  $\geq$  2.5 cm en el perfil de vegetación del transecto 1 (100m<sup>2</sup>) en el fragmento de bosque El Silencio**

No del individuo en el perfil	Especie	No del individuo en el perfil	Especie
1	Sp. 1 <i>Magnolia hernandezii</i>	19	Sp. 15 <i>Ficus mutisii</i>
2	Sp. 2 <i>Guapira myrtiflora</i>	20	Sp. 16 <i>Ocotea</i> sp.
3	Sp. 3 <i>Guarea Kunthiana</i>	21	Sp. 17 <i>Bunchosia armeniaca</i>
4	Sp. 4 <i>Coussarea</i> sp.	22	Sp. 18 <i>Billia columbiana</i>
5	Sp. 5 <i>Chrysochlamys dependens</i>	23	Sp. 8 <i>Pseudolmedia rigida</i>
6	Sp. 6 <i>Ocotea oblonga</i>	24	Sp. 19 <i>Guatteria goudotiana</i>
7	Sp. 7 <i>Chrysochlamys colombiana</i>	25	Sp. 14 Euphorbiaceae sp.
8	Sp. 8 <i>Pseudolmedia rigida</i>	26	Sp. 14 Euphorbiaceae sp.
9	Sp. 9 <i>Sorocea trophoides</i>	27	Sp. 20 <i>Licaria applanata</i>
10	Sp. 8 <i>Pseudolmedia rigida</i>	28	Sp. 21 <i>Stylogyne glomeruliflora</i>
11	Sp. 7 <i>Chrysochlamys colombiana</i>	29	Sp. 22 <i>Brosimum alicastrum</i>
12	Sp. 10 <i>Symplocos quindiuensis</i>	30	Sp. 16 <i>Ocotea</i> sp
13	Sp. 11 <i>Palicourea angustifolia</i>	31	Sp. 2 <i>Guapira myrtiflora</i>
14	Sp. 12 <i>Alchornea</i> sp.	32	Sp. 23 <i>Guatteria amplifolia</i>
15	Sp. 13 <i>Alchornea grandiflora</i>	33	Sp. 24 <i>Acalypha diversifolia</i>
16	Sp. 9 <i>Sorocea trophoides</i>	34	Sp. 25 <i>Calophyllum brasiliense</i>
17	Sp. 6 <i>Ocotea oblonga</i>	35	Sp. 26 <i>Psichotrya trichotoma</i>
18	Sp. 14 Euphorbiaceae sp.	36	Sp 25. <i>Calophyllum brasiliense</i>

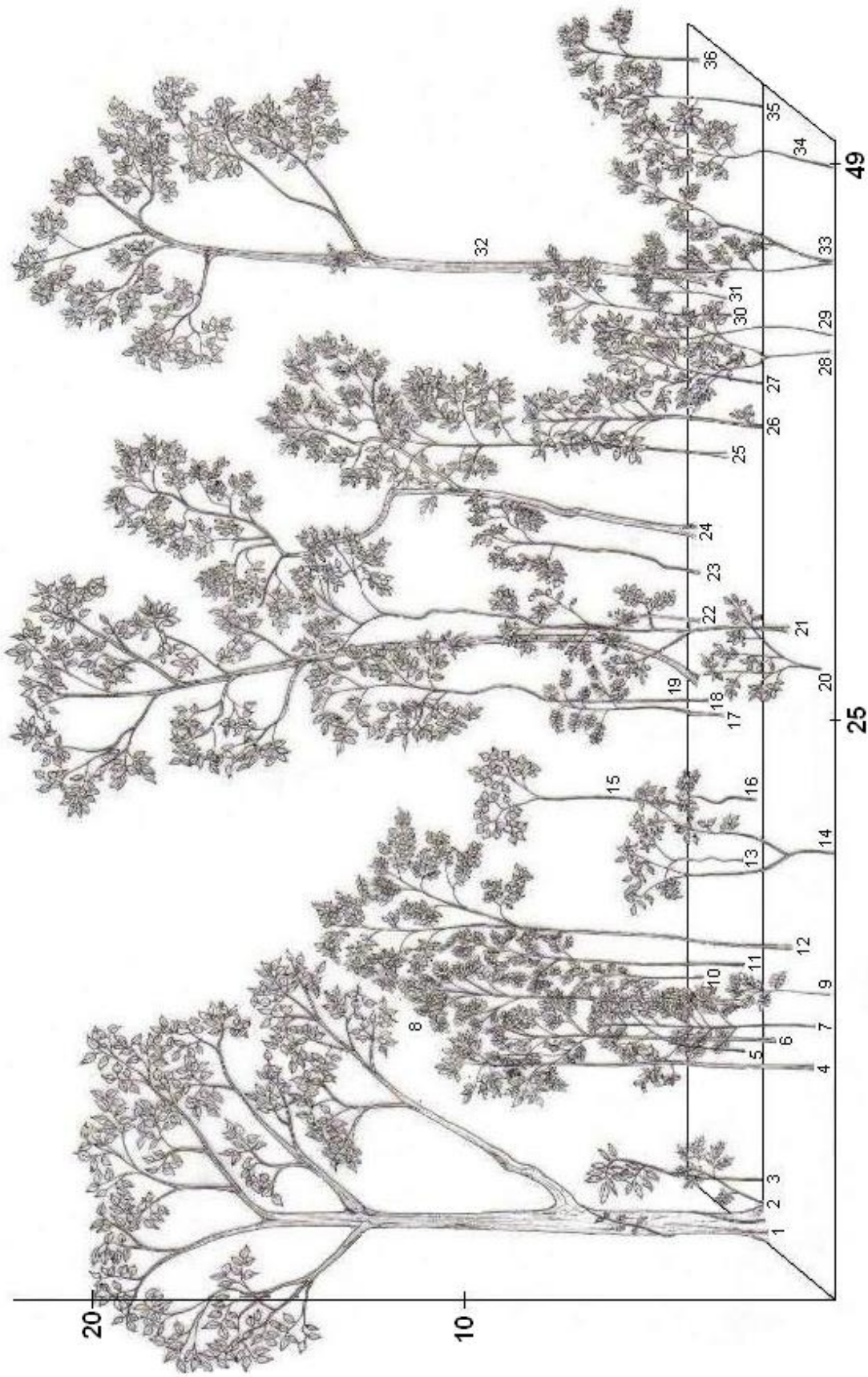


Fig. 23. Perfil de vegetación de los individuos  $\geq 2.5$  cm DAP muestreados en el transecto No. 1 del fragmento de bosque El Silencio.

## 5.4.2 ESTRUCTURA HORIZONTAL

### 5.4.2.1 DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES DIAMÉTRICAS

La distribución de individuos, familias y especies por clases diamétricas mostró 10 categorías (desde 2.5 cm. hasta las  $\geq$  a 65.5 cm). Donde el número de individuos  $\geq$  2.5 cm DAP fue de 301 y  $\geq$  10 cm DAP fue de 82, valores que fueron similares a otros bosques tropicales que registraron entre 75 y 103 individuos con DAP  $\geq$  10 cm (Cuadro 3).

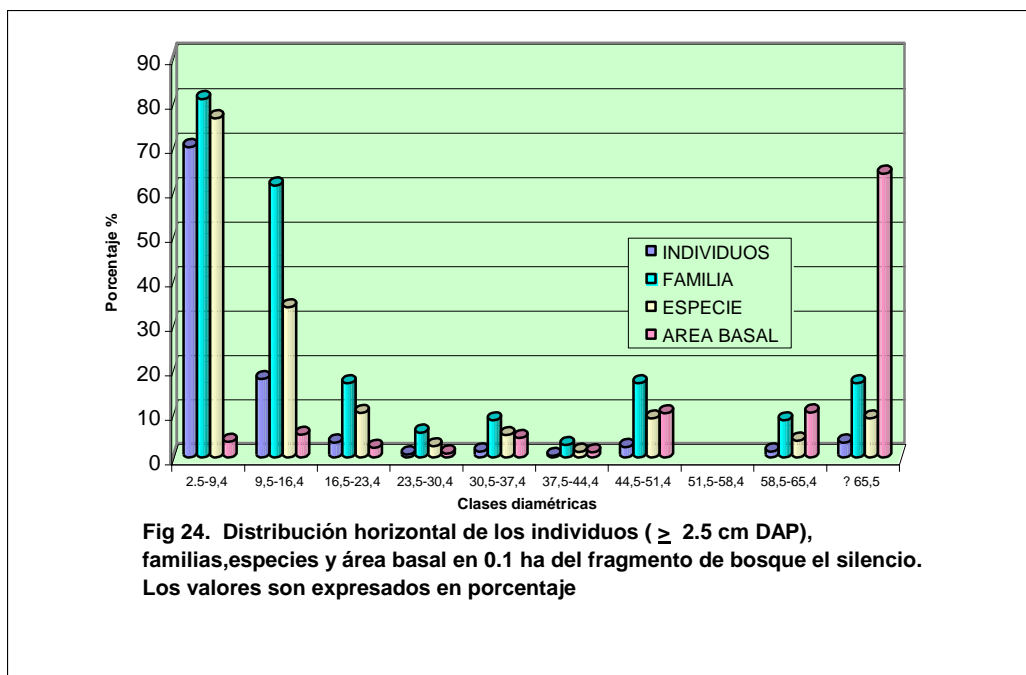
**Cuadro 3. Diversidad florística y densidad de los bosques montanos Andinos**

SITIO	Elevación (m)	No. DE FAMILIAS	No DE GENEROS	No de especies			No de individuos		
				DAP $\geq$ 2,5	DAP $\geq$ 3,18	DAP $\geq$ 10	DAP $\geq$ 2,5	DAP $\geq$ 3,18	DAP $\geq$ 10
EL SILENCIO Circasia-Quindío (0.1 ha.)	1780	35	62	80	73	44	301	255	82
CALAMAR Circasia- Quindío (0.1 ha.)	1480	28	52	64			220		
BARBAS Filandia- Quindío (0,2 ha.)	1812	33	52		63			125	
EL ROBLE Salento-Quindío (0,2 ha.)	2168	31	52		55			125	
ALTO DE CUEVAS Antioquia. Gentry (0,1 ha.)	1710	49		81		36	284		103
LA PLANADA Nariño. Gentry (0,1 ha.)	1800	40		89		47	332		80
CAMPANO Magdalena. Gentry (0.1 ha.)	1690	44		78		86	324		89
HACIENDA HIMALAYA Valle. Gentry (400m2)	1860	39		54		29	383		103
CHIRINOS Cajamarca-Perú Gentry 0.1 ha.	1750	38		73		39	338		75

VENCEREMOS Amazonas-Perú Gentry 0.1 ha.	1850	46	129	62	450	108
MAQUIPUCANA Ecuador. Gentry (0,1 ha.)	1600	49	85	49	314	80

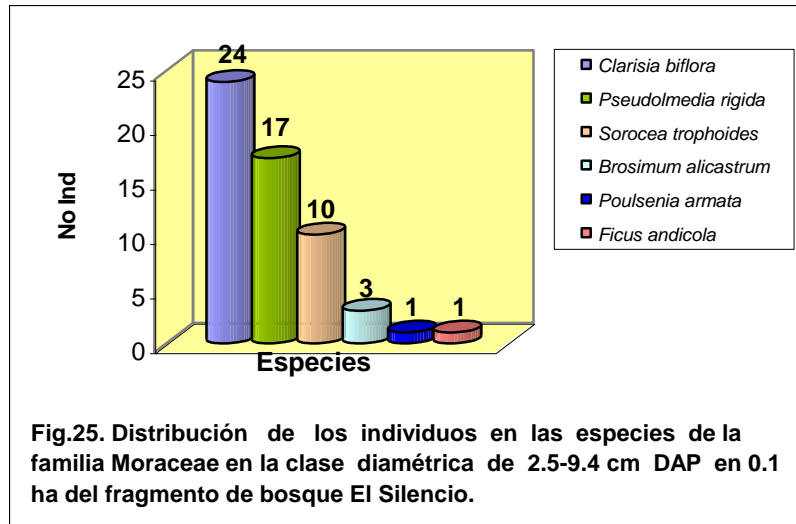
El 69.76 % (211) de los individuos estuvieron concentrados en la clase de 2.5-9.4 cm. Las dos primeras clases presentaron el mayor número de familias: la primera clase de 2.5 – 9.4 cm. con 80.55 % (29) y la segunda clase de 9.5-16.4 cm. con un 61.11% (22). Así mismo obtuvieron el valor más alto de especies con un 76.25% (58) y 33.75% (27) respectivamente.

Para las ocho clases diamétricas restantes la distribución de individuos, familias y especies fue generalmente baja, a excepción de la octava clase (51.4-58.4 cm.) dentro de la cual no se encontraron individuos (Fig. 24 y anexo 4). A continuación se exponen algunas clases diamétricas y sus principales características.



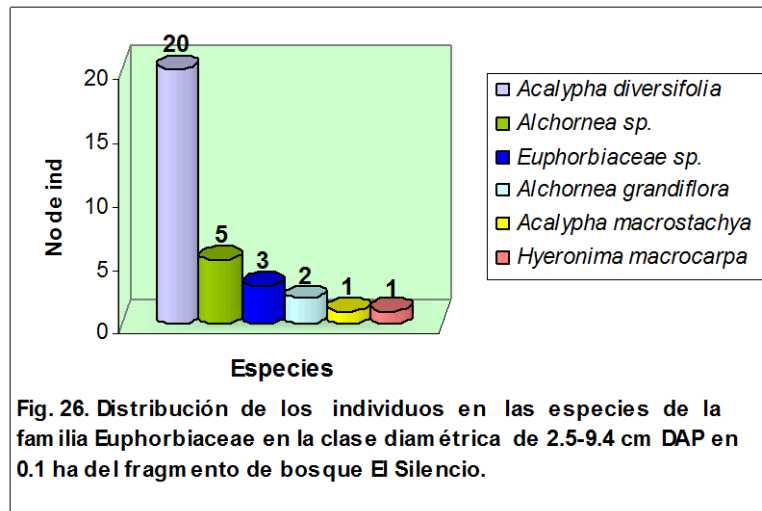
### Clase diamétrica de 2.5-9.4 cm

Se encontraron 211 individuos (69.76 %), representados en 29 familias (80.55 %) y 58 especies (76.25%). Moraceae fue la familia más abundante, la cual tuvo 56 individuos, distribuidos en 6 especies, donde *Clarisia biflora* fue la especie dominante con 24 individuos, seguida por *Pseudolmedia rigida* con 17, *Sorocea trophoides* con 10 (Fig. 25).

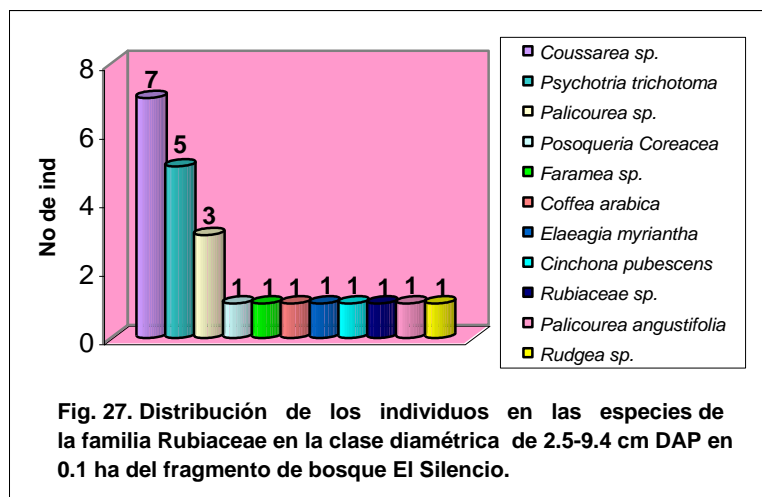


En orden descendente encontramos a Euphorbiaceae con 32 individuos representados en seis especies. *Acalypha diversifolia* fue la especie que presentó el mayor número de individuos con 18 (Fig. 26).

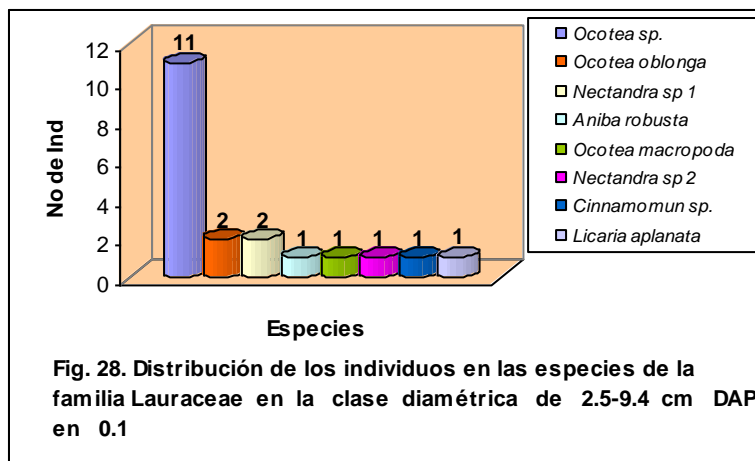




La familia Rubiaceae presento 23 individuos, y se caracterizó por tener el mayor número de especies, con 11, donde *Coussarea sp.* fue la que tuvo el mayor número de individuos para esta familia con 7 (Fig. 27).

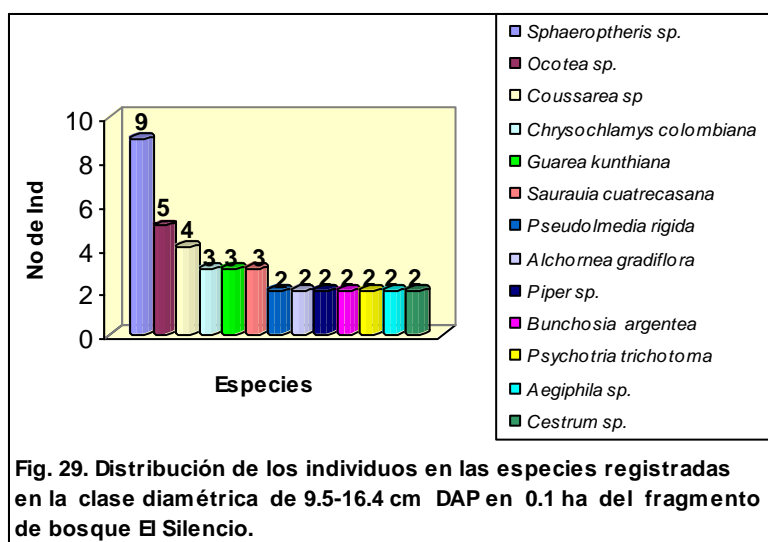


La familia Lauraceae tuvo 20 individuos, ocupando el segundo lugar de importancia con respecto al número de especies con 8 donde *Ocotea sp.* presentó 11 individuos (Fig. 28).



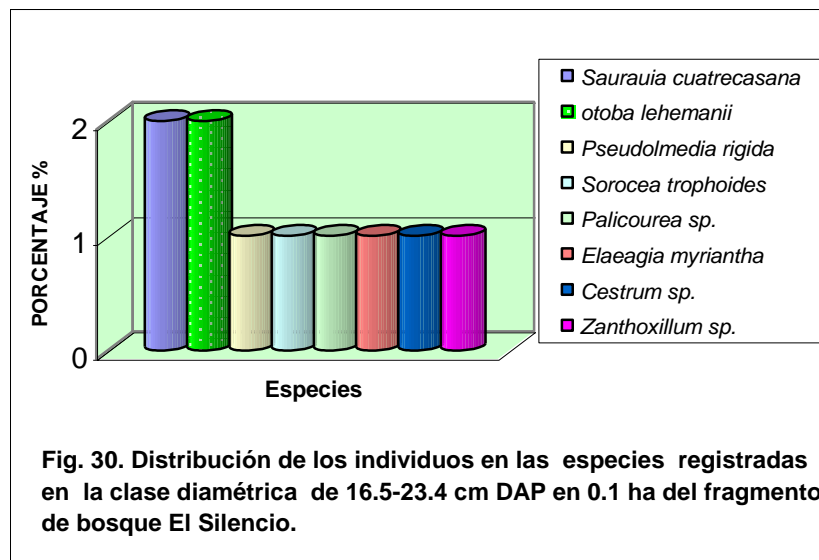
- **Clase diamétrica de 9.5-16.4 cm**

Esta concentró 52 individuos (17.28 %), 22 familias (62.85 %) y 27 especies (35.06%). La familia dominante en este estrato fue Cyatheaceae con 9 individuos, todos ellos representados en su única especie *Sphaeropteris sp.*; seguidamente encontramos a Rubiaceae con 6 individuos, los cuales están representados en 2 especies: *Coussarea sp.* y *Psychotria trichotoma* con 4 y 2 individuos respectivamente. Con relación al número de especies no existió valor dominante, ya que osciló entre 2 y 1 especie por familia en esta clase (Fig. 29).



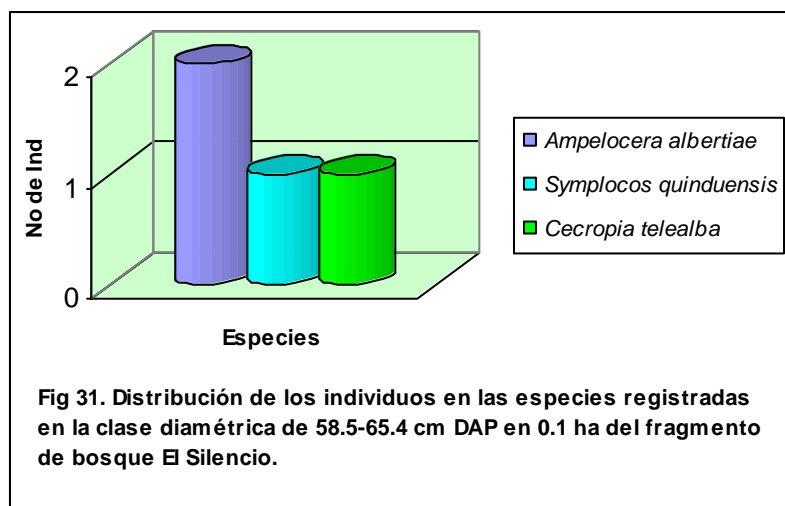
- **Clase diamétrica de 16.5 – 23.4 cm.**

En esta clase disminuyó notablemente el número de individuos, familias y especies, registrando solo 10, 6 y 8 respectivamente (Fig. 30), donde *Saurauia cuatrecasana* y *Otoba lehmannii* fueron las especies con mayor número de individuos con 2, mientras que *Pseudolmedia rigida*, *Saurauia cuatrecasana* y *Cestrum* sp. fueron las únicas especies que se presentaron sucesivamente en las tres primeras clases diamétricas, pero con una densidad muy diferente.



- **Clase diamétrica de 58.5 – 65.4 cm.**

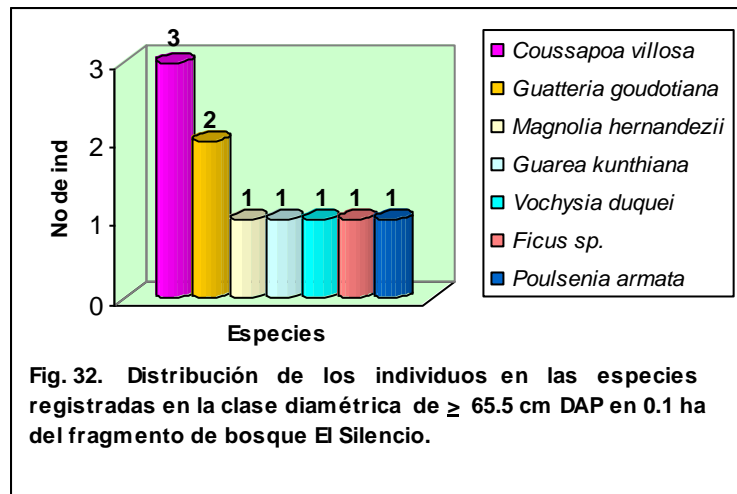
Se presentaron 4 individuos en esta clase, distribuidos en 3 especies y 3 familias, donde *Ampelocera albertiae* registro 2 individuos (Fig. 31).



- **Clase diamétrica  $\geq 65.5$  cm.**

En esta última se encontraron 10 individuos (3.32 %) que presentan el mayor DAP de toda la parcela, representados en 6 familias y 7 especies. La familia Cecropiaceae fue la que tuvo el mayor número de individuos para esta clase con 3, pertenecientes a la especie *Coussapoa villosa*, siendo esta la especie que registro el individuo con el valor máximo de DAP (134.32 cm).

La familia Moraceae presentó 2 individuos y fue la familia que tuvo el mayor número de especies para esta clase con 2: *Ficus* sp. y *Poulsenia armata*, ubicándose en segundo y tercer lugar con relación al DAP con 124.77 y 111.09 cm respectivamente (Fig. 32).



- **Análisis de las especies en las clases diamétricas**

A continuación se menciona a nivel general, cual es el comportamiento de las especies en las clases diamétricas. Una contribución a la riqueza de la primera clase diamétrica estuvo en la presencia de 27 especies arbóreas y árboles pequeños, quienes solo presentaron individuos jóvenes de diámetros delgados: *Clarisia biflora*, *Pseudolmedia rigida*, *Sorocea trophoides*, *Saurauia cuatrecasana*, *Chrysochlamys dependens*, *Otoba lehmannii*, *Euphorbiaceae sp.*, *Elaeagia myriantha*, *Calatola columbiana*, *Ocotea oblonga*, *Billia columbiana*, *Bunchosia armeniaca*, *Licaria applanata*, *Erythrina rubrinervia*, *Posoqueria coriacea*, *Tabebuia guayacán*, *Ocotea macropoda*, *Aniba robusta*, *Cinnamomum sp.*, *Hyeronima macrocarpa*, *Allophylus sp.*, *Inga sp.*, *Miconia wurdackii*, *Ficus andicola*, *Pouteria lucuma*, *Guatteria sp.*, *Brosimum alicastrum*.

Las 10 especies de árboles medianos y grandes que mantienen individuos en las clases diamétricas pequeñas al igual que en las clases mayores son: *Ocotea sp.*, *Nectandra sp.1*, *Guarea kunthiana*, *Alchornea grandiflora*, *Ampelocera albertiae*, *Calophyllum brasiliense*, *Magnolia hernandezii*, *Symplocos quindiuensis*,

*Poulsenia armata* y *Macrobium colombianum*. Sin embargo los individuos jóvenes siempre fueron pocos, de 1 individuo generalmente y rara vez 4 individuos.

En contraste once especies registradas en las clases diamétricas más grandes no contaron con representantes jóvenes: *Ficus* sp, *Ficus mutisii*, *Coussapoa villosa*, *Cecropia telealba*, *Guatteria goudotiana*, *Guatteria amplifolia*, *Elaeagia utilis*, *Cedrela montana*, *Matisia bolivarii*, *Persea rigens* y *Vochysia duquei*.

#### **5.4.2.2 DOMINANCIA (Área basal)**

El área basal total para los 301 individuos  $\geq 2.5$  cm DAP en 0.1 ha del fragmento de bosque El Silencio fue de 12.75 m<sup>2</sup>. Los valores mas altos fueron presentados por *Coussapoa villosa* (Cecropiaceae) que contó con 3 individuos de 86.89; 95.49 y 134.32 cm DAP, para un área basal de 2.72 m<sup>2</sup> equivalente al 21.33% del área basal total.

En segundo lugar se registró *Guatteria goudotiana* (Annonaceae) que contó con 2 individuos de 96.76 y 82.76 cm DAP, presentando un área basal de 1.37 m<sup>2</sup> correspondiente al 10.74 % del área basal total. En tercer lugar se ubicó *Ficus* sp. (Moraceae) que contó con 1 individuo de 124.77 cm DAP, registrando un área basal de 1.32 m<sup>2</sup> equivalente al 10.35 % del área basal total.

En cuarto lugar se encontró *Poulsenia armata* (Moraceae), que contó con 1 individuo de 111.09 cm DAP, tuvo un área basal de 0.97 m<sup>2</sup> correspondiente al 7.6 % del área basal total, en quinto lugar de importancia estuvo *Guarea kunthiana* (Meliaceae), que contó con 1 individuo de 95.49 cm DAP, presentando 0.74 m<sup>2</sup> de área basal equivalente al 5.87 % del área basal total.

En sexto lugar se encontró a *Magnolia hernandezii* (Magnoliaceae), que contó con 1 individuo de 91.35 cm DAP, para un área basal de 0.65 m<sup>2</sup> equivalente al 5.16 % del área basal total. En solo estas 6 especies se encuentra representada el 61.08 % del área basal total; el restante 38.92 % de área basal esta distribuido en 74 especies, las cuales presentaron bajos valores que oscilaron entre 0.33 m<sup>2</sup> y 0.0004 m<sup>2</sup> (Anexo 5).

Este comportamiento se puede observar en la distribución del área basal en las clases diamétricas (Fig. 24), la cual mostró un pico en el intervalo más grande ( $\geq 65$  cm DAP), con un 63.78% del área basal, siendo un intervalo con tan solo 10 individuos pero con los árboles más corpulentos. Los demás intervalos presentaron entre 10.08% y 0.87% del área basal total.

#### 5.4.2.3 DENSIDAD

Se encontraron 301 individuos  $\geq 2.5$  cm DAP y 82 individuos  $\geq 10$  cm DAP en los 10 transectos (0.1 ha en total) del fragmento de bosque el silencio (Cuadro 3). De acuerdo a la densidad de las especies, *Clarisia biflora* (Moraceae) presentó la mayor densidad con 0.025 ind./m<sup>2</sup> (25 individuos) equivalente al 8.30 %, con un valor cercano encontramos a *Pseudolmedia rigida* (Moraceae) y *Acalypha diversifolia* (Euphorbiaceae) con una densidad de 0.020 ind./m<sup>2</sup> (20 individuos) cada una, equivalente al 6.64 %. En orden descendente tenemos a *Sphaeropteris* sp (Cyatheaceae) con 0.019 ind./m<sup>2</sup> (19 individuos) correspondiente al 6.31 %, *Ocotea* sp (Lauraceae) con 0.016 ind./m<sup>2</sup> (16 individuos) igual al 5.31 %, *Sorocea trophoides* (Moraceae) con 0.011 ind./m<sup>2</sup> (11 individuos) que representan el 3.65 % y *Coussarea* sp. con 0.010 ind./m<sup>2</sup> (10 individuos) correspondiente al 3.32 %. Estas siete especies acumulan una densidad del 0.121 ind./m<sup>2</sup> (121 individuos) equivalente al 40.17 % de la densidad total. Las 73 especies restantes presentaron una densidad entre 0.009 ind./m<sup>2</sup> (9 individuos) y 0.001 ind./m<sup>2</sup> (1

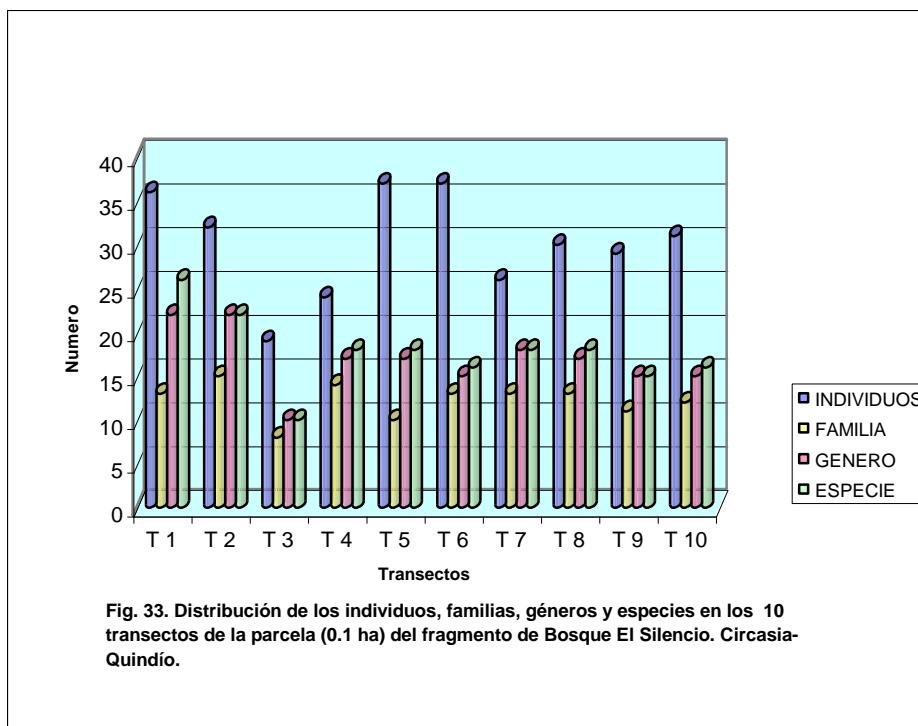
individuo) (Anexo 5). Fueron 10 las especies que registraron una densidad de 0.002 ind./m<sup>2</sup> (2 individuos) y 37 las especies que contaron con una densidad de 0.001 ind./m<sup>2</sup> (1 individuo).

La densidad en los 10 transectos estuvo distribuida de la siguiente forma: Los transectos 5 y 6 codominaron con 37 individuos cada uno, seguido del transecto 1 con 36 individuos, los transectos 2 y 10 presentaron 32 y 31 individuos respectivamente, los transectos restantes tuvieron entre 30 y 19 individuos (Cuadro 4 y Fig. 33).

**Cuadro 4. Datos generales para los 10 transectos en el fragmento de bosque El Silencio, considerando los individuos con un DAP  $\geq$  2.5 cm y Coeficiente de Variación para el índice de Shannon Wiener (H'). COEFICIENTE DE VARIACIÓN, CV = 11.18 %**

VARIABLE	TRANSECTOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nº de individuos (n)	36	32	19	24	37	37	26	30	29	31
No de spp,	26	22	10	18	18	17	18	18	15	16
Diversidad (H')	4,57	4,23	2,93	3,97	3,91	3,81	4	3,77	3,55	3,69
No de familias	13	15	8	14	10	13	13	13	11	12
No de géneros	22	22	10	17	7	15	18	17	15	15





#### 5.4.2.4 FRECUENCIA

La especie que presentó el valor mas alto de frecuencia fue *Pseudolmedia rigida* (Moraceae) con 0.9 es decir que estuvo presente en 9 de los 10 transectos, seguida por *Acalypha diversifolia* (Euphorbiaceae) con 0.8 de frecuencia, en tercer lugar se encontró *Ocotea* sp (Lauraceae) con 0.7; en cuarto lugar se ubico *Sorocea trophoides* con 0.6; en quinto lugar estuvieron *Coussarea* sp, *Sphaeropteris* sp, *Saurauia cuatrecasana* y *Clarisia biflora* con una frecuencia de 0.5 cada una. Estas ocho especies constituyen el 28.04 % de la frecuencia relativa. Se registraron 16 especies con una frecuencia de 0.2 (2 transectos) y 40 especies con 0.1 (1 transecto), además 17 especies mostraron una frecuencia entre 0.6 % y 0.1 % (Anexo 5).

#### 5.4.2.5 INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)

Las cinco especies con el mayor índice de valor de importancia fueron *Coussapoa villosa* (Cecropiaceae) con 23.46 %, *Guatteria goudotiana* (Annonaceae) con 13.41 %, *Pseudolmedia rigida* (Moraceae) con 12.29 %, *Ficus* sp. (Moraceae) con 11.62 %, y *Clarisia biflora* (Moraceae) con 11.53 %. Estas cinco especies representan el 24.11 % del IVI total (Anexo 5).

Seguidamente encontramos tres especies que presentan un valor de importancia por encima del 10 %, las cuales son: *Acalypha diversifolia* (Euphorbiaceae) con 11.36 %, *Ocotea* sp (Lauraceae) con 11.12 % y *Sphaeropteris* sp. (Cyatheaceae) con 10.18 %. Las 72 especies restantes presentaron valores que oscilaron entre 9.77 y 0.89 %, correspondiendo los valores más bajos a las siguientes cinco especies: *Miconia wurdackii* (Melastomataceae), *Pouteria lucuma* (Sapotaceae), *Posoqueria coriacea* (Rubiaceae) y *Palicourea angustifolia* (Rubiaceae) cada una con 0.90 % y *Nectandra* sp. (Lauraceae) con 0.89 %.

#### 5.4.2.6 VALOR DE IMPORTANCIA PARA FAMILIAS (VIF)

En el fragmento de bosque El Silencio las cinco familias con mayor valor de importancia fueron:

Moraceae (51.80 %), Rubiaceae (28.29 %), Cecropiaceae (27.56 %), Lauraceae (25.25 %) y Euphorbiaceae (21.34 %) (Cuadro 5). De esta forma el 51.41% del VIF estuvo representado en estas cinco familias. El 48.58 % restante está distribuido en 31 familias, las cuales fueron divididas en dos grupos: Un grupo con valores intermedios, constituido por 12 familias que oscilaron entre un 17.46% registrado por Annonaceae y 4.53% correspondiente a Symplocaceae. El segundo grupo con los valores más bajos estuvo conformado por 19 familias con valores entre 3.9534% registrado por Actinidaceae y 1.58% correspondiente a

Sapotaceae. El orden completo de aparición de todas las familias se reporta en el anexo 6.

**Cuadro 5. Las cinco Familias con mayor valor de importancia (VIF) para los individuos  $\geq 2.5$  cm DAP en 0.1 ha. del fragmento de bosque El Silencio en Circasia, Quindío.**  
(Di R = diversidad relativa; D = Densidad; D R = densidad relativa; Do = dominancia; Do R = Dominancia relativa).

FAMILIA	IND	Di R	D	D R	Do	Do R	VIF
MORACEAE	65	10	0,065	21,594	2,581	20,209	51,803
RUBIACEAE	31	15	0,031	10,299	0,382	2,995	28,707
CECROPIACEAE	4	2,5	0,004	1,328	3,031	23,734	27,563
LAURACEAE	28	11,25	0,028	9,302	0,06	4,7	25,252
EUPHORBIACEAE	36	7,5	0,036	11,96	0,24	1,881	21,341

Las familias más abundantes en 0,1 ha. fueron Moraceae con 65 individuos, seguida por Euphorbiaceae (36), Rubiaceae (31) y Lauraceae (28). Estas cuatro familias en conjunto representan cerca del 53.1 % del número total de individuos con DAP > 2,5 cm en 0.1 ha. Mientras 9 familias tuvieron 1 individuo y 7 familias registraron 2 individuos (Anexo 6).

Las familias con mayor área basal fueron Cecropiaceae (23.73%), Moraceae (20.2 %) y Annonaceae (12.05%), que juntas representan el 60% del área basal. Hubó una familia que estuvo fuera del top cinco del VIF pero que registró aún más área basal que Lauraceae y Rubiaceae ubicadas en el 4 y 5 lugar de importancia. Esta fue Annonaceae la cual registró el 12,056 % del área basal. El resto de familias presentaron un porcentaje de área basal entre 6.264 % hasta 0.003 %.

La familia Rubiaceae que ocupó el segundo valor de importancia (28.29 %) tuvo la mayor diversidad de géneros (10) y especies (12), seguida por Lauraceae con 6 géneros y 9 especies, en tercer lugar se encontró Moraceae con 6 géneros y 8

especies, Estas tres familias reúnen el 36,25 % de la riqueza registrada. En tanto que 23 familias tienen 1 especie y 5 familias presentaron 2 especies.

#### **5.4.2.7 BIOMASA**

Para el análisis de la biomasa se tuvieron en cuenta únicamente los troncos con diámetros mayores o iguales a 7 cm, ya que esta ha sido la categoría usada en otros bosques montanos. Estos individuos constituyeron el 99.02 % del área basal total. Al extrapolar los datos a 1 ha, el área basal fue de 121.76 m<sup>2</sup>/ha, el volumen de 677.59 m<sup>3</sup>/ha, para una biomasa de 447.22 ton/ha. Mientras que el cálculo de los datos realmente encontrados en 0.1 ha, arrojaron un área basal de 12.27 m<sup>2</sup>/0.1 ha, un volumen de 67.7 m<sup>3</sup>/0.1ha y una biomasa de 44.69 ton/0.1 ha (cuadro 6) . A continuación se desarrollan los cálculos:

#### **Valores extrapolados**

Área basal (DAP ≥ 7 cm) = 12.17 m<sup>2</sup> en 0.1 ha equivalente a 121.76 m<sup>2</sup> en 1 ha

Volumen = Altura promedio x Área basal x 0.5

$V = 11.13 \text{ m} \times 121.76 \text{ m}^2/0.1\text{ha} \times 0.5 = 677.59 \text{ m}^3/0.1\text{ha}$

Biomasa = Volumen x Gravedad x Factor de corrección

$B = 677.59 \text{ m}^3/0.1\text{ha} \times 0.6 \text{ ton/m}^3 \times 1.1 = 447.221 \text{ ton}/0.1\text{ha}$

- **Valor real en 0.1 ha sin extrapolación**

Área basal (DAP ≥ 7 cm ) = 12.17m<sup>2</sup> en 0.1 ha

Volumen = Altura promedio x Área basal x 0.5

$V = 11.13 \text{ m} \times 12.17 \text{ m}^2/\text{ha} \times 0.5 = 67.7 \text{ m}^3/\text{ha}$

Biomasa = Volumen x Gravedad x Factor de corrección

$$B = 67.7 \text{ m}^3/\text{ha} \times 0.6 \text{ ton/m}^3 \times 1.1 = 44.69 \text{ ton/ha}$$

**Cuadro 6. Datos estructurales y de biomasa de varios bosques tropicales montanos teniendo en cuenta los individuos con DAP  $\geq 7$  cm.**

Bosques tropicales montanos	Area basal m <sup>2</sup> /ha	Altura promedio del dosel m	Volumen m <sup>3</sup> /ha	Biomasa T/ha
Cundinamarca-Colombia, Neusa (3100 msnm), Carrizosa 1991	43,02	15	322,7	222,7
Bosque Pluvial Montano Bajo Grub et al. (1963), Ecuador Borja (1800 msnm), (citado por Carrizosa 1991).	35,1	21,3	373,8	257,9
Fragmento de Bosque El Silencio Quindío-Colombia (1780 msnm)				
Valor extrapolado	121,76	11,13	677,59	445,01
Valor real de 0.1 ha	12,17	11,13	67,7	44.69
Rango Bosque Pluvial Montano Bajo (Bosque lluvioso montano tropical) Grubb et al. 1963, (citado por Carrizosa 1991)				
estimado bajo	50	15	375	250
estimado alto	40	25	500	360

## 5.5 INDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON WIENER

El índice de Shannon Wiener oscilo entre 4.57 (transecto 1) y 2.93 (transecto 3), sin embargo nueve transectos estuvieron entre 3.55 (transecto 9) y 4.57 (transecto 1) (cuadro 3). Los transectos 1 y 2 que contaron con el mayor valor de shannon, 4.57 y 4.23 respectivamente, tuvieron el mayor número de especies, 26 y 22 respectivamente; al igual que los transectos 3 y 9 que presentaron los más bajos valores de shannon, 2.93 y 3.55 respectivamente, registraron los más bajos valores de especies, 10 y 15 respectivamente. El coeficiente de variación de los valores de shannon para los 10 transectos fue de 11.18 %.

## 6 DISCUSIÓN

### 6.1 RIQUEZA

La riqueza específica fue de 80 especies para el fragmento de bosque El Silencio, caracterizándose por ser más rico en número de especies que los bosques estudiados en esta zona del departamento del Quindío considerando los individuos con  $DAP \geq 2.5$  cm. y  $DAP \geq 3.14$  cm.

Comparado con otros estudios realizados en otras regiones andinas de Colombia, Perú y Ecuador, El Silencio presenta un número similar de especies con  $DAP \geq 2.5$  cm y con  $DAP \geq 10$  cm (Cuadro 3). Gentry (1995) estudió la composición florística en los bosques montañosos neotropicales, y de acuerdo a los datos suministrados para siete bosques suramericanos entre 1690 a 1860 m de elevación, la riqueza en 0.1 ha osciló entre 73 y 129 especies, para un promedio de 84 especies, un valor muy semejante al encontrado en El Silencio.

- **Curva de acumulación de especies**

En este análisis usaremos el número de especies como la más simple y la más apropiada medida de diversidad (Whittaker 1975, citado por Gentry 1988). La riqueza de la flora del fragmento de bosque El Silencio está representada por 80 especies con  $DAP \geq 2.5$  cm. en un muestreo de 0.1 ha., siguiendo el método propuesto por Gentry, el cual cuenta con sustancial aplicación.

En el pasado se han discutido sus desventajas, como no suministrar información completa de especies o ser poco representativo (Villareal et al. 2004). La evaluación de la efectividad de este método para el estudio de la vegetación está más allá del alcance de nuestra investigación, sin embargo con estos resultados

podemos analizar en cierta forma si 0.1 ha es aceptable como un área representativa para la comunidad estudiada.

Es conocido que existe una fuerte relación positiva entre la riqueza y el tamaño de la muestra (Melo et al. 2002), cuantas más unidades muestrales o individuos sean colectadas, más especies serán encontradas (Walther et al. 1995, Condit et al. 1996, Gottelli y Cowell 2001, citados por Melo 2002).

Entonces es muy probable que el patrón de riqueza podría aumentar con un mayor esfuerzo de muestreo al ampliar el área o el rango de DAP a 1 cm; en efecto este rango ya ha sido empleado en otros estudios florísticos obteniendo una mejor representación de los estratos inferiores e incrementando los valores de diversidad (Villareal et al. 2004, Mendoza 1999, Franco et al. 1997).

No obstante el objetivo del método de Gentry es dar una idea de la vegetación, abordando la flora arbustiva y arbórea, facilitando además las comparaciones por ser un método de amplia aplicación en el mundo.

En 0.1 ha. del fragmento de bosque El Silencio se registraron 80 especies con un  $DAP \geq 2.5$  cm. Considerando que a partir de los 700 m<sup>2</sup> del área de muestreo se registraron las últimas 20 especies, equivalentes al 25 % de la riqueza de especies, aunado a que la curva de especies vs. área no alcanzó la asíntota (Fig. 7), constituyeron fuertes razones que nos llevaron a cuestionar si los 1000 m<sup>2</sup> eran suficientes para expresar un valor sensato de la diversidad del sitio.

Las curvas de los estimadores de riqueza Chao 1 Ace (Fig. 7) obtuvieron valores de riqueza muy superiores a los valores observados, y a su vez manifestaron la carencia de asíntota al igual que la curva de acumulación de especies observadas (Sobs-Fig. 7). Esta distancia entre los estimadores y el valor observado implican la necesidad de ampliar el área de muestreo.

La ausencia de asíntota manifiesta que al avanzar el muestreo en los transectos, las especies que se agregaban no se repetían o se repitieron muy poco, lo que originó el alto valor de singletons (37) y el bajo valor de doubletons (10) (Fig. 7). Esta es otra característica que refleja que esta área de de muestreo es corta para la magnitud de la diversidad vegetal de estas zonas.

En Cualquier inventario, cuando la composición de especies de unidades muestrales adyacentes, son completamente similares, el área utilizada fue confiablemente amplia, pero, si las unidades muestrales tienen diferentes listas de especies, la escala pudo haber sido muy reducida para obtener una aproximación razonable de la riqueza de taxa (Collwell & Coddington1994).

Entonces podemos concluir que fragmentos de bosque como El Silencio pueden llegar a ser los últimos reservorios de diversidad en la zona. Estas pequeñas áreas tienden a albergar una gran diversidad de especies con un bajo número de individuos, lo que conlleva a pensar que en estos sitios deben aplicarse escalas de muestreos más amplias para alcanzar un valor de riqueza representativo.

En bosques de baja diversidad las curvas de especies vs. Área, se estabilizan bajo los 500 m<sup>2</sup>, indicando que la mayoría de las especies presentes en una comunidad dada, ha sido muestreada; pero en los bosques ricos en especies la curva de especies vs. área muestran poca señal de nivelarse al cumplir los 1000 m<sup>2</sup> (Gentry 1988).

Además se sugiere que en estas áreas donde los ecosistemas fragmentados son las últimos remanentes de vegetación, la riqueza de especies depende fuertemente del conjunto regional de especies presente en la zona. Esto indica que pequeñas muestras como esta, reflejan procesos que operan a escala espacial y temporal relacionados con la migración, establecimiento y extinción de especies dentro y entre fragmentos.



## 6.2 ÍNDICE DE SIMILITUD DE SORENSEN ( Cuantitativo)

- **Similitud florística entre transectos**

Una medida alternativa para evaluar la similitud de la composición de especies entre los transectos, fue el coeficiente de similitud de sorensen (cuantitativo), el cual arrojó bajos valores entre 0.04 y 0.53 (anexo 8), donde los valores más altos estuvieron entre los transectos 1 y 2 (0.47), 3 y 4 (0.46), 9 y 10 (0.53).

Estos valores son provenientes de transectos ubicados relativamente cercanos en el bosque (Fig. 6). A diferencia de los bajos valores entre los transectos 3 y 7 (0.04), 4 y 7 (0.08), 3 y 9 (0.08), que surgieron de la comparación entre transectos distantes en el bosque (Fig. 6).

Estos valores de similitud aunque bajos fueron producidos debido a la amplia distribución de algunas especies en el bosque, especies como *Pseudolmedia rigida* en 9 transectos, *Sorocea trophoides* y de *Acalypha diversifolia* en 8 transectos y *Ocotea* sp en 7 transectos.

Aún cuando el muestreo se llevó a cabo solo en el bosque El Silencio y la distancia entre los transectos es corta, se demostró que se presenta una alta diversidad local, ya que entre estos existen diferencias notables a nivel de especies, de acuerdo a los bajos valores de similitud entre la mayoría de los transectos y la ausencia de asintota en la curva de acumulación de especies.

Es posible que este fragmento este conformado por sitios que han sufrido eventos de perturbación en distintas escalas de tiempo tanto a nivel natural como antrópico (ver historia). Del mismo modo cada transecto tiene características propias de acuerdo a su localización y su riqueza puede estar relacionada con el nivel de perturbación al que están expuestos, como por ejemplo la proximidad de

los transectos 8 y 9 con el borde del fragmento, la ubicación al interior de bosque de los transectos 1 y 2, la localización de los transectos 5 y 6 cerca del camino que cruza el interior del fragmento, la pendiente en la que se localizan los transectos 3 y 4 y el hecho de que los transectos 9 y 10 están distantes del camino existente al interior del bosque (Fig 2). Estas cualidades pueden ser una de las posibles causas de esta heterogeneidad florística y la razón para que El Silencio sea un ecosistema de alta variabilidad en estructura y composición florística.

De esta forma con valores generalmente bajos de similitud, se explica el comportamiento de la curva de acumulación y de los estimadores de riqueza, los cuales no alcanzaron asíntota debido a la constante agregación de especies nuevas en cada transecto. Además refleja como los fragmentos de bosque pueden reunir una gran cantidad de especies, entre las cuales, sobresalen unas pocas por su buen número de individuos y una amplia distribución en gran parte del bosque. Sin embargo la gran mayoría de especies está caracterizada por su baja abundancia.

### **6.3 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA**

Las familias que contaron con la mayor riqueza de especies fueron Rubiaceae(12), Lauraceae(9), Moraceae(8) y Euphorbiaceae(6) que juntas reúnen el 43.75 %, es decir, 35 de las 80 especies encontradas en el bosque, mientras que 23 familias son representadas por 1 especie (Fig. 9). Lo mismo ocurrió con la diversidad de géneros: Rubiaceae(10), Lauraceae(6), Moraceae(6), Euphorbiaceae(4), constituyeron juntas el 41.9 % de los géneros en el fragmento (Fig. 8).

Estas 4 familias hacen parte de las seis familias más diversas en el fragmento de bosque El Silencio (Fig. 9), las cuales son las mismas familias que registró Gentry (1995) como las más ricas entre los 1600 a 2000 m de elevación en los bosques montañosos andinos, solo que en un orden un poco distinto. El fragmento de bosque

El Silencio mostró en primer lugar a Rubiaceae (12spp.), seguida por Lauraceae (9spp.), Moraceae (8spp.), Euphorbiaceae (6spp.), Melastomataceae (3spp.) y Clusiaceae (3spp.) (Fig. 9), mientras que Gentry (1995) situó primero a Lauraceae seguida de Rubiaceae, Melastomataceae, Moraceae, Euphorbiaceae, Clusiaceae.

En un nivel taxonómico más bajo las similitudes florísticas del bosque El Silencio son evidentes con las observaciones de Gentry (1995). Rubiaceae incluyó a *Elaeagia* y *Cinchona*, los cuales son importantes géneros andinos. También se registró la presencia de *Palicourea* y *Psychotria*, ubicados dentro de los doce géneros andinos más ricos en especies. Melastomataceae presentó a *Miconia* (Fig 10), considerado como uno de los géneros de mayor riqueza en bosques montanos Centroamericanos y Andinos (Gentry 1995).

Moraceae estuvo representada por *Ficus* (Fig. 10), catalogado como el séptimo género más grande en los bosques andinos (Gentry 1995). Otros géneros predominantes como *Clarisia*, *Pseudolmedia* y *Sorocea* estuvieron presentes. Euphorbiaceae registró a *Alchornea* y *Hyeronima* que se ubican entre los géneros de mayor importancia en elevaciones medias (1750 a 2000 m)(Gentry 1995).

Esta concordancia florística apoya la idea de que la diversidad y composición florística son altamente predecibles desde factores ambientales y geográficos (Gentry 1988). Las familias y géneros representados en esta composición de cierta forma son fuertemente predecibles al menos en el contexto de la flora neotropical montana, la cual esta constituida por una básica dicotomía entre las familias laurásicas derivadas de tierras altas y familias neotropicales de tierras bajas derivadas de Gondwana (Gentry 1982).

Algunos elementos Laurásicos predominan ecológicamente en el bosque El Silencio, por ejemplo, se registró 1 especie de Magnoliaceae y Ulmaceae, los cuales son importantes miembros del dosel, junto e estas se halló a *Billia*

*columbiana*, la cual es la única especie suramericana de la familia Hippocastanaceae (Vargas 2003).

Una explicación indirecta para el bajo número de especies en estas familias es que la mayoría de los taxa Laurásicos, especialmente los leñosos, han especiado poco en Los Andes (Gentry 1982). Presumiblemente esto refleja en parte su reciente arribo.

Por otro lado los mayores componentes de la flora Neotropical derivan de Gondwana, entre los cuales se encuentra un grupo distribuido en los Andes, donde su principal diversidad es alcanzada en las tierras bajas cercanas a la base de las montañas y en bosques nublados de elevaciones medias (Gentry 1982), este es el caso del bosque El Silencio; en el que encontramos familias como Rubiaceae, Melastomataceae, Solanaceae, Piperaceae, Monimiaceae y Myrsinaceae. Estas familias que tienen su distribución en los Andes, sin duda ayudan a explicar la diversidad de plantas en el Neotrópico (Gentry 1982).

Ya hemos hecho referencia a las familias y géneros típicos de los bosques montanos y ahora es importante plantear ¿cuál será la situación de los complementos endémicos que junto con los caracteres típicos conforman estas comunidades biológicas? (Gentry 1995).

Estas zonas en el pasado recibieron poca atención y fueron taxonómicamente desconocidas. Hoy la vegetación esta reducida a fragmentos de bosque intervenido, inmersos en una matriz de potreros, condición que puede reducir en gran medida la persistencia de especies endémicas, las cuales son trascendentales por su exclusividad.

Al no existir un antecedente de las especies endémicas en estas zonas, nuestro análisis lo referiremos a las especies amenazadas que necesariamente no

implican las especies endémicas. El instituto Alexander Von Humboldt y la Corporación Autónoma Regional del Quindío (2003), han elaborado una lista de especies amenazadas, teniendo en cuenta ciertas características que las hacen sensibles a riesgo de extinción.

Dentro de esta lista podemos resaltar la presencia de las siguientes especies en el fragmento de bosque El Silencio: *Magnolia hernandezii* (2 Individuos) (Fig. 34), *Vochysia duquei* (1 individuo), *Cedrela montana* (1 individuo), *Pouteria lucuma* (1 individuo), *Calophyllum brasiliense* (3 individuos), *Poulsenia armata* (2 individuos), *Otoba lehmannii* (5 individuos).

La principal de las causas que ha llevado a que las especies arbóreas en Colombia presenten alguna característica de riesgo de extinción, es la alta tasa de destrucción y fragmentación de los bosques nativos y el aprovechamiento insostenible de algunas especies.

Por ejemplo, en el caso de las Magnoliaceas, el aislamiento de las poblaciones limita el flujo genético entre ellas y esto puede aumentar la vulnerabilidad de las poblaciones. En el país, las poblaciones más conservadas de *Magnolia hernandezii* se encuentran en el Parque Nacional Natural Tatamá y en la Reserva Regional Bremen, en los departamentos de Risaralda y Quindío respectivamente (Velásquez & Serna 2005).



Fig. 34 . *Magnolia hernandezii* en el fragmento de bosque El Silencio.

- **Estudios previos de estructura y composición en los bosques premontanos del Quindío**

En el Quindío se han realizado dos estudios de composición florística y estructura en bosques premontanos. El primero realizado en 0.1 ha. en la Selva Calamar localizado a 1480 m.s.n.m. (Lemus y Sepúlveda 1999). El segundo llevado a cabo en 2 parcelas de 50 x 20 m. (0.2 ha.) tanto en el bosque El Roble a 2168 m de elevación como en el bosque Barbas a 1812 m.s.n.m. (Marín y Morales 2003).

Ambos trabajos reportaron un menor número de especies en comparación con el Fragmento de bosque El Silencio (0.1 ha.) (Cuadro 3), posiblemente relacionado con el nivel de intervención de los bosques. Sin embargo, aunque la metodología es distinta en los Bosques El Roble y Barbas, es conveniente resaltar que a pesar de utilizar un área mayor, los valores fueron llamativamente inferiores.

Una explicación a las diferencias en la riqueza podría estar relacionada con la distribución al azar de los 10 transectos (50x2 m.) que totalizan 0.1 hectárea (Fig. 6), la distancia de separación y el cubrimiento de varios tipos de hábitat (heterogeneidad) pueden haber favorecido el muestreo en el Silencio.

Es sabido que las limitaciones intrínsecas de cualquier protocolo pueden sesgar el patrón de riqueza de una localidad, así que sugerimos realizar muestreos en forma aleatoria en los bosques El Roble y Barbas para verificar si el número de especies encontrada en estas parcelas es una aproximación de la riqueza del bosque.

Los estudios florísticos sugieren que la riqueza disminuye y las características estructurales se simplifican muy posiblemente debido al grado de intervención (Mendoza 1999), sin embargo a pesar de la presión antrópica, el fragmento de bosque El Silencio muestra una importante concentración de flora para esta zona, registrando características estructurales horizontales y verticales similares a otros bosques tropicales (Fig. 11 y Fig. 24), lo que estimula al estudio minucioso de estos bosques para establecer el verdadero estado de la vegetación en el departamento del Quindío.

## **6.4 ESTRUCTURA**

### **6.4.1 ESTRUCTURA VERTICAL**

#### **6.4.1.1 DISTRIBUCIÓN DE CLASES DE ALTURA**

La distribución vertical de individuos, mostró un patrón similar a la distribución diamétrica, casi el 80% de los individuos (190) de 2.5 a 9.2 cm de DAP estuvieron bajo los 9.2 m de altura (Fig. 11 y anexo 3).

Esta gran cantidad de individuos menores de 9.2 m constituye una característica estructural conspicua del bosque y refleja la semejanza con otros bosques

neotropicales, los cuales suelen presentar una concentración de individuos y especies en el sotobosque y una disminución drástica a medida que se acercan al dosel. Este parece ser el patrón de distribución vertical más común en bosques tropicales (Pompa et al.1998, citado por Galeano 2000).

- **Estrato inferior (arbustivo)**

La estructura del fragmento del bosque El Silencio al presentar una gran concentración de individuos (219) por debajo de los 10 m y la variada distribución de los demás individuos (82) en las clases de altura restantes (Fig. 11 y cuadro 1), también parece ser similar a la estructura de los bosques maduros, caracterizados por tener árboles de gran altura, con una estratificación vertical heterogénea que con lleva a reducir la intensidad lumínica en los estratos inferiores (Samper y Arens 1992).

Sin embargo la mayor cantidad de individuos en las dos clases de menor altura se debe a la proliferación de especies de arbustos y árboles propios de sucesiones secundarias como *Acalypha diversifolia* (20) (Fig. 13 y Fig. 18), *Sphaeropteris* sp. (19), *Piper* sp. (9), *Psychotria trichotoma* (7) (Fig. 15 y 17), *Cestrum* sp. (6), *Urera baccifera* (4), *Piper crassinervium* (4).

Este tipo de especies crecen y se desarrollan en estas clases alcanzando como máximo entre 8 y 10 m. Pueden ser dos las características del bosque que facilitan su abundancia: el área del fragmento, la cual no es muy grande (6 ha) y la línea de borde que rodea el sitio (Fig. 6); ambas pueden contribuir a la preponderancia de estas especies generalistas que se extienden ampliamente en nichos en regeneración



Laurance (1997) ha encontrado que en los fragmentos de bosque frecuentemente se ha reducido la cobertura del dosel y elevado las abundancias de algunas plantas adaptadas a los disturbios. En el bosque El Silencio los fuertes vientos y tormentas traen como consecuencia la caída de ramas y árboles (Fig. 35); los cuales pueden modificar la estructura desde el borde hasta cientos de metros hacia el interior (Laurance 1997).



**Fig. 35. Caída de una rama de *Vochysia duquei* a pocos metros del borde del fragmento de bosque El Silencio**

Esto puede conducir a que en el bosque la calidad y cantidad de luz varíen espacial y temporalmente en todos los niveles de vegetación (Chazdon 1987) creando mosaicos espaciales, los cuales cambian con el tiempo (Whitmore 1989 citado por Samper y Arens 1992).

Esto origina definitivamente la presencia de elementos de fases estructurales distintas, tal como lo refleja la abundancia de las especies mencionadas anteriormente, que se establecen de una forma rápida junto a árboles de gran talla

con muchos años de vida. Puesto que no es necesaria la existencia de un claro enorme para el establecimiento de estas especies, ya que pueden existir micrositios o sitios bajo el dosel que presentan altas incidencias de luz (Clark y Clark 1987 citado por Samper y Arens 1992).

Otro factor antrópico que podría contribuir al disturbio, es la continua visita de personas al sitio que caminan por varios sectores del bosque. En su interior se ha observado la huella de cazadores que van tras mamíferos pequeños que habitan en estos remanentes. El continuo pisoteo más cualquier otro daño que pueda causar la presencia de grupos de personas en estas áreas, debe estar afectando la regeneración de las especies.

Una notable contribución a la densidad en las dos primeras clases de altura la hacen especies esciófitas propias de estadíos de sucesión más avanzados, tales como *Clarisia biflora* (23) y *Pseudolmedia rigida* (18) (Fig. 12 y 16) . Esto refleja su buena adaptación a las condiciones de sombra relativa del bosque, la cual prevalece actualmente en el área estudiada y en gran parte del fragmento. Sin olvidar que existe la presencia de sitios y micrositios de luz mencionados anteriormente (Fig. 36).



**Fig. 36. Cobertura de *Vochysia duquei*, mostrando la tendencia del dosel en el fragmento de bosque El Silencio.**

Estas especies esciófitas tienden a colonizar el área continuamente durante las últimas dos fases de la sucesión (Budowsky 1965 citado por Pena 2001). Otras especies arbóreas típicas del dosel de bosques maduros presentaron pocos individuos jóvenes, tales como *Magnolia hernandezii* (1), *Calophyllum brasiliense* (2), *Macrobium colombianum* (1), *Ampelocera albertiae* (1), *Guarea kunthiana* (4). La diferencia en la abundancia de estas especies arbóreas refleja que algunas responden en formas distintas al disturbio y resalta que la gran mayoría poseen una baja cantidad de individuos para enfrentar la fuerte dinámica de estos bosques fragmentados.

También se observaron individuos jóvenes de especies arbóreas de rápido crecimiento en esta clase, como *Alchornea* sp. (5), *Alchornea grandifolia* (3),

*Saurauia cuatrecasana* (3), los cuales son árboles comunes en bosques de sucesión secundaria.

Por otro lado la riqueza específica del bosque se debe en gran parte a que las familias más diversas concentran la mayoría de sus especies en este estrato. Familias como Rubiaceae registran 11 de sus 12 especies en este nivel (Fig 15 y 17), ya que estas generalmente son arbustos o árboles pequeños; del mismo modo Lauraceae presenta 8 de sus 9 especies (Fig. 14), con la presencia de especies arbóreas con individuos jóvenes como *Ocotea* sp, *Nectandra* sp, y *Ocotea oblonga*.

Euphorbiaceae registro la totalidad de sus especies en este estrato contando con elementos arbóreos como *Alchornea grandiflora* y *Alchornea* sp. y otros arbustivos como *Acalypha diversifolia* y *Acalypha macrostachya* (Fig. 13 y Fig. 18); Moraceae presento en este nivel a 6 de sus 8 especies (Fig. 12 y Fig. 16), donde todas fueron árboles, siendo *Sorocea trophoides* la especie que alcanzará menos tamaño (15 m), puesto que es un árbol de porte medio del subdosel, es una especie frecuente en sitios perturbados.

- **Estrato intermedio (subdosel)**

En el subdosel decrece notablemente el número de individuos en comparación con el estrato inferior. Está constituido por 41 individuos distribuidos en la tercera clase de altura y algunos de la cuarta clase. Del mismo modo la abundancia de las especies decayó notablemente donde el mayor número de individuos fue registrada por *Ocotea* sp (Fig. 19) y *Saurauia cuatrecasana* con 5 y 3 individuos respectivamente, 5 especies contaron con 2 individuos y 25 especies contaron con 1 individuo (Fig. 22 y Cuadro 1).

Es conocido que los bosques tropicales poco intervenidos presentan una baja abundancia de la mayoría de las especies y la mezcla de especies es muy intensa vertical y horizontalmente (Lamprecht 1990 citado por Plana 2000).

Sin embargo, a pesar de que estas características son semejantes en el fragmento (Fig. 37), las especies con un bajo número de individuos podrían ser más susceptibles posiblemente debido a los patrones de regeneración o al bajo éxito reproductivo o a dificultades para su establecimiento como suele suceder en los bosques fragmentados, producto del aislamiento y el nivel de intervención, por lo que estudios a nivel de poblaciones podrían ser trascendentales para el mantenimiento de las especies en estos ecosistemas.

En relación a la composición de especies, se presentaron también especies propias de bosques secundarios como *Saurauia cuatrecasana*, *Alchornea grandiflora* e *Inga* sp y otras más comunes en el dosel de bosques maduros como *Clarisia biflora*, *Pseudolmedia rigida* (Fig. 20), *Tabebuia guayacan* (Fig. 22), *Ocotea oblonga* (Fig. 19), y *Ampelocera albertiae*.



Fig. 37 . Vista de la distribución de los individuos en el fragmento del bosque El Silencio.

Los individuos de estas especies cuando habitan el subdosel, son eficaces bajo el denso dosel pero su crecimiento es más lento (Horn 1975 citado por Bergon et al. 1999), sin embargo una vez alcancen el dosel dominarán los niveles de luz, como lo hacen algunas especies tardías en algunos transectos, tal es el caso de *Magnolia hernandezii*, *Calophyllum brasilense*, *Ampelocera albertiae*, *Macrolobium colombianum* (Cuadro 1). De esta forma las especies en este nivel aunque con pocos individuos están promoviendo el avance sucesional del bosque.

- **Estrato superior (dosel)**

El dosel del bosque en 0.1 ha presenta una baja densidad de individuos (22) distribuidos tanto en especies de estadíos sucesionales tempranos como en especies de estadíos más avanzados.

Un aspecto que incide en la estructura y composición del fragmento de bosque El Silencio es su historia, la alta perturbación que tuvo lugar en el pasado producto de la entresaca, creó grandes claros que facilitaron el establecimiento de especies propias de las fases iniciales de sucesión, tales como especies de *Cecropia* y del género *Ficus*, puesto que estas especies son incapaces para crecer o reproducirse en la sombra (Knight 1975, Saldarriaga et al. 1988 citados por Guariguata 2001), explicándose así por que especies como *Cecropia telealba*, *Ficus mutisii* y *Ficus* sp, registraron solo árboles en el dosel y ninguna plántula o juvenil (Cuadro 1). De esta forma la dominancia de estas especies estuvo sujeta a la colonización del sitio en el momento cuando se presentaron altos grados de disturbio. *Coussapoa villosa*, una especie característica de bosques secundarios, con 3 individuos en el dosel y con una gran área basal es una de las especies más dominantes en el bosque.

Esta hemiepífita probablemente debido a su estrategia de crecimiento (fase epifítica y fase de anclaje) puede desarrollarse fácilmente. Es así como las especies mencionadas tienen tasas de crecimiento rápido (Swaine y Hall 1983 citados en Pena 2001) y consiguen sobrepasar en altura a otras especies (Uhl 1981 citado por Guariguata 2001).

Estos individuos de sucesiones tempranas se extienden ampliamente en la copa, donde reciben aún una cantidad de luz suficiente para hallarse por encima del punto de compensación de luz, contribuyendo de gran manera a la cobertura del dosel del bosque por su gran índice de área foliar.

El desarrollo rápido de estos elementos arbóreos a su vez han conllevado a modificar las condiciones ambientales del bosque, y a través del tiempo, ha conducido a que la estructura del bosque se haya tornado más semejante a la estructura de un bosque maduro.

Sin embargo la mayoría de las especies que son propias de bosques maduros tienen una baja abundancia y la probabilidad de su persistencia en el futuro podría ser muy frágil (Cuadro 7). Su desaparición traería consigo la alteración de importantes procesos ecológicos que tienen lugar en el bosque.

A causa de la ausencia del monitoreo de estos bosques fragmentados, hoy ignoramos si estos fragmentos a través del tiempo mantienen estas poblaciones con bajo número de individuos. Sin embargo, de acuerdo a los atributos ambientales de estos ecosistemas se sugiere que la estructura y la composición del bosque es sin duda un reflejo del funcionamiento de los mecanismos ecológicos que hacen posible el desarrollo del bosque.

De este modo la estructura del bosque puede estar manifestando la degradación de alguno de estos mecanismos, dado que estos procesos vitales pueden ser vulnerables a la fragmentación y a la fuerte presión antrópica en el sitio.

Es conocido que las características morfológicas y anatómicas de las semillas pueden ser indicadoras de diferentes síndromes de dispersión (Howe & Westley 1988 citados por Cavelier et al.1996). La dispersión de las semillas y frutos, en ocasiones se lleva a cabo por mamíferos terrestres y arbóreos, tal es el caso de especies como *Clarisia biflora*, *calophyllum brasiliense*, *Poulsenia armata* y *Otoba lehmannii*, que afortunadamente cuentan con otros dispersores como murciélagos. Sin embargo en el caso de los primeros, estos podrían no cruzar la matriz hostil de campos de agricultura y pastoreo entre fragmentos (Croome and Moore 1990, Laurance 1994 citados por Harrington et al. 1997).

Algunas poblaciones de animales son afectados por la caza y por los sitios reducidos que habitan. La comunidad en general expresa que se han disminuido las poblaciones de mamíferos en el área a tal punto que ya es un evento verlos.



Sin embargo hemos visto algunos dentro del fragmento, no obstante estaría por confirmarse su taxonomía. La población suele llamarlos comunmente perro de monte (*Potos flavus*), *Aotus sp* y guatines (*Dasyprocta punctata*).

Se asume que la dispersión de semillas es esencial para el mantenimiento a largo término de poblaciones de especies de árboles en fragmentos de bosque (Mack 1993 citado por Harrington et al 1997). A causa de que las especies vegetales han coevolucionado con los particulares dispersores, el trastorno de la población dispersora puede afectar la producción, diseminación de propagulos y el establecimiento de semillas, entonces muy probablemente esto este afectando el reclutamiento en la población de las especies del bosque.

En este caso el viento, aves y murciélagos llevarían a cabo la dispersión de las plantas ya que son capaces de recorrer distancias cortas. También es posible que al evaluar los sitios que estén cerca del fragmento como un todo, pueda encontrarse un equilibrio mayor para estas poblaciones, y quizás así se tendría un mejor acercamiento a la dinámica del bosque, puesto que los valores de diversidad encontrados son alentadores, convendría explicar si a partir de la heterogeneidad del paisaje en general, se sustenta la gran diversidad que puede encontrarse en esta zona.

#### **6.4.1.2 PERFIL DE VEGETACIÓN**

El perfil del transecto 1 se constituyó en una herramienta eficaz para hacerse una idea visual del bosque (Fig 23), puesto que en él, es palpable la estratificación encontrada mediante los intervalos de altura. Además es visible la compleja organización de esta comunidad vegetal, donde se organizan los individuos en una forma tan intrincada que es difícil diferenciarlos.

Esto pone de manifiesto la dura competencia que atraviesan estas especies para poder alcanzar la madurez. Entonces la estructura del bosque El Silencio cumple las características correspondientes a la complejidad incomparable de la estructura que alcanzan los bosques húmedos tropicales, que resulta de una fuerte estratificación y una notable presencia de árboles, arbustos, lianas y epífitas. Adicionalmente estos bosques se caracterizan por una extraordinaria diversidad de especies, que normalmente tienen tan solo 2 o 1 individuo (Gentry 1988).

A pesar del intento por semejar la realidad, es difícil plasmar la estructura real de esta porción del bosque. Un ejemplo de ello, está en los espacios que existen en el dosel de este perfil, los cuales realmente son ocupados por copas de árboles que tienen su tronco por fuera del transecto y por lo tanto no se dibujaron en el perfil.

Esta cobertura, genera una condición de sombra, que define las características físicas, tales como la luz, temperatura, humedad relativa, entre otras. La disponibilidad de estos elementos determina la presencia o ausencia de ciertas especies vegetales y los árboles del dosel también pueden modificar la cantidad y calidad de los recursos abióticos disponibles.

## **6.4.2 ESTRUCTURA HORIZONTAL**

### **6.4.2.1 DISTRIBUCIÓN DE LAS CLASES DIAMÉTRICAS**

En general el número de individuos en los rangos de 2.5 y 10 cm de DAP fueron similares a los registrados en los bosques premontanos suramericanos (Cuadro 3). La distribución de los individuos del bosque está caracterizada por una alta densidad de tallos delgados donde generalmente se concentran la mayoría de familias y especies, complementada con un menor número en las clases

superiores, mostrando un comportamiento en forma de J invertida (Fig. 24) siguiendo el patrón de distribución de los bosques tropicales (Galeano 2000) (Fig. 38).



**Fig.38 . Abundancia de los individuos en las clases diamétricas más bajas en el fragmento de bosque El Silencio.**

La primera clase diamétrica de 2.5 a 9.4 cm mostró los valores más altos de individuos (69.76 %), familias (80.55%) y especies (76.25%) (Fig. 24), debido a la presencia tanto de 22 especies arbustivas y de árboles pequeños como de especies arbóreas de gran diámetro, las cuales poseen individuos en esta clase. Otras características notables fueron :

- El descenso de la diversidad a medida que aumentaron las clases diamétricas.
- La diferencia en la composición de especies en las mismas.
- La presencia de un pequeño grupo de especies tanto en las clases inferiores como superiores.

- **Clases diamétricas más bajas**

Un factor que contribuyó a la riqueza de la primer clase diamétrica (2.5 – 9.4 cm) fue la presencia de 27 especies arbóreas y árboles pequeños, quienes solo presentaron individuos jóvenes de diámetros delgados: *Clarisia biflora*, *Pseudolmedia rigida*, *Ocotea oblonga*, *Tabebuia guayacan*, *Elaeagia myriantha*, *Otoba lehmannii*, *Sorocea trophoides*, *Saurauia cuatrecasana*, *Chrysochlamys dependens*, Euphorbiaceae sp, *Calatola colombiana*, *Billia columbiana*, *Bunchosia armeniaca*, *Licaria applanata*, *Erythrina rubrinervia*, *Posoqueria coriacea*, *Ocotea macropoda*, *Aniba robusta*, *Cinnamomum* sp, *Hyeronima macrocarpa*, *Allophilus* sp., *Inga* sp., *Miconia wurdackii*, *Ficus andicola*, *Pouteria lucuma*, *Guatteria* sp, *Brosimum alicastrum*.

La abundancia de estas especies fue baja a excepción de *Clarisia biflora* y *Pseudolmedia rigida* (Fig. 25), las cuales son especies esciófitas características de bosques maduros (Reynel y Honorio 2004), que cuentan con una buena probabilidad para perfilarse como las especies de las generaciones futuras, ya que al tener en cuenta que probablemente la mortalidad más elevada en el ciclo vital tiene lugar entre la floración y el establecimiento de plántulas (Wyat citado por Carrizosa 1991), podemos sugerir que son especies que responden bien a las condiciones del bosque, y también considerar su buena regeneración como una evidencia de la tolerancia a la sombra. Estas especies probablemente serán el reemplazo de aquellas que tienen individuos adultos y no presentan regeneración.

Hubell & foster (1990) sugieren que cualquier lista de especies para propósitos de conservación debe obviamente tomar en consideración la regeneración de las especies en términos de diámetros y definir que especies están bien representadas como juveniles o solo como adultos ya que como especies escasas pueden ser más vulnerables y desaparecer. Con estos resultados es posible visualizar las especies arbóreas con solo individuos adultos y especies con solo

individuos jóvenes que por su bajo número de individuos podrían ser susceptibles a eventos de extinción local (Cuadro 7).

**CUADRO 7. Algunas de las especies vegetales que en 0.1 ha del fragmento de bosque El Silencio presentan solo 1 y 2 individuos en las clases diamétricas superiores o inferiores.**

**A : abundancia; C.D. : clase diamétrica en la que se ubicó el individuo, en algunas especies se registraron en 2 clases diamétricas.**

ESPECIE	A	C. D.	OBSERVACIÓN
<i>Guatteria amplifolia</i>	1	7	Árbol, Frutos consumidos por aves
<i>Vochysia duquei</i>	1	10	Árbol corpulento, de hasta 40 m de altura y diámetro superior a 1 m, hemiesciofita
<i>Persea rigens</i>	1	7	Árbol poco conocido, crece al interior de bosques.
<i>Cedrela montana</i>	1	4	Árbol de hasta 35 m de altura, no es una especie Abundante
<i>Mattisia bolivarii</i>	1	7	Árbol escaso, crece hasta 25 m de altura, árbol Corpulento
<i>Pouteria lucuma</i>	1	1	Árbol de hasta 35 m de altura, , diámetro mayor a 1 m, en interior de fragmento, especie escasa, de crecimiento lento, semillas consumidas por roedores.
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	1	1	Árbol frecuente en interior de bosques maduros
<i>Calatola colombiana</i>	1	1	Árbol mediano a grande, propia de bosques maduros
<i>Bunchosia armeniaca</i>	1	1	Árbol que crece en interior de bosque
<i>Miconia wurdackii</i>	1	1	Especie del interior de bosques maduros
<i>Posoqueria coriacea</i>	1	1	Árbol de hasta 15 m, escasa, crece en el interior de bosques maduros, semillas consumidas por roedores
<i>Guatteria</i> sp.	1	1	
<i>Nectandra</i> sp 2	1	1	
<i>Cinnamomum</i> sp.	1	1	Árbol de hasta 30 m de altura, crecimiento rápido, abundante en interior de bosques secundarios
<i>Aniba robusta</i>	1	1	Árbol mediano, crece en bosques maduros
<i>Licaria applanata</i>	1	1	Especie escasa, árbol mediano
<i>Tabebuia guayacán</i>	1	1	Árbol de hasta 35 m de altura, escasos individuos Silvestres

<i>Ocotea macropoda</i>	1	1	Árbol que crece en interior de bosque
<i>Ocotea oblonga</i>	2	1	Árbol de hasta 40 m de altura
<i>Billia columbiana</i>	2	1 y 2	Árbol de hasta 25 m de altura, interior de bosques maduros, las semillas son consumidas por roedores.
<i>Macrolobium colombianum</i>	2	1 y 7	Árbol de hasta 40 m de altura, escasa, en bosques poco intervenidos
<i>Symplocos quindiuensis</i>	2	1 y 9	Árbol de hasta 35 m de altura, especie abundante, crece al interior de bosques maduros, sus frutos son consumidos por aves
<i>Magnolia hernandezii</i>	2	1 y 10	Árbol de hasta 35 m de altura, diámetro mayor a 1 metro, lento crecimiento, dispersada por tucanes
<i>Poulsenia armata</i>	2	1 y 10	Árbol de hasta 40 m de altura, diámetro mayor a 1 metro, frecuente en el interior de bosques, dispersada por aves y murciélagos

**Datos compilados de Vargas (2002), Valencia (1995), complementados con observaciones de campo.**

La capacidad de habitar el fragmento y por lo tanto de recolonizarlo es una condición decisiva de la permanencia o no de una especie en el fragmento (Guariguata 2001). Es así como las especies responden en formas diversas a las perturbaciones y un reflejo de ello, puede ser la densidad registrada para las especies del bosque, donde 37 especies contaron con 1 individuo y 10 especies contaron con 2 individuos.

En el Cuadro 7 se observan varias de las especies que solo registran individuos jóvenes y que son reportadas para la flora del Quindío como escasas según Vargas (2002), es el caso de: *Tabebuia guayacan*, *Pouteria lucuma*, *Licaria applanata*, y *Posoqueria coriacea*. La presencia de estas especies determina la importancia del fragmento, el cual aún brinda las condiciones necesarias para el establecimiento de algunas especies propias de bosque maduro.

Sin embargo estas comunidades de muchas especies pueden ser un fenómeno temporal, pues al contar con pocos individuos resultan insuficientes para ser

viables en términos largos y numerosas especies aún presentes con baja regeneración pueden ser llevadas a extinción local (Heywood et al. 1994).

De este modo una gran cuota de la diversidad y la densidad del bosque la hacen las especies propias de bosques secundarios, las cuales se registraron generalmente en las clases diamétricas bajas (Fig. 25 a 28), favorecidas por el disturbio natural y antrópico, pues ya es conocido el papel de las perturbaciones para convertir el ambiente en un mosaico dinámico (Wiens 1989 citado por Galindo), sin embargo la intensidad de estos disturbios en el bosque quizás este llevando a la pérdida de especies del interior de bosque y a favorecer más la amplia distribución de especies generalistas que son más competitivas que la mayoría de especies propias de bosques maduros.

- **Clases diamétricas más altas**

Las 10 especies de árboles medianos y grandes que mantienen individuos en las clases diamétricas pequeñas al igual que en las clases mayores son: *Ocotea* sp, *Nectandra* sp1, *Guarea kunthiana*, *Alchornea grandiflora*, *Ampelocera albertiae*, *Callophyllum brasiliense*, *Magnolia hernandezii*, *Symplocos quindiuensis*, *Poulsenia armata* y *Macrolobium colombianum*, sin embargo los individuos jóvenes siempre fueron pocos, de 1 individuo generalmente y rara vez 4 individuos.

Es evidente la mezcla de especies propias de estadios sucesionales tempranos de tasas crecimiento rápido como *Alchornea grandiflora*, con especies de bosques maduros como *Macrolobium colombianum*, *Symplocos quindiuensis* y nativas de bosques andinos como *Magnolia hernandezii*.

Estas especies de lento crecimiento sustentan la persistencia del bosque a través del tiempo, de la misma forma, en el bosque, aún se da la regeneración de estas especies, aunque sea baja, un ejemplo resaltable es *Guarea kunthiana*, que es una especie dioíca y esciófita, la cual presenta 4 individuos en las 2 primeras

clases inferiores. No obstante al quedar confinadas en un fragmento, la probabilidad de persistencia de una especie dependerá del tamaño y la dinámica de la población, mientras más pequeño sea su número de individuos, mayor será la probabilidad de extinguirse localmente (Shaffer 1981).

En contraste, once especies registradas en las clases diamétricas más grandes no contaron con representantes jóvenes: *Ficus* sp, *Ficus mutisii*, *Coussapoa villosa* (134.32, 95.49, 86.89 cm DAP), *Cecropia telealba*, *Guatteria goudottiana*, *Guatteria amplifolia*, *Elaeagia utilis*, *Cedrela montana*, *Matisia bolivarii*, *Persea rigens* y *Vochysia duquei*.

En estas especies la abundancia fue baja, oscilando de 3 a 1 individuo. Es evidente que en el pasado gracias a la tala de árboles, existió disposición de claros para el surgimiento de especies colonizadoras como *Cecropia telealba* (62.38 cm DAP) las cuales tienen altas tasas de crecimiento pero con una corta expectativa de vida, alcanzando en su madurez, grandes diámetros.

Pero actualmente no es frecuente su regeneración, probablemente por que la relativa cobertura del dosel y el subdosel restringen los rayos de luz, reflejando que se esta llevando a cabo la etapa en la que estas especies en un estado adulto preparan el terreno y proporcionan las condiciones para el establecimiento de una gran cantidad de especies tolerantes a la sombra.

Esta labor la llevan a cabo en compañía de otras especies de rápido crecimiento como las especies del género *Ficus*, las cuales también muestran grandes diámetros en su madurez y donde su importancia ecológica aumenta al ofrecer abundantes frutos que sirven de alimento a especies de aves y mamíferos, aunque estas especies probablemente no muestren regeneración a causa de la evolución de las condiciones ambientales que limitan su regeneración, sirven como un fuerte motivo para que el bosque sea visitado por estos animales y así



diseminen sus semillas en otras áreas y del mismo modo incorporar al banco de semillas del bosque semillas de otros fragmentos que son traídas por estos.

Otras especies que presentaron grandes diámetros, se caracterizan por ser más escasas y tener ciclos de vida más largos; sus altos valores de DAP son propios de estadios sucesionales más tardíos. Especies como *Vochysia duquei*, una especie hemiescífita apetecida por la calidad de su madera, al igual que *Elaeagia utilis*, pudieron haber sido objeto de la explotación en el pasado, siendo esto, una posible causa para su baja abundancia.

En este grupo de especies es más delicada la ausencia de individuos en las clases diamétricas más bajas, pues si su regeneración es baja la probabilidad de que persistan también lo es, y de hecho los grandes árboles solitarios de una especie que hoy observamos pueden ser simplemente un efecto tardío antes de la extinción (Harrington et al. 1997). Esta nula regeneración podría deberse a una escasa regeneración natural o a tasas altas de mortalidad en las clases diamétricas bajas.

Por otro lado en un vistazo global a la distribución diamétrica de las especies arbóreas (Fig. 25 a 32), concluimos que dentro del muestreo ninguna especie tiene una distribución estable, manifestada como la presencia en individuos infantiles, juveniles y adultos. Las especies se presentaron en dos o tres clases diamétricas como máximo y generalmente de forma incipiente, expresando la vulnerabilidad de la mayoría de especies arbóreas; a excepción de especies como *Clarisia biflora* y *Pseudolmedia rigida*, presentes solo en las tres clases más bajas, sugiriendo que la trayectoria del bosque presumiblemente este a favor de las más jóvenes. Sin embargo el bosque El Silencio con un valor de riqueza específica importante (80), la heterogeneidad en la edad de sus componentes y los distintos niveles que conforman su estructura vertical y horizontal consolidan la persistencia del sitio desde hace varias décadas.

Con los disturbios ya antes mencionados se modifican constantemente las condiciones bióticas y abióticas, procesos que generalmente constriñen la diversidad (Rickfles 1994), y son causa de la coexistencia del conjunto de especies encontrado en El Silencio. Sin embargo la inmigración de otras comunidades, en este caso de otros fragmentos, compensarían el decline de la diversidad contribuyendo al mantenimiento de la misma (Tilman & Pacala 1993).

#### **6.4.2.2 DOMINANCIA (Área basal)**

En 0.1 ha del fragmento de bosque El Silencio el área basal total para los individuos  $\geq 2.5$  cm de DAP fue de 12.75 m<sup>2</sup>, para los individuos  $\geq 5$  cm DAP fue de 12.17 m<sup>2</sup> y 11.92 m<sup>2</sup> para los individuos  $\geq 10$  cm de DAP. Un valor muy cercano al registrado en dos sitios del Golfo de Tribugá en el Choco (Galeano 2000): Nuqui reporto 22.07 m en 0.4 ha e incluso nuestro valor fue mayor al presentado en Coqui en 0.4 ha que fue 11.79 m.

Estos valores evidencian la tendencia de los bosques tropicales, en que los bosques montanos tropicales se pueden encontrar áreas básales que oscilan entre 40 y 60 m<sup>2</sup>/ha, mientras que en los bosques de tierras bajas el rango tiende a oscilar entre 30 y 40 m<sup>2</sup>/ha (Lamprecht 1972 citado por Di Stéfano et al. 1995) o incluso hasta 53 m<sup>2</sup>/ha según (Korning 1991 citado por Galeano et al. 1998).

En 1 ha del remanente de bosque Baeza (Ecuador) a 2000 m de elevación se reporta un valor de área basal de 45.1 m para los individuos  $\geq 5$  cm DAP (Valencia 1995), entonces podemos resaltar que tan solo en 0.1 ha en el bosque el Silencio ya se registra el 27 % del valor de área basal encontrada en este bosque.

Aunque nuestra área de estudio es tan solo 0.1 ha, es útil para hacerse una idea de la buena cantidad de especies que alcanzan grandes valores de DAP y por lo tanto de área basal. Además, de acuerdo con las características del bosque al

ampliar el área de estudio, probablemente se obtendrían valores muy semejantes a otros bosques tropicales (Fig. 39).



Fig. 39 . Arboles del fragmento de bosque El Silencio.

Este resultado es sin duda una muestra de la antigüedad del bosque y la consecuencia de la actividad antrópica que sufrió en el pasado, cuando fue talado en varios sectores.

Esto le significó contar con especies que seguramente tuvieron la oportunidad de permanecer en el bosque tales como *Magnolia hernandezii* con un área basal de 0.6 m<sup>2</sup> (contó 1 individuo de 91.35 cm de DAP), *Guarea kunthiana* con un área basal de 0.7 m<sup>2</sup> (contó con 1 individuo de 95.49 cm de DAP), *Vochysia duquei* con un área basal de 0.4 m<sup>2</sup> (que contó 1 individuo de 77.26 cm de DAP), *Ampelocera albertiae* con un área basal de 0.65 m<sup>2</sup> (contó con 1 individuo de 65.25 cm de DAP), *Guatteria guodotiana* con un área basal de 1.3 m (contó con 2 individuos de 96.76 y 82.76 cm DAP), *Poulsenia armata* con un área basal de 0.9 m<sup>2</sup> (contó con 1 individuo de 111.09 cm de DAP).

Todas estas especies están mezcladas con especies con tasas de crecimiento rápido, típicas de bosques secundarios, que quizás se establecieron en el bosque después del disturbio y que actualmente con individuos adultos dominan tanto en la estructura vertical como horizontal, especies tales como *Coussapoa villosa* que con un área basal de 2.7 m<sup>2</sup> (contó con 3 individuos de 86.89, 95.49 y 134.32 cm de DAP) fue de hecho la especie más dominante, *Ficus* sp. con un área basal de 1.3 m<sup>2</sup> (contó con 1 individuo de 124.77 cm de DAP), y *Cecropia telealba* con un área basal de 0.3 m<sup>2</sup> (con 1 individuo de 62.38 cm de DAP).

Estas especies con altas tasas de crecimiento pueden ser desproporcionadamente favorecidas bajo amplios niveles de recursos, los cuales conducen a su sobredominancia durante la temprana sucesión a causa de que las especies de crecimiento lento tienden a ser menos eficaces para alcanzar estos niveles de recursos (Chapin et al.1986 citados por Guariguata 2001).

#### **6.4.2.3 DENSIDAD**

El número de los individuos con respecto a las categorías diamétricas de 2.5 cm de DAP y 10 cm de DAP fueron similares a los registrados para otros bosques Neotropicales en elevaciones semejantes (Cuadro 3). Este parece ser el patrón constante en bosques de elevaciones medias.

Como se discutió anteriormente las familias y géneros pueden ser predecibles, la presencia de una especie particular parece también predecible, pues la presencia de 46 especies con menos de dos individuos en contraste con algunas especies como *Clarisia biflora* que contó con 25 individuos, *Pseudolmedia rigida* con 20 individuos y *Ocotea* sp. con 16 individuos (Anexo 5), sugiere que probablemente la diferencia en la abundancia de ciertas especies, podría explicarse desde su ecología.

Estas especies con alta abundancia deben su presencia al grado de tolerancia a la sombra y la excelente respuesta a las condiciones edáficas y físicas del bosque. Sin embargo en estas especies los frutos son consumidos por mamíferos, pero en estos fragmentos aislados parece que los potenciales consumidores están localmente extintos y no hay algún otro mecanismo que controle su abundancia, esto parece estar sucediendo en el bosque al carecer de los factores que previenen la dominancia de estas especies.

Entonces la carencia de posibles dispersores favorece la agregación de estas especies, concluyendo de esta forma que la composición de una comunidad es predecible desde parámetros ambientales tales como la frecuencia de síndromes de polinización y dispersión de semillas (Gentry, 1982b, 1983, citados por Gentry 1988).

En adición la co-ocurrencia de todas estas especies, podría significar que pueden ser potenciales competidores que se ven forzados a compartir un sitio reducido. Esta alta diversidad en la comunidad, más que indicar aleatoriedad, podría indicar fuertes presiones ecológicas que provocan una baja densidad de individuos en las especies, dado que se registraron 46 especies con menos de 2 individuos.

Hubell & Foster (1986) citado por Gentry (1988), sugieren que los patrones biogeográficos juegan un mayor rol en la diversidad alfa de bosques tropicales: si se analiza la alta diversidad del bosque El Silencio como un factor asociado a la dinámica de los fragmentos e inmigraciones locales, entonces, podría deberse a una diversidad regional más grande que probablemente ocasiona esta importante cantidad de especies.

El buen número de especies que están en este sitio (sin incluir las especies que no alcanzaron los 2.5 cm Dap) es una razón de la importancia de su conservación para el mantenimiento de la diversidad de especies en esta zona. Además es

importante tener en cuenta que quizás esta comunidad es rica a causa de que algunas especies ya cuentan con las condiciones ambientales necesarias para su establecimiento, describiendo de esta forma la transición sucesional del bosque, sin olvidar que el gremio de especies de bosques secundarios constituyen la mayor parte, tanto en la densidad como de la riqueza.

#### **6.4.2.4 FRECUENCIA**

Estos resultados demuestran como el bosque en todos los sectores donde fueron distribuidos los transectos (Fig. 6), se manifiestan especies de bosques secundarios como *Acalypha diversifolia*, *Saurauia cuatrecasana*, al igual que especies de procesos más avanzados como *Pseudomedia rigida* y *Clarisia biflora*, que justamente gracias a esta alta distribución en el bosque, estuvieron entre las especies más importantes según los valores del IVI (Anexo 5).

Es interesante también como las especies más frecuentes se encuentran en las clases diamétricas más pequeñas: algunas por ser arbustivas como *Acalypha diversifolia* o árboles medianos como *Saurauia cuatrecasana* y otras por ser especies arbóreas de gran porte con solo individuos jóvenes en el caso de *Pseudomedia rigida* y *Clarisia biflora*.

La diferencia de condiciones de microhábitat influyen la composición de plantas durante la sucesión (Uhl et al. 1981 citado por Guariguata 2001), y aunque esto pueda explicar de alguna forma la preferencia de una especie por algún sitio específico lo cual podría estar reflejado en los bajos valores de frecuencia mostrado por las especies, se cree que no existe alguna especificidad de hábitat y más que esto, los bajos valores de densidad mostrados por la gran mayoría de las especies, concluyen que cuentan con un bajo número de individuos y por lo tanto con una baja distribución.

Probablemente reflejo de su dificultad para establecerse en el bosque. Sin embargo hay que recordar que en ocasiones también la variación a pequeña escala en los nutrientes del suelo, tienen el potencial de afectar la distribución, composición y crecimiento de especies. No obstante las especies nombradas arriba como las más frecuentes, parecen no tener especificidad de condiciones, más quizá si de sombra, pues todos los transectos fueron levantados en sitios con sombra relativa, condición que parecen compartir las especies esciófitas junto con especies generalistas típicas de habitats perturbados como *Acalypha diversifolia* y *Saurauia cuatrecasana*.

Sin embargo la composición de especies de un sitio aparte de estar posiblemente influenciada por los recursos del suelo; también la misma composición de especies puede afectar la disponibilidad de estos recursos a otras especies y estar afectando la trayectoria sucesional.

#### **6.4.2.5 INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)**

De las cinco especies que encabezaron el índice de valor de importancia (IVI), *Coussapoa villosa*, *Guatteria goudotiana* y *Ficus* sp, ubicadas en 1, 2 y 4 lugar, tuvieron los más altos valores de área basal con 21.3 %, 10.7 % y 10.3 % del área basal total, lo cual contribuyo con el 91.1 %, 79.8 % y 88.7 % de sus respectivos valores totales del IVI.

Estas especies con valores bajos de densidad y de frecuencia (Anexo 5) deben su dominancia en el bosque, gracias a que sus individuos alcanzan los mayores valores de DAP, dado el caso de *Coussapoa villosa* 134.32 cm, *Ficus* sp 124.77 cm, *Guatteria goudotiana* 96.76 cm. *Coussapoa villosa* presentó sus 3 individuos en la clase diamétrica más alta ( $\geq 65.5$  cm) (Fig. 32), reflejando la madurez de sus individuos, contrastando con su ausencia en las clases inferiores.

*Gutteria goudotiana* y *Ficus* sp presentaron solo individuos en la quinta (30.5-30.4 cm) y décima clase ( $\geq 65.5$  cm), también sin individuos jóvenes. Estas especies son comunes en bosques secundarios y ya antes hemos considerado la importancia de *Coussapoa villosa* y *Ficus* sp. en el proceso regenerativo de los bosques, pero *Gutteria guodotiana* parece una especie más típica de bosques maduros y su conservación cobra más importancia ya que ultimadamente se ha tornado una especie importante gracias al aislamiento de alcaloides de sus hojas y corteza (Castedo et al. 1991).

*Pseudolmedia rigida* con 12.29 y *Clarisia biflora* con 11.53, registraron el 3 y 5 valor de importancia, gracias a que *Pseudolmedia rigida* presento el segundo valor de densidad más alto y el mayor valor de frecuencia (Anexo 5). Del mismo modo *Clarisia biflora* presento el valor más alto de densidad y el quinto valor de frecuencia más alto (Anexo 5). En contraste con sus valores de dominancia los cuales fueron bajos debido a que sus individuos se presentaron en las primeras tres clases diamétricas.

Quizás el comportamiento de estas especies sea el reflejo de el recambio de especies que se da en las etapas sucesionales, puesto que *Clarisia biflora* y *Pseudolmedia rigida* fueron las especies arbóreas con mayor regeneración y al estar bien distribuidas en el bosque, refuerzan la idea de que son especies esciófitas de estadíos sucesionales más avanzados que se establecen gracias a la sombra que les proporcionan especies de rápido crecimiento como *Coussapoa villosa* y *Ficus* sp que precisamente registraron los árboles más corpulentos, y que finalmente serán remplazadas por las especies que se regeneran bajo su sombra.

Sin embargo es evidente la condición de perturbación tanto natural como antrópica que sufre el fragmento; ejemplo de ello es la densidad y frecuencia de *Acalypha diversifolia*, un arbusto o árbol pequeño típico de bosques secundarios, el cual ocupó el sexto valor de importancia con 11.36, siendo su densidad y su frecuencia



las que constituyeron el 97.3 % del valor de importancia de esta especie (Anexo 5).

La búsqueda de la especie más importante hace más palpable como la antigüedad y las condiciones ambientales del sitio han producido un mosaico de especies que hacen más difícil establecer una categoría para el bosque. Esto se evidencia al observar que ninguna especie registra una regularidad en los parámetros tenidos en cuenta para medir la importancia de las especies: Densidad, frecuencia y dominancia; es decir que las especies con mayor densidad y frecuencia mostraron valores bajos de dominancia y viceversa.

Estas seis especies simbolizan que el bosque atraviesa un estado de sucesión avanzado pero acompañado de un fuerte nivel de intervención antrópica y perturbación natural. A pesar de que el valor de la riqueza de especies es similar a otros bosques tropicales, es probable que esta este influenciada negativamente por la dominancia de unas pocas especies, como lo indica el hecho de que solo 20 especies (25 %) totalizaron el 61.02% del valor total del IVI.

Las especies que tuvieron los valores más altos del IVI, presentaron los valores más altos de área basal, tal es el caso de *Coussapoa villosa*, *Guatteria goudotiana* y *Ficus* sp., reflejando que estas son unas de las especies que usan la mayoría de los recursos y que probablemente excluirían otras especies espacialmente.

De la misma forma especies arbóreas como *Clarisia biflora* y *Pseudolmedia rigida* parecen ser tan competitivas como especies arbustivas como *Acalypha diversifolia* al presentar los más altos valores de frecuencia y densidad. Especies como *Clarisia biflora* y *Pseudolmedia rigida* son especies bien adaptadas a las condiciones del bosque y tienen una mayor oportunidad para alcanzar la madurez y ser aún más competitivas por espacio y recurso.

#### 6.4.2.6 VALOR DE IMPORTANCIA PARA FAMILIAS (VIF)

Las cinco familias con mayor valor de importancia constituyen el 51.41 % del valor total del VIF. El mayor valor obtenido por la familia Moraceae (VIF: 51.8036) fue el reflejo de su abundancia (65 individuos), de concentrar el 20.20 % del área basal y ser la tercer familia con más especies (8). Estos valores indican la gran importancia ecológica que alcanza esta familia en el fragmento (Cuadro 5).

El valor tan alto de Moraceae puede ser comparado con los encontrados en el Golfo de Tribugá (VIF: 53.9) y la Amazonía Boliviana (VIF: 53.3), considerados como unos de los más altos registrados para el Neotrópico (Galeano 2000). Sin embargo los bosques de baja altitud son distintos florísticamente que los bosques sobre los 1500 m de elevación, donde los valores más altos de importancia relativa son tomados por familias como Lauraceae y Rubiaceae (Gentry 1995).

Entonces la dominancia de esta familia se debe en gran parte a los individuos de sucesiones tempranas como los del género *Ficus* que presentan una gran área basal, lo cual está más relacionado con la colonización del sitio por estos individuos, en un estadio sucesional más temprano; en este caso la historia de intervención recalca una alta presión sobre el sitio en el pasado (ver historia del fragmento), cuando se realizaron entresacas, sugiriendo que este es uno de los factores más determinantes de la estructura y composición de este bosque (José y Balslev 1994 citado por Mendoza 1999).

Además es de anotar que ciertas especies de esta familia son típicas dominantes en la segunda fase de las sucesiones secundarias, donde la presencia de especies del género *Ficus* en su madurez son clave para el establecimiento de las especies de estadios más avanzados (Foster 1990), siendo precisamente este género quién presentó individuos corpulentos en el estudio.

Actualmente los patrones de regeneración de las especies están supeditados a los procesos de intervención, ya que la diversidad parece depender de aquellas especies que muestren los más altos grados de sobrevivencia bajo diferentes conjuntos de circunstancias, tal es el caso de especies arbóreas esciófitas como *Clarisia biflora*, *Pseudolmedia rigida* y especies de bosques secundarios como *Sorocea trophoides*, las cuales presentaron la mayor regeneración.

Desde este punto de vista consideramos que Moraceae es una familia exitosa en lugares hostiles de gran perturbación, y que puede ser una familia dominante tanto en procesos tempranos como en largos procesos de sucesión.

La familia Rubiaceae presentó el segundo valor de importancia (28.29) debido en gran parte a que fue la más diversificada al registrar 12 especies (Cuadro 5). Esta familia es reportada como la segunda familia más rica en bosques andinos de elevaciones medias de 1500 a 2500 m de elevación (Gentry 1995) y su diversidad regional es mayor en la región andina que en la Amazonía (Villareal 2003). Sin embargo allí también aparece como la tercer familia más diversa (Foster 1990) al igual que en la Isla Barro Colorado en Centroamérica (Foster y Hubell 1990).

Todo esto la posiciona como una de las cinco familias de plantas más predominantes en el Neotrópico, sugiriendo que además de ser la expresión de la influencia de patrones fitogeográficos Neotropicales, es el reflejo de que su diversificación ecológica es vital para la riqueza florística de los bosques tropicales, y esto hace posible su gran contribución a la diversidad de los fragmentos de bosque secundarios, que actualmente son una de las más comunes formaciones vegetales que persisten.

Esta familia fue la tercer familia con más individuos (31), donde *Psychotria trichotoma* y *Coussarea* sp. al aportar 7 y 10 individuos respectivamente, muestran su buen establecimiento en el bosque, en contraste con las 10 especies restantes que en conjunto reunieron 14 individuos. Además incluyó en el muestreo

a *Elaeagia*, un importante género del dosel de bosques andinos (Gentry 1995), donde la presencia de 1 individuo corpulento de este género contribuyó a que la familia ocupará el décimo lugar en relación a la dominancia (área basal), llegando este valor a ser el 10% de su VIF.

Cecropiaceae registró el tercer valor de importancia con (23.56), con solo dos especies: *Cecropia telealba* y *Coussapoa villosa*, y con una abundancia de 1 y 3 individuos respectivamente, debe su alto valor de importancia al mostrar el valor más alto de área basal, el cual corresponde al 23.73 % del área basal total (Cuadro 5).

La dominancia de esta familia se debe a que estas especies tienen un ciclo corto y un crecimiento rápido, las cuales son importantes por que van recuperando progresivamente la estructura tanto vertical como horizontal del bosque. *Cecropia telealba* es probablemente una especie heliófita que requiere plena insolación durante toda su vida.

En el estudio se registró un individuo de esta especie que presento uno de los valores más altos de DAP con 62.38 cm, indicando su madurez. *Coussapoa villosa* es una especie hemiepífita llamada comúnmente matapalos, es típica de bosques secundarios y registro el valor más alto de DAP 134.32 cm, en esta especie quizá, sus árboles huésped benefician la talla de su tronco al quedar inmersos dentro de su tallo.

Estos individuos corpulentos ya son árboles del dosel y su alto valor de importancia simboliza que este manojó de individuos hoy, constituye un eslabón esencial en el proceso de sucesión, ya que facilitan las condiciones para el establecimiento de las especies dominantes en las siguientes fases del desarrollo del bosque (Foster 1990), a las que posteriormente darán paso cuando estas grandes especies mueran (Fig.40).



Fig. 40. Tronco de *Coussapoa villosa* en el fragmento de bosque El Silencio.

Lauraceae mostró el cuarto valor de importancia (23.25). Con nueve especies es la segunda familia más rica en este estudio (Cuadro 5). Un valor muy semejante al encontrado por Gentry (1995), quién resaltó que la familia Lauraceae es el componente más prevalente y característico de los bosques en esta elevación.

Esta familia presentó 28 individuos donde *Ocotea* sp. y *Nectandra* sp. registraron 16 y 4 individuos respectivamente. Las siete especies restantes en conjunto presentaron 8 individuos. La agregación es una característica común en los bosques secundarios, y en el fragmento de bosque El Silencio varias especies la reflejan, una de ellas fue *Ocotea* sp. con 16 individuos, este fenómeno tiene varias explicaciones.

En ocasiones hay poca sobrevivencia de las plántulas en algunas especies que son sensibles a los hongos, patógenos e insectos que se dan en las proximidades, atraídos probablemente por la cantidad de material acumulado en el suelo del

bosque (Janzen 1970 citado por Caldato et al. 2002), ello facilita la agregación de aquellas especies que son más fuertes; también puede ser la expresión de una aparente adaptabilidad a la intensa competencia junto a los progenitores. Algunas especies se pueden agregar donde han ocurrido claros producidos por la caída de árboles, otras se agregan debido a pobres niveles de dispersión de semillas y baja depredación de las mismas.

Euphorbiaceae tuvo el quinto valor de importancia (21.3411), con 6 especies fue la cuarta familia más rica en el bosque (Cuadro 5). Esta familia esta reportada como la quinta familia con mayor valor de importancia relativa en bosques andinos (Gentry 1995). El valor que más contribuyó a su valor de importancia fue la densidad, donde la especie *Acalypha diversifolia* presentó 20 de los 36 individuos registrados para la familia. Su alta abundancia se debe a que esta especie es propia de sitios en regeneración, ello ratifica el amplio estado de perturbación en El Silencio.

#### **6.4.2.7 BIOMASA**

Se intento analizar el valor de biomasa según el calculo de Edwards & Grubbs (1977) que ha sido utilizado en otros bosques de tierras bajas y de montaña. Se trato de realizar la aplicación de este calculo siguiendo a Carrizosa (1991) cuando estudio la biomasa de un bosque nublado alto andino del embalse de Neusa al muestrear 0.4 ha de bosque y extrapolar estos valores a 1 ha mediante una regla de tres, sin embargo al hacer la extrapolación del valor registrado en 0.1 ha de bosque El Silencio al valor de 1 ha, se encuentran valores que son exageradamente superiores a los valores de otros bosques tropicales (Cuadro 6).

A pesar de que el bosque es estructuralmente similar a la porción estudiada, este resultado esta incluso por encima del rango establecido por Grubb (1963), por lo que preferiblemente nos limitaremos a analizar los datos reales encontrados en el

muestreo. A continuación compararemos los datos encontrados en El Silencio con los valores registrados en 1 ha de bosque en el Ecuador a 1800 m de elevación (Grubb 1963 citado por Carrizosa 1991).

Al no extrapolar los datos, el valor de biomasa en 0.1 ha de el bosque El Silencio fue de 44.69 Ton/0.1ha (Cuadro 6), que es equivalente al 17.32 % de la biomasa registrada en el bosque Ecuatoriano, la cual totalizó 257.9 Ton/ha El área basal fue de 12.17 m<sup>2</sup>/ha en El Silencio equivalente al 34.67 % del área basal del bosque estudiado por Grubb, la cual fue de 35.1 m<sup>2</sup>/ha, y el promedio de la altura en El Silencio tuvo un valor de 11.1 m, un poco más de la mitad del valor del bosque en el Ecuador, el cual presentó 21.3 m.

El promedio de la altura en el bosque El Silencio se vió afectado por la gran densidad de individuos concentrados en las clases de menor altura (Fig. 11 y Anexo 3), mientras que los valores de área basal parecen ser bastante buenos para 0.1 ha, que nos permite sugerir que probablemente el bosque al ampliar el área de estudio pueda presentar buenos valores de área basal y por lo tanto de biomasa, puesto que existen muchos árboles todavía más corpulentos por fuera del área de muestreo.

Estos valores reflejan como la biomasa alcanza condiciones de bosque maduro cuando se presentan árboles grandes, tales como los reportados en las clases diamétricas y el área basal, los cuales secuestran una gran proporción de la biomasa total (Brown y Lugo, 1992; Clark y Clark 1996 citados por Guariguata 2001). Parece que a pesar del viento que golpea fuertemente contra sus bordes, el cual puede interferir con el desarrollo del bosque (Grubb 1977; UNESCO 1980 citados por Carrizosa 1991), se ha desarrollado un componente arbóreo tan importante que solo 0.1 ha ya cubre un nivel importante de los valores reportados para 1 ha de otros bosques neotropicales.

## 6.5 INDICE DE DIVERSIDAD DE SHANNON WIENER

El transecto 1 contó con el mayor valor de shannon Wiener (4.57) debido a que tuvo uno de los valores más altos de individuos (36) distribuidos en el mayor número de especies (26) (Cuadro 4 y Fig. 33). Es decir que en este transecto fueron 18 las especies con 1 individuo, 6 especies presentaron 2 individuos; y *Pseudolmedia rigida* y Euphorbiaceae sp fueron las especies más abundantes al presentar 3 individuos cada una.

Al existir una baja abundancia por especie, la probabilidad de predecir a que especie corresponde un individuo nuevo en el transecto es baja, así que el grado de incertidumbre medido por el índice de shanon aumenta, haciendo que el índice se incremente con el número de especies. Algo similar sucedió en el transecto 2 donde 15 especies tuvieron 1 individuo, 5 especies presentaron 2 individuos, y las dos especies con mayor número de individuos fueron *Pseudolmedia rigida* y *Ocotea* sp con 3 y 4 individuos respectivamente.

Este comportamiento también fue evidenciado inversamente con los valores más bajos de Shannon Wiener presentados por los transectos 3 y 9, los cuales registraron 2.93 y 3.55 respectivamente. El transecto 3 presentó el valor más bajo de individuos (19) distribuidos en el valor más bajo de especies (10). donde 3 especies agruparon el 63.15 % de individuos: es el caso de *Sphaeropteris* sp , con 6 individuos, *Ampelocera albertiae* y *Pseudolmedia rigida* con 3 individuos cada una.

Es decir que al estar la mayoría de los individuos distribuidos en unas pocas especies dentro del transecto, el número de especies es más bajo, reduciéndose así la incertidumbre para predecir a que especie corresponde el siguiente individuo, y por lo tanto el índice de Shannon Wiener disminuye. Lo mismo sucedió en el transecto 9 donde 29 individuos estuvieron distribuidos en 15 especies,



donde 6 especies constituyeron el 68.96 % de los individuos: *Clarisia biflora* (6), *Acalypha diversifolia* (5), *Otoba lehmanii* (3), *Pseudolmedia rigida*, *Saurauia cuatrecasana* y *Nectandra* sp 1 presentaron 2 especies. Siendo 9 las especies con 1 individuo.

A pesar de que la incertidumbre en los transectos fue mayor en unos que en otros, no se presentó una mayor variación a través de estos (coeficiente de variación CV= 11.18 %). Es decir que siempre hubo un buen número de especies en los transectos, sin olvidar que en algunos hubo especies dominantes con relación a la abundancia que disminuyeron el valor de este índice.

Situación similar podría plantearse al tener en cuenta el valor del IVI, pues solo unas pocas especies presentaron los más altos valores de dominancia (área basal), densidad y frecuencia (cuadro IVI), lo que se traduce en que unas pocas especies ejercen una fuerte dominancia, sin embargo el número de especies registrado en el bosque es el valor más alto registrado en esta zona del Quindío y esta a la altura de otros bosques montanos neotropicales (Cuadro 3). Además la curva de especies esta lejos de estabilizarse (Fig. 7), y los bajos valores para el índice de similitud reflejan la alta variabilidad entre los transectos (Anexo 8).

Entonces podemos concluir que este es un bosque secundario con unos altos valores de dominancia, pero que ésta no le ha impedido contar con altos índices de diversidad, contrario a lo que se piensa de los bosques secundarios, donde la dominancia de unas pocas especies llevan al decrecimiento de la diversidad. (Gómez Pompa & Vásquez-Yanes, 1985 citado por Cañas 1995). Sin embargo hay que tener en cuenta que la gran mayoría de las especies contaron con baja densidad, baja frecuencia y baja dominancia.

## 7 CONCLUSIONES

- La riqueza de especies del fragmento de bosque El Silencio se asemeja a la de los bosques andinos suramericanos de similar elevación. Comparte las mismas familias y géneros de estas zonas, manifestando de cierta forma que su flora es predecible en el contexto de la flora neotropical montana desde patrones geográficos y ambientales.
- El fragmento de bosque El Silencio alberga el mayor número de especies encontrado para los estudios en los bosques premontanos del Quindío. Dentro de sus especies, se encuentran algunas que son clasificadas como especies amenazadas para la región, lo que agudiza la prioridad de su conservación.
- En el fragmento de bosque El Silencio, 0.1 ha resulto un área insuficiente para registrar el verdadero patrón de diversidad, dado que la curva de especies y los estimadores no fueron asintóticos y hubo poca similitud entre los transectos. Sin embargo la metodología Gentry fue suficiente para realizar una imagen de la composición y estructura del bosque, además de que facilita las comparaciones por contar con una amplia aplicación en el estudio de la vegetación.
- El fragmento de bosque El Silencio se compone de especies típicas de bosques maduros junto a especies propias de bosques secundarios. Con un valor de riqueza específica importante (80), la heterogeneidad en la edad de sus componentes y los distintos niveles que conforman su estructura vertical y horizontal consolidan la persistencia del sitio desde hace varias décadas, reflejando que atraviesa un estadio sucesional secundario tardío.

- La estructura de el fragmento de bosque El Silencio, se ve afectada por la intensidad de los vientos que golpean sus bordes, lo que probablemente este retrayendo la cobertura boscosa y este favoreciendo la proliferación de especies arbustivas y arbóreas típicas de nichos en regeneración.
- Aunque el bosque El Silencio guarda el patrón estructural de los bosques neotropicales, con una gran mezcla de especies con pocos individuos, su condición de aislamiento y la intensa dinámica de estos ecosistemas, puede hacer a la mayoría de la especies vulnerables a la extinción local.
- Los eventos de tala que sufrió el bosque durante el siglo pasado le ha significado contar con un dosel compuesto por dos grupos de especies que presentan los valores más altos de DAP y altura: 1. Las que colonizaron estos claros (secundarias), y 2. varias especies que son típicas de bosques maduros que no fueron cortadas en esa época.
- En las clases inferiores de altura y DAP, las especies arbustivas y arbóreas de bosques secundarios aportaron la mayor parte de la diversidad y densidad; sin embargo hubo varias especies esciófitas como *Clarisia biflora* y *Pseudolmedia rigida* que se caracterizaron por una gran regeneración, perfilándose como las especies dominantes en las generaciones futuras.
- Los intervalos de clases diamétricas mostraron el descenso de la diversidad a medida que aumentaron las clases diamétricas, la diferencia en la composición de especies en las mismas, y la presencia de cierto pequeño grupo de especies tanto en las clases inferiores como superiores.

- Se considera la baja abundancia y frecuencia de la mayoría de especies como la manifestación de el trastorno de procesos vitales para el funcionamiento de los bosques, tales como la dispersión, la polinización y la dificultad para establecerse debido al disturbio antrópico. La degradación de estos procesos ecológicos pueden traducirse en el débil estado de las especies, el cual es evidente en la estructura del bosque.
- En un ecosistema fragmentado como El Silencio la riqueza de especies, depende fuertemente del conjunto regional de especies presente en la zona. Esto sugiere que pequeñas muestras como esta, reflejan procesos que operan a escala espacial y temporal relacionados con la migración, establecimiento y extinción de especies dentro y entre fragmentos.
- Las cinco familias con mayor valor de importancia fueron: Moraceae (51.80 %), Rubiaceae (28.29 %), Cecropiaceae (27.56 %), Lauraceae (25.25 %) y Euphorbiaceae (21.34 %). Entonces estas familias suman el 51.41 % del 300 %, el valor total del VIF.
- Las cinco especies con el mayor índice de valor de importancia fueron *Coussapoa villosa* (Cecropiaceae) con 23.46 %, *Guatteria goudotiana* (Annonaceae) con 13.41 %, *Pseudolmedia rigida* (Moraceae) con 12.29 %, *Ficus* sp. (Moraceae) con 11.62 %, y *Clarisia biflora* (Moraceae) con 11.53 %. Estas cinco especies representan el 24.11 % del IVI total.
- A pesar de que solo 20 especies (25 %) totalizaron el 61.02% del valor total del IVI, se registro un buen valor de diversidad, reflejando que en los bosques de sucesiones avanzadas, la dominancia de algunas especies necesariamente no disminuye la diversidad.

- Los valores para el índice de Shannon-Wiener fueron altos, ya que nueve transectos estuvieron entre 3.5 y 4.5. El alto número de especies con bajo número de individuos eleva la incertidumbre que mide el índice.

## 8 RECOMENDACIONES

- Al momento de estudiar la riqueza de éstos bosques fragmentados, el uso de un esfuerzo mayor de muestreo puede aproximar más al verdadero patrón de diversidad de estos ecosistemas, ya que en última instancia una conclusión equivocada puede traer consigo consecuencias nefastas para la conservación de un sitio.
- Enfocarse exclusivamente en una comunidad puede ser insuficiente para explicar la composición florística y la dinámica del proceso estructural de los fragmentos de bosque, por lo que es conveniente usar los fragmentos de una zona como elementos de un solo conjunto, de esta forma se obtendrán muchas más evidencias de los procesos ecológicos que facilitan su existencia.
- La evaluación de las poblaciones de mamíferos, vitales para los procesos del funcionamiento del bosque, se hace urgente con el fin de establecer su estado e intentar evitar su extinción, ello puede ser definitivo, si queremos conservar estos remanentes.
- Establecer los procesos como síndromes de polinización y dispersión serían muy útiles en el intento por determinar como persisten estas poblaciones aisladas.

## BIBLIOGRAFÍA

ANTÓN, D. y REYNEL C. Relictos de bosques de excepcional diversidad en los andes centrales del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Herbario de la facultad de Ciencias Forestales. Primera edición. Impreso en Perú. 2004. 313 p.

ASQUITH, N. La dinámica del bosque y la diversidad arbórea. En: Guariguata, M., & Kattan, G. Editores. Ecología y Conservación de bosques neotropicales. Primera edición. Costa Rica. 2002. p. 377-401.

BELGON, M., HARPER, L., R., y TOWNSEND, C., R. Ecología. Tercera edición. Edición Omega, S.A. Barcelona. 1999. 1068 p.

BRAUN-BLANQUET, J. Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Edición H. Blume. España. 1979.

CALDATO, L. S., VERA, N. y DONAGH., P. Estructura poblacional de *Ocotea puberula* en un bosque secundario y primario de la Selva Mixta Misionera. Argentina. Ciencia Forestal Santa Maria. v. 13, n.1.2002. p. 25-32.

CARRIZOSA, Santiago. Contribución al conocimiento de la estructura de un bosque nublado Alto Andino en la Cordillera Oriental Cundinamarca, Colombia. Trianae No. 4 1991, p. 409-436.

CASTEDO, L, GRANJA, A. J., RODRÍGUEZ DEL LERA, A. And VILLAVERDE, M. Alkaloids from *Guatteria goudottiana*. Departamento de química Orgánica. Facultad de Química. Santiago de Compostela. España. Fotoquímica Volumen 30. 8. 1991. p. 2781-2783. <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03319422>.

CAVELIER, J. & YOCKTENG, R. Riqueza, diversidad y mecanismos de dispersión de árboles de la Isla Gorgona y de los bosques húmedos tropicales del Pacífico Colombo-Ecuatoriano. Fundación para la promoción de la investigación y la tecnología. Universidad de los Andes. Bogotá. 1996.

CHAZDON, R. & COE, F. Ethnobotany of woody species in second growth, old growth, and selectively logged forest of Northeastern Costa Rica. *Conservation Biology*. 13. 1999. p.1312-1322

- - - - - . Aspectos importantes para el estudio de los regímenes de luz en bosques tropicales. *Revista de Biología Tropical*. 35 (1). 1987. p. 191-196.

COLWELL, K., R. Estimates 5: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. 1997. Estimates website: [viceroy.eeb.uconn.edu/estimates](http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates).

COLWELL, K., R. & CODDINGTON, I. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical transactions of the Royal Society London*, 345. 1994. 101-118.

CROAT, Thomas. Flora de Barro Colorado Island. Stanford University. California 1978.

CRONQUIST, A. The evolution and classification of flowering plants. Second edition. The New York Botanical Garden. USA. 1988.

DI STEFANO, J, BRENES, G, MORA, V. Composición florística y estructura de un bosque primario pluvial, en San Ramón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 43 (1-3) 1995; p. 67-73.



FEARNSIDE, P. & GUIMIRAES W. Carbon uptake by secondary forest en Brazilian Amazonia. Forest Ecology and Management. 1996. 80: 35-46.

Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Centro Nacional de investigaciones. Cenicafé. Chinchina, Colombia. Anuario meteorológico Cafetero. 2003. Cenicafé. 2004. 538 P.

FOSTER, B. R. & HUBELL, P. S. The floristic composition of the Barro Colorado Island Forest. En : GENTRY Alwyn. Editor. Four Neotropical Forest. Yale University. 1990. p. 85-98

FOSTER, B. R. Long-term change in the successional forest community of the Rio Manu floodplain. En Gentry Alwyn. Four Neotropical Forest. Yale University. 1990. p.99-111.

FRANCO, P., BETANCUR, J., FERNÁNDEZ, J. Diversidad florística en dos bosques subandinos del sur de Colombia. Caldasia 19 (1-2) 1997, p. 205-234

GALEANO, Gloria. Estructura, riqueza y composición de plantas leñosas en el Golfo de Tribugá, Chocó, Colombia. Caldasia 23 (!) 2000, p. 213-236.

GALEANO, G., CEDIEL, J. & PARDO, M. Structure and floristic composition of a one hectare plot of wet forest at the Pacific Coast of Chocó, Colombia. En F. Dallmeier & Comiskey. Editors. Forest Biodiversity in North, Central and South America and the Caribbean: Research and Monitoring. Man and the Biosphere series. Unesco and the Parthenon Publishing Group. Carnforth, Lancashire, Uk. vol. 22. Cap. 28.1998. p. 557-574.

GALINDO-LEAL, C. Diseño y análisis de proyectos para el manejo y monitoreo de la diversidad biológica. Centro para la Biología de la Conservación. Universidad de Stanford. <http://www.stanford.edu/group/>

GENTRY Alwyn. Patterns of diversity and floristic composition en Neotropical Montane Forest. En. Churchil, S; Balslev, H; Forero E; Luteyn J. Editors. Biodiversity and conservation of neotropical montane forest. The New York Botanical Garden. New York. 1995. p. 103 -126.

- - - - - . Comparación de la estructura y composición florística de dos fragmentos manejados de bosque alto andino. En: Gentry, A. Bosques de niebla de Colombia. Banco de Occidente, primera edición. Colombia. 1991

- - - - - . Editor. Four Neotropical Forest. Yale University. 626 p. 1990.

- - - - - . CHANGES IN PLANT COMMUNITY DIVERSITY AND floristic composition on environmental and geographical gradients. En: Annals of the Missouri Botanical Garden volumen 75: 1-34. 1988.

- - - - - . Neotropical floristic diversity: PHITOGEOGRAPHICAL CONNECTIONS BETWEEN CENTRAL AND SOUTH America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? En Annals of the Missouri Botanical Garden, 69: 557-593. 1982

- - - - - . A field guide to the families and genero of woody plants of Nortwest South America (Colombia, Ecuador y Perú). Washington, DC. (sf)

GENTRY Alwyn.& Terborgh. Composition and dynamics of the Cocha Cashu “ mature “ floodplain forest. En: Four Neotropical Forest. Yale University. 1990. p.542 – 562

GERMÁN, T. Maria. Estructura y organización del herbario. En: Lot. A y Chiang. F. Compiladores. Manual de herbario: Administración y manejo de colecciones, técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Departamento de botánica, Instituto de biología, UNAM. Primera edición. Impreso en México. 1986. p. 11-19.

GIRALDO. Diego. Estructura y composición de un bosque secundario fragmentado en la Cordillera Central, Colombia. En: Churchill, S.; Balslev, H.; Forero, E.; Luteyn, J. Editors. Biodiversity and conservation of neotropical montane forest. The New York Botanical Garden. New York. 1995. p. 159-167.

GUARIGUATA, M., R., & OSTERTAG, R. Neotropical secondary forest succession: changes in structural and functional characteristics. Forest Ecology and Management. 148 .2001: 185-206.

- - - - - . Sucesión secundaria. En: Guariguata, M., & Kattan, G. Editores. Ecología y Conservación de bosques neotropicales. Primera edición. Costa Rica. 2002. p. 591-623.

HARRINGTON, N. G.; IRVINE, K. A.; CROME, F.; MOORE, L. Regeneration of large seeded trees in Australian Rainforest fragments: a study of higher-order interactions. En: Laurance, W., & Bierregaard, R. Editors. Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and conservation of fragmented communities. The University of Chicago Press. Usa. 1997. p. 292-303.

HENAO, I., C., GARÓN, P. y GRUPO DE ECOSISTEMAS Y BIODIVERSIDAD. Conocimiento, conservación y uso sostenible de la diversidad biológica. Propuesta técnica para el desarrollo del programa de biodiversidad del Quindío. Implementación del plan de acción en biodiversidad. CRQ. Colombia. 2003.

HEYWOOD, V. H., Mace G. M., May R. M., and Stuart S. N.. Uncertainties in extinction rates. *Nature* 368. 1994. 105.

HOLDRIDGE, L. R. Ecología basada en Zonas de Vida. IICA. San José, Costa Rica. 1978.

KATTAN, G. Fragmentación, patrones y mecanismos de extinción de especies. En: Guariguata, M., & Kattan, G. Editores. Ecología y Conservación de bosques neotropicales. Primera edición. Costa Rica. 2002. p.561-590.

----- RESTREPO, C. y GIRALDO, M. Estructura de un bosque de niebla en la Cordillera Occidental, Valle del Cauca, Colombia. *Cespedesia* Vol. XIII 1984. 47-48. p. 23-43.

KREBS, Charles. *Ecological methodology*. New York. Harper Collins publishers. 1989. 654 p.

----- Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. México. Editorial Mexicana. 1985. 753 p.

LAMB, D.; J., PARROTA, R.; KEENAN, R. & TUCKER, N. Rejoining habitat remnants: restoring degraded rainforest land. En: Laurance, W. & Bierregard, R. Editors. *Tropical forest remnants: Ecology, management, and conservation of fragmented communities*. The University of Chicago press. Usa. 1997. p. 366-385

LAURANCE, F., W.. Hyper-disturbed Parks: Edge effects and the Ecology of Isolated Rainforest Reserves in Tropical Australia. En: Laurance, W., & Bierregaard, R. Editors. Tropical Forest Remnants: Ecology, Management and conservation of fragmented communities. The University of Chicago Press. Usa. 1997. p. 71-84.

LEAN, J. & WARRILOW, D. Simulation of the regional climatic impact of Amazon deforestation. Nature 342.1989. p. 411-413.

LEMUS, Luis; SEPULVEDA, Elizabeth. Composición y diversidad florística de la selva Calamar Circasia, Quindío. Armenia, 1999. 50 p. Trabajo de grado. Universidad del Quindío. Facultad de Educación, Programa de Biología y Educación Ambiental.

LOPEZ., B. F. Estructura y función en bordes de bosques. Ecosistemas, revista científica y técnica de ecología y medio ambiente. University of Edinburgh. Año XIII.1. 2004.

LUGO, A. & BROWN, S. Tropical forest as sinks of atmospheric carbon. Forest Ecology and Management. 54. 1992. p. 239-255.

MARIN, L. & MORALES, I. Composición y diversidad florística en tres fragmentos de bosque en el departamento del Quindío. Armenia, 2003. 67 p. Trabajo de Grado. Universidad del Quindío. Facultad de Educación, Programa de Biología y Educación Ambiental.

MATEUCCI, C. & COLMA, A. Metodología para el estudio de la vegetación. Washington: Secretaria general de la organización de los Estados Americanos. Programa regional de desarrollo científico y tecnológico. 1982. 166 p.

MELO, S., PEREIRA, R., SANTOS, A., SHEPHERD, G., MACHADO, G., MEDEIROS, H., and SAWAYA, R. Comparing species richness among assemblages using sample units: why not use extrapolation methods to standardize different sample sizes?. *IKOS* 101: 2. 2003. 398-410.

MENDOZA, Humberto. Estructura y riqueza florística del bosque seco tropical en la región Caribe y el valle del río Magdalena, Colombia. *Caldasia* 21 (1) 1999; p. 70-94.

MORENO, Claudia. En: Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza. M & T – Manuales y Tesis. Vol. 1. 2001. 84 p.

ODUM, E., P. Ecología. Tercera edición. México. Editorial Interamericana. 1972. 639 p.

- - - - - Ecología. Segunda edición. México. Editorial Interamericana S. A. 1969. 412 p.

PALACIOS, A. W. & JARAMILLO, N. Ecological forest species groups in Northeastern Ecuador and their importance for the management of indigenous forest. *Lyonia, a journal of ecology and application*.  
<http://www.lyonia.org/ciewArticle.php?articleID=267>

PENA. Bosques Secundarios, Resumen ejecutivo. 2001 p. 141  
<http://www.library.uu.n1/digiarchief/dip/diss/1954487/res.pdf#search='especies%20esciofitas'>

PERALTA, R.; HARTSHORN, G.; LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. Reseña de estudios a largo plazo sobre composición florística y dinámica del bosque tropical en La Selva, Costa Rica. En *Ecología y ecofisiología de plantas de bosques*

mesoamericanos. Clark, D.; Dirzo, R.; Fetcher, N. Editors. Rev. Biología Tropical. 35 (Suple. 1. 1987): p. 23-3.

PLANA, B., E. Introducción a la ecología y dinámica del bosque tropical En: Curso sobre gestión y conservación de bosques tropicales Universidad Autónoma de Barcelona. 2000. España

PUTMAN, R. J. Community ecology. London. Chapman & Hall.1994. 176 p.

QUINTANA, Z. I., SANTACRUZ, M. y VILLANUEVA, V. L. 1999. Presencia de una ciudad libre.Universidad del Quindío. Licenciatura de Administración Educativa.

RANGEL, O. & VELÁSQUEZ, A. Métodos de estudio de la vegetación. En: Rangel, O; Lowy, P; Aguilar, M. Tipos de vegetación en Colombia, Colombia diversidad biótica II. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional. IDEAM. Santa Fe de Bogotá. Editorial Guadalupe. 1997. p. 59-88.

REYNEL, C., & HONORIO, C., E. Diversidad y composición de la flora arbórea en un área de ladera de bosque montano: Pichita, Valle de Chanchamayo, 2000 a 2500 msnm. En: Antón D. y Reynel C. Relictos de bosques de excepcional diversidad en los andes centrales del Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina Herbario de la facultad de Ciencias Forestales, Editores. Primera edición. Impreso en Perú. 2004. 313 p.

RICKLEFS E. Robert & SCHLUTER Dolph. Species diversity: An introduccion to the problem. En: RICKLEFS E. Robert & SCHLUTER Dolph. The maintenance of species richness in plant communities. Species diversity in ecological communities historical and geographical perspectives. Editors. 1993. p. 1-10.

SAMPER, C. & ARENS, N. Diferencias en intensidad, homogeneidad y gradientes lumínicos entre un bosque primario y secundario. En : Segundo curso de ecología tropical y biología de la conservación. Reserva natural La Planada. 1992.

SHAFFER, M. L. Minimum population sizes for species conservation. *Bioscience* 31. 1981: 131-34.

STANDLEY, P. The Rubiaceae of Colombia. *Field Museum of Natural History*. Vol. VII. No. 1. (sf)

TILMAN, D, and PACALA, S. The maintenance of species richness in plant communities. En: Ricklefs E. and Schluter Dolph. *Species diversity in ecological communities : historical and geographical perspectives*. Editors. University of Chicago of Chicago Press. 1993. p. 13-25.

VALENCIA, R. Composition and structure of Andean forest fragment in eastern Ecuador. En Churchill, S; Baslev, H; Forero, E; Luteyn, J. Editors. *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest*. The New York Botanical Garden. New York. 1995. p. 239-249

VAN DER MAAREL, E. *Vegetación Ecology*. A Blackell publishing Company. USA. 2005. 395 p.

VARGAS, William. Riqueza florística de las Montañas del Quindío. En: *Catedra ambiental, Compilación de memorias 2002-2003*. Corporación Autónoma Regional del Quindío. Armenia. 2003. p.171-194.

- - - - - . *Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales*. Editorial Universidad de Caldas. Manizales. 2002. 814 p.



VELAZQUEZ, C. & SERNA, M. Magnoliáceas de Antioquia. Medellín, Colombia. Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe. 2005.

VILLA, Rigoberto; AGUDELO, Carlos; VILA, José. Estudio Silvicultural de la selva "La Montaña del Ocaso" Quimbaya, Quindío. Armenia, 1998. 187 p. Trabajo de grado. Universidad del Quindío. Facultad de Educación. Programa de Biología y Educación Ambiental.

VILLAREAL, H.; ALVAREZ, M.; CÓRDOBA, S.; ESCOBAR, F.; FAGUA, G.; GAST, F.; MENDOZA, H.; OSPINA, M.; UMAÑA, M. A. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de Biodiversidad. Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, Colombia. 2004. 236 p.

VIÑA, A. & CAVELIER, J. Deforestation rates (1938-1988) of tropical lowland forest on the Andean foothills of Colombia. *Biotrópica* 31 1999. p.31-36.

WHITMORE, T. Tropical forest disturbance, disappearance, and species loss. En: Laurance, W. Bierregard, R. Editors. *Tropical forest remnants: Ecology, management, and conservation of fragmented communities*. The University of Chicago press. Usa. 1997. p. 3-12.



Anexo 2. Tabla 1. Lista de las familias, géneros y especies  $\geq 2.5$  cm DAP encontradas en 0.1 ha. del fragmento de bosque El Silencio en Circasia, Quindío.

FAMILIA	ESPECIE
ACTINIDIACEAE	<i>Saurauia cuatrecasana</i> R.E. Schult.
ANNONACEAE	<i>Guatteria amplifolia</i> Triana & Planch
	<i>Guatteria goudotiana</i> Triana & Planch
	<i>Guatteria</i> sp.
BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia guayacan</i> (Seem.) Hemsl.
BOMBACACEAE	<i>Matisia bolivarii</i> Cuatrec.
BORAGINACEAE	<i>Cordia acuta</i> Pittier
CAESALPINACEAE	<i>Macrobium colombianum</i> (Britton & Killip)
	Killip ex L. Uribe
CECROPIACEAE	<i>Cecropia telealba</i> Cuatrec.
	<i>Coussapoa villosa</i> Poepp. & Endl.
CLUSIACEAE	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.
	<i>Chrysochlamys colombiana</i> (Cuatrec.) Cuatrec.
	<i>Chrysochlamys dependens</i> Planch. & Triana
CYATHEACEAE	<i>Sphaeropteris</i> sp.
EUPHORBIACEAE	<i>Acalypha diversifolia</i> Jacq.
	<i>Acalypha macrostachya</i> Jacq.
	<i>Alchornea grandiflora</i> Müll. Arg.
	<i>Alchornea</i> sp.
	<i>Euphorbiaceae</i> sp.
	<i>Hyeronima macrocarpa</i> Müll. Arg.
HIPPOCASTANACEAE	<i>Billia columbiana</i> Planch. & Linden
ICACINACEAE	<i>Calatola columbiana</i> Sleumer
LAURACEAE	<i>Aniba robusta</i> (Klotzsch & H. Karst.) Mez
	<i>Licaria applanata</i> van der Werff
	<i>Nectandra</i> sp. 1
	<i>Nectandra</i> sp. 2
	<i>Ocotea macropoda</i> (Kunth) Mez
	<i>Ocotea oblonga</i> (Meisn.) Mez
	<i>Ocotea</i> sp.
	<i>Persea rigens</i> C.K. Allen
<i>Cinnamomum</i> sp.	
MAGNOLIACEAE	<i>Magnolia hernandezii</i> (Lozano) Govaerts
MALPIGHIACEAE	<i>Bunchosia argentea</i> (Jacq.) DC.
	<i>Bunchosia armeniaca</i> (Cav.) DC.

MELASTOMATACEAE	<i>Miconia notabilis</i> Triana <i>Miconia</i> sp.
	<i>Miconia wurdackii</i> L. Uribe
MELIACEAE	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.
	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.
MIMOSACEAE	<i>Inga</i> sp.
MONIMIACEAE	<i>Siparuna echinata</i> (Kunth) A. DC.
	<i>Siparuna</i> sp.
MORACEAE	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.
	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.
	<i>Ficus andicola</i> Standl.
	<i>Ficus mutisii</i> Dugand
	<i>Ficus</i> sp.
	<i>Poulsenia armata</i> (Miq.) Standl.
	<i>Pseudolmedia rigida</i> (Klotzsch & H. Karst.) Cuatrec.
	<i>Sorocea trophoides</i> W.C. Burger
MYRISTICACEAE	<i>Otoba lehmannii</i> (A.C. Sm.) A.H. Gentry
MYRSINACEAE	<i>Stylogyne glomeruliflora</i> Cuatrec.
NYCTAGINACEAE	<i>Guapira myrtiflora</i> (Standl.) Lundell
PAPILONACEAE	<i>Erythrina rubrinervia</i> Kunth
PIPERACEAE	<i>Piper crassinervium</i> Kunth
	<i>Piper</i> sp.
RUBIACEAE	<i>Coffea arabica</i> L.
	<i>Coussarea</i> sp.
	<i>Elaeagia myriantha</i> (Standl.) C.M. Taylor & Hammel
	<i>Elaeagia utilis</i> (Goudot) Wedd.
	<i>Faramea</i> sp.
	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth
	<i>Palicourea</i> sp.
	<i>Posoqueria coriacea</i> M. Martens & Galeotti
	<i>Psychotria trichotoma</i> M. Martens & Galeotti
	<i>Rubiaceae</i> sp.
	<i>Rudgea</i> sp.
	<i>cinchona pubescens</i> Vahl
RUTACEAE	<i>Zanthoxylum</i> sp.
SAPINDACEAE	<i>Allophylus</i> sp.
SAPOTACEAE	<i>Pouteria lucuma</i> (Ruiz & Pav.) Kuntze
SOLANACEAE	<i>Cestrum ochraceum</i> Francey
	<i>Cestrum</i> sp.
	<i>Solanum</i> sp.

SYMPLOCACEAE	<i>Symplocos quindiuensis</i> Brand
THEOPHRASTACEAE	<i>Clavija</i> sp.
ULMACEAE	<i>Ampelocera albertiae</i> Todzia
URTICACEAE	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich. ex Wedd.
VERBENACEAE	<i>aegiphila</i> sp.
VOCHYSIACEAE	<i>vochysia duquei</i> Pilg.

**Anexo 3. Tabla 2. Distribución de los individuos, familias y especies en las clases de altura en 0.1 ha del fragmento de bosque El Silencio.**

INTERVALO DE ALTURA cm.	INDIVIDUOS		FAMILIAS		ESPECIES	
	No	%	No.	%	No.	%
1,50 - 5,3	122	40,53	21	58,33	43	53,75
5,4 - 9,2	116	38,53	25	69,44	48	60
9,3 - 13,1	37	12,3	18	50	27	33,75
13,2 - 17	8	2,65	5	13,88	7	8,75
17,1 - 20,9	8	2,65	7	19,44	8	10
21 - 24,8	2	0,66	2	5,55	2	2,5
24,9 - 28,7	2	0,66	1	2,77	1	1,25
28,8 - 32,6	3	0,99	3	8,33	3	4,87
32,7 - 36,5	2	0,66	2	5,55	2	2,5
36,6 - 40,5	1	0,33	1	2,77	1	1,25

**Anexo 4. Tabla 3. Distribución horizontal de los individuos  $\geq 2.5$  cm DAP, familias, especies y área basal en 0.1 ha del fragmento de bosque El Silencio.**

CLASES DIAMETRICAS	INDIVIDUOS		FAMILIAS		ESPECIES		AREA BASAL
	No	%	No	%	No	%	
2,5-9,4	210	69,76	29	80,55	61	76,25	3,49
9,5-16,4	53	17,6	22	61,11	27	33,75	5,08
16,5-23,4	10	3,32	6	16,66	8	10	2,14
23,5-30,4	2	0,66	2	5,55	2	2,5	0,87
30,5-37,4	4	1,32	3	8,33	4	5	4,36
37,5-44,4	1	0,33	1	2,77	1	1,25	1,15
44,5-51,4	7	2,32	6	16,66	7	8,75	9,92
51,5-58,4							
58,5-65,4	4	1,32	3	8,33	3	3,75	10,08
$\geq 65,5$	10	3,32	6	16,66	7	8,75	63,78

**ANEXO 5. Tabla 4. Índice de valor de importancia (IVI) para las especies registradas con DAP  $\geq 2.5$  cm en el fragmento de bosque El Silencio . A: Abundancia; D: Densidad; DR: Densidad Relativa; F: Frecuencia; FR: Frecuencia Relativa; Do: Dominancia; DoR: Dominancia Relativa.**

Especie	A	D	DR	F	FR	Do	DoR	IVI
<i>Coussapoa villosa</i>	3	0,003	0,9966	0,2	1,1235	2,7261	21,34321	23,46331
<i>Guatteria goudotiana</i>	3	0,003	0,9966	0,3	1,6853	1,3712	10,7355	13,4174
<i>Pseudolmedia rigida</i>	20	0,02	6,6445	0,9	5,0561	0,075	0,59	12,2906
<i>Ficus</i> sp.	2	0,002	0,6644	0,1	0,5687	1,3278	10,3956	11,629
<i>Clarisia biflora</i>	25	0,025	8,3056	0,5	2,8089	0,0541	0,4241	11,539
<i>Acalypha diversifolia</i>	20	0,02	6,6445	0,8	4,4943	0,028	0,2212	11,36
<i>Ocotea</i> sp.	16	0,016	5,3156	0,7	3,9325	0,24	1,879	11,1271
<i>Sphaeropteris</i> sp.	19	0,019	6,3122	0,5	2,8089	0,1352	1,0591	10,1802
<i>Guarea Kunthiana</i>	5	0,005	1,6611	0,4	2,2471	0,749	5,8656	9,7738
<i>Poulsenia armata</i>	2	0,002	0,6644	0,2	1,1235	0,9733	7,6204	9,4083
<i>Ampelocera albertiae</i>	4	0,004	1,3289	0,2	1,1235	0,65	5,162	7,6144
<i>Sorocea trophoides</i>	11	0,011	3,6544	0,6	3,3707	0,037	0,292	7,3171
<i>Magnolia hernandezii</i>	2	0,002	0,6644	0,2	1,1235	0,659	5,173	6,9609
<i>Coussarea</i> sp.	10	0,01	3,3222	0,5	2,8089	0,089	0,704	6,8351
<i>Saurauia cautrecasana</i>	6	0,006	1,9933	0,5	2,8089	0,0907	0,7101	5,5123
<i>Chrysoclamys colombiana</i>	8	0,008	2,6578	0,4	2,2471	0,052	0,4089	5,3138
<i>Alchornea grandiflora</i>	5	0,005	1,6611	0,4	2,2471	0,1773	1,3882	5,2964
<i>Pipers</i> sp.	9	0,009	2,99	0,3	1,6853	0,0443	0,34771	5,02301
<i>Vochysia duquei</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,4736	3,7083	4,6092
<i>Cestrum</i> sp.	6	0,006	1,9933	0,4	2,2471	0,046	0,3657	4,6061
<i>Symplocos quindiuensis</i>	2	0,002	0,6644	0,2	1,1235	0,3352	2,6246	4,4125
<i>Guapira myrtiflora</i>	6	0,006	1,9933	0,4	2,2471	0,006	0,0546	4,295
<i>Otoba lehmanii</i>	5	0,005	1,6611	0,3	1,6853	0,1191	0,9329	4,2793
<i>Psychotria trichotoma</i>	7	0,007	2,3255	0,3	1,6853	0,0264	0,2069	4,2177
<i>Chrysochlamys dependns</i>	5	0,005	1,6611	0,4	2,2471	0,022	0,1763	4,0845
<i>Alchornea</i> sp.	5	0,005	1,6611	0,4	2,2471	0,0131	0,1026	4,0108
<i>Nectandra</i> sp 1	4	0,004	1,3289	0,2	1,1235	0,1673	1,31	3,7624
<i>Calophyllum brasiliense</i>	3	0,003	0,9966	0,2	1,1235	0,1985	1,5547	3,6748
<i>Stylogine glomeriflora</i>	4	0,004	1,3289	0,4	2,2471	0,006	0,0474	3,6234
<i>Macrobium colombianum</i>	2	0,002	0,6644	0,2	1,1235	0,2067	1,6188	3,4067
<i>Cecropia telealba</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,3056	2,3926	3,2935
<i>Miconia</i> sp.	4	0,004	1,3289	0,3	1,6853	0,0101	0,079	3,0932
<i>Urera baccifera</i>	4	0,004	1,3289	0,3	1,6853	0,0054	0,0424	3,0566
<i>Bunchosia argentea</i>	5	0,005	1,6611	0,2	1,1235	0,0362	0,1834	2,968
<i>Aeghipila</i> sp.	3	0,003	0,9966	0,3	1,6853	0,0274	0,2149	2,8968
<i>Brosimum alicastrum</i>	3	0,003	0,9966	0,3	1,6853	0,0081	0,063	2,7449
<i>Palicourea</i> sp.	4	0,004	1,3289	0,2	1,1235	0,0351	0,2749	2,7273
Euphorbiaceae SP.	4	0,004	1,3289	0,2	1,1235	0,019	0,1547	2,6071
<i>Miconia trinervia</i>	4	0,004	1,3289	0,2	1,1235	0,0123	0,096	2,5484
<i>Persea rigens</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,1814	1,422	2,3229



<i>Elaeagia utilis</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,179	1,401	2,3019
<i>Matisia bolivarii</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,1649	1,2914	2,1923
<i>Guatteria amplifolia</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5617	0,1626	1,2734	2,1673
<i>Elaeagra myriantha</i>	2	0,002	0,6644	0,2	1,1235	0,0368	0,2882	2,0761
<i>Piper crasinervium</i>	4	0,004	1,3289	0,1	0,5687	0,0057	0,0449	1,9425
<i>Bunchosia armeniaca</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5617	0,1296	1,0152	1,9091
<i>Billia columbiana</i>	2	0,002	0,6644	0,2	1,1235	0,015	0,12	1,9079
<i>Calatola colombiana</i>	2	0,002	0,6644	0,2	1,1235	0,003	0,0242	1,8121
<i>Clavija sp.</i>	2	0,002	0,6644	0,2	1,1235	0,0028	0,022	1,8099
<i>Ficus mutisii</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5617	0,1033	0,8093	1,7032
<i>Cedrela montana</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0509	0,3985	1,2994
<i>Ocotea oblonga</i>	2	0,002	0,6644	0,1	0,5617	0,002	0,0209	1,247
<i>Tabebuia guayacan</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5617	0,033	0,2591	1,153
<i>Zanthoxylum sp.</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0305	0,2393	1,1402
<i>Siparuna echinata</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0168	0,1317	1,0326
<i>Inga sp.</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0141	0,1109	1,0118
<i>Eritrina rubrinervia</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5617	0,0086	0,0677	0,9616
<i>Cestrum ochraceum</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0076	0,0597	0,9606
<i>Guatteria sp.</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,006	0,047	0,9479
<i>Rudgea sp.</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5617	0,005	0,045	0,9389
<i>Aniba robusta</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0036	0,0287	0,9296
<i>Faramea sp.</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0035	0,0279	0,9288
<i>Allophylus sp.</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0035	0,0274	0,9283
<i>Siparuna sp.</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5617	0,004	0,031	0,9249
<i>Cordia acuta</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0028	0,0224	0,9233
<i>Solanum sp.</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0028	0,0222	0,9231
<i>Cinnamomum sp.</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0018	0,0143	0,9152
<i>Ficus andicola</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0016	0,013	0,9139
<i>Cinchona pubescens</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0016	0,013	0,9139
<i>Hyeronima macrocarpa</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0012	0,0096	0,9105
Rubiaceae sp	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,001	0,0085	0,9094
<i>Ocotea macropoda</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,001	0,0082	0,9091
<i>Coffea arabica</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0009	0,0075	0,9084
<i>Licaria applanata</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5617	0,0016	0,013	0,9069
<i>Acalypha macrostachya</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0005	0,0044	0,9053
<i>Miconia wurdackii</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0005	0,004	0,9049
<i>Pouteria lucuma</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5687	0,0004	0,0038	0,9047
<i>Posoqueria coriacea</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5617	0,001	0,0096	0,9035
<i>Palicourea angustifolia</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5617	0,0009	0,0077	0,9016
<i>Nectandra sp 2</i>	1	0,001	0,3322	0,1	0,5617	0,0007	0,0056	0,8995
<b>TOTALES</b>	<b>301</b>	<b>0,301</b>	<b>100</b>	<b>17,8</b>	<b>100</b>	<b>12,75</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**Anexo 6. Tabla 5. Valor de Importancia para las familias (VIF), teniendo en cuenta los individuos  $\geq 2.5$  cm DAP en 0.1 ha del fragmento de bosque El Silencio.**

**IND: Individuos; Div R: Diversidad Relativa; Den: Densidad; Den R: Densidad Relativa; Dom: Dominancia; Dom R: Dominancia Relativa.**

FAMILIA	IND	Div R	Den	Den R	Dom	Dom R	VIF
MORACEAE	65	10	0,065	21,594	2,581	20,209	51,803
RUBIACEAE	31	15	0,031	10,299	0,382	2,995	28,707
CECROPIACEAE	4	2,5	0,004	1,328	3,031	23,734	27,563
LAURACEAE	28	11,25	0,028	9,302	0,06	4,7	25,252
EUPHORBIACEAE	36	7,5	0,036	11,96	0,24	1,881	21,341
ANNONACEAE	5	3,75	0,005	1,661	1,539	12,056	17,467
CLUSIACEAE	16	3,75	0,016	5,315	0,273	2,139	11,205
MELIACEAE	6	2,5	0,006	1,993	0,8	6,264	10,757
CYATHEACEAE	19	1,25	0,019	6,312	0,135	1,059	8,621
ULMACEAE	4	1,25	0,004	1,328	0,659	5,162	7,74
PIPERACEAE	13	2,5	0,013	4,318	0,05	0,392	7,21
MAGNOLIACEAE	2	1,25	0,002	0,664	0,66	5,173	7,087
MELASTOMATACEAE	9	3,75	0,009	2,99	0,022	0,179	6,919
SOLANACEAE	8	3,75	0,008	2,657	0,057	0,447	6,855
MALPHIGIACEAE	6	2,5	0,006	1,993	0,165	1,298	5,791
VOQUYSIACEAE	1	1,25	0,001	0,332	0,473	3,708	5,29
SYMPLOCACEAE	2	1,25	0,002	0,664	0,335	2,624	4,539
ACTINIDACEAE	6	1,25	0,006	1,993	0,09	0,71	3,953
MYRISTICACEAE	5	1,25	0,005	1,661	0,119	0,932	3,844
CAESALPINACEAE	2	1,25	0,002	0,664	0,206	1,618	3,533
MONIMIACEAE	2	2,5	0,002	0,664	0,163	0,163	3,327
NYGTAGINACEAE	6	1,25	0,006	1,993	0,006	0,054	3,297
BOMBACACEAE	1	1,25	0,001	0,332	0,164	1,291	2,873
URTICACEAE	4	1,25	0,004	1,328	0,005	0,042	2,621
MYRSINACEAE	4	1,25	0,004	1,328	0,006	0,047	2,626
VERBENACEAE	3	1,25	0,003	0,996	0,027	0,214	2,461
HOPOCASTANACEAE	2	1,25	0,002	0,664	0,015	0,12	2,034
ICACINACEAE	2	1,25	0,002	0,664	0,003	0,024	1,938
THEOPHRASTACEAE	2	1,25	0,002	0,664	0,002	0,022	1,936
BIGNONIACEAE	1	1,25	0,001	0,332	0,033	0,259	1,841
RUTACEAE	1	1,25	0,001	0,332	0,03	0,239	1,821
MIMOSACEAE	1	1,25	0,001	0,332	0,014	0,11	1,693
PAPILONACEAE	1	1,25	0,001	0,332	0,008	0,067	1,649
SAPINDACEAE	1	1,25	0,001	0,332	0,003	0,027	1,609
BORAGINACEAE	1	1,25	0,001	0,332	0,002	0,022	1,604
SAPOTACEAE	1	1,25	0,001	0,332	0,0004	0,003	1,586
<b>TOTALES</b>	<b>301</b>	<b>100</b>	<b>0,301</b>	<b>100</b>	<b>12,358</b>	<b>100</b>	<b>300</b>

**ANEXO 7. Tabla 6. Datos de los estimadores de riqueza para los individuos con DAP  $\geq$  2.5 cm en 0.1 ha del fragmento de bosque El Silencio.**

<b>Samples</b>	<b>Sobs</b>	<b>Individuals</b>	<b>Singletons</b>	<b>Doubletons</b>	<b>ACE</b>	<b>Chao1</b>
1	17,71	29 82	11,54	3,18	42,3	53,04
2	30,25	59 33	18,25	5,17	63,54	72,98
3	40,33	90 26	22,37	7,18	77,09	82,77
4	48,86	120 65	25,64	8,99	89,32	91,32
5	55,22	150 01	27,5	10,04	95,71	98,7
6	61,54	180 97	29,89	10,31	103,06	108,41
7	66,97	210 36	32,21	10,36	110,15	120,69
8	71,76	240 71	33,86	10,17	115,38	131,47
9	76,19	270 46	35,72	9,94	121,58	141,87
10	80	301	37	10	125,79	148,45

Anexo 8. Tabla 7 Índice de similitud de Sorensen (Cuantitativo), para 10 transectos del fragmento de bosque El Silencio.

	T1			T2			T3			T4			T5			T6			T7			T8			T9			T10		
	AN	BN	PN	AN	BN	PN	AN	BN	PN	AN	BN	PN	AN	BN	PN	AN	BN	PN	AN	BN	PN	AN	BN	PN	AN	BN	PN	AN	BN	PN
<b>T1</b>	X			36	32	16	36	19	8	36	24	8	36	37	11	36	37	6	36	26	7	36	30	8	36	29	6	36	31	9
<b>T2</b>	0,47			X			32	19	6	32	24	8	32	37	13	32	37	9	32	26	6	32	30	7	32	29	6	32	31	9
<b>T3</b>	0,29			0,23			X			19	24	10	19	37	10	19	37	4	19	26	1	19	30	2	19	29	2	19	31	3
<b>T4</b>	0,26			0,28			0,46			X			24	37	9	24	37	3	24	26	2	24	30	4	24	29	6	24	31	6
<b>T5</b>	0,3			0,37			0,35			0,29			X			37	37	9	37	26	7	37	30	6	37	29	7	37	31	7
<b>T6</b>	0,16			0,26			0,14			0,22			0,24			X			37	26	6	37	30	5	37	29	7	37	31	7
<b>T7</b>	0,22			0,2			0,04			0,08			0,22			0,19			X			26	30	8	26	29	5	26	31	10
<b>T8</b>	0,24			0,22			0,08			0,14			0,17			0,14			0,28			X			30	29	10	30	31	13
<b>T9</b>	0,18			0,19			0,08			0,22			0,21			0,21			0,18			0,33			X			29	31	16
<b>T10</b>	0,26			0,28			0,12			0,21			0,2			0,2			0,35			0,42			0,53			X		







