

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE ORQUÍDEAS TERRESTRES EN EL  
SECTOR LA ROMELIA – PARQUE NACIONAL NATURAL MUNCHIQUE, EL  
TAMBO (CAUCA)

BEATRIZ EUGENIA SALGADO NEGRET

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN

2002

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE ORQUÍDEAS TERRESTRES EN EL  
SECTOR LA ROMELIA – PARQUE NACIONAL NATURAL MUNCHIQUE, EL  
TAMBO (CAUCA)

BEATRIZ EUGENIA SALGADO NEGRET

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo.

Director  
BERNARDO RAMÍREZ PADILLA  
Biólogo

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES, EXACTAS Y DE LA EDUCACIÓN  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA  
POPAYÁN

2002

**A Tata y Alvaro José**  
*In Memoriam*

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Biólogo BERNARDO RAMÍREZ PADILLA, Director del Herbario CAUP, por sus observaciones y correcciones.

Al MUSEO DE HISTORIA NATURAL y en su nombre al profesor SANTIAGO AYERBE GONZÁLEZ por brindarme un espacio de trabajo y por su apoyo durante los últimos años.

Al Biólogo RAMON ALBERTO SERNA ISAZA por sus valiosas correcciones a este trabajo y por brindarme su conocimiento y apoyo incondicional.

A la UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DEL SISTEMA DE PARQUES NACIONALES NATURALES y al P. N. N. Munchique, especialmente a ENRIQUE MACA, HUBER PINO y JAIRO ARIAS por su compañía y apoyo en la fase de campo, y a los doctores ISAAC BEDOYA Y DANIEL CASTAÑEDA por su colaboración y apoyo durante todo el proyecto.

Al profesor SILVIO CARVAJAL por su valiosa orientación y colaboración en la parte estadística del trabajo.

Al profesor FERNANDO ORTIZ por sus valiosas observaciones y correcciones.

Al Departamento de Química de la Universidad del Cauca y en su nombre al profesor LUIS ALFONSO VARGAS por su colaboración en la realización de este trabajo.

Al GRUPO de AGROQUÍMICA de la Universidad del Cauca y en su nombre a la profesora ISABEL BRAVO por su colaboración con los análisis de suelos.

Al Grupo de Estudios Ambientales -GEA- de la Universidad del Cauca y especialmente al profesor APOLINAR FIGUEROA y CLAUDIA VALENCIA por su valiosa orientación y colaboración.

Al Grupo de Estudios en Manejo de Vida Silvestre y Conservación -GEMAVIC- por su apoyo constante en la realización de este proyecto

A los profesores LUIS GERMAN GOMEZ Y PATRICIA TORRES por su colaboración, apoyo y amistad.

Al Padre PEDRO ORTIZ VALDIVIESO e HILDA DUEÑAS por su colaboración en la determinación de parte del material botánico.

A MARIA RUTH AVENDAÑO por su orientación en la parte geográfica del proyecto.

A MONICA RAMÍREZ Y VLADIMIR SANDOVAL por su compañía durante todas las salidas, a MILTON TROYANO y JUAN PABLO LÓPEZ por su ayuda en la fase de campo del proyecto y especialmente a SANDRA DÍAZ y CAROLINA ALCÁZAR por su apoyo, consejos y amistad durante la carrera.

A todos los que me acompañaron en las salidas de campo y que de alguna manera aportaron a esta investigación.

A Chucho por su paciencia, colaboración y apoyo durante los últimos años.

A mis padres por su apoyo incondicional.

## CONTENIDO

	Paginas
0. INTRODUCCIÓN	1
1. OBJETIVOS	3
1.1. OBJETIVO GENERAL	3
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. ECOLOGÍA DEL PAISAJE	4
2.2. ORCHIDACEAE	5
2.3. MICORRIZAS	6
2.4. SELVAS DE NIEBLA	7
3. ANTECEDENTES	9
3.1. GENERALIDADES	9
3.2. EPÍFITAS	10
3.3. MICORRIZAS	11
3.4. POLINIZACIÓN	12
4. AREA DE ESTUDIO	14
4.1. UBICACIÓN	14
4.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS	14
4.3. GEOLOGÍA Y TOPOGRAFÍA	18
4.4. ZONAS DE VIDA Y VEGETACIÓN	18

5.	METODOLOGÍA	19
5.1.	DETERMINACIÓN DE UNIDADES DE VEGETACIÓN	19
5.1.1.	Muestreos de vegetación	20
5.1.2.	Identificación de sustratos	21
5.1.3.	Análisis físico – químicos del suelo	21
5.2.	ORCHIDACEAE	21
5.2.1.	Composición y estructura	21
5.2.2.	Biomasa	23
5.3.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	23
5.3.1.	Árboles	23
5.3.2.	Taludes	24
5.3.3.	Orchidaceae	24
5.3.3.1.	Área mínima	24
5.3.3.2.	Estructura	24
5.3.3.3.	Evaluación y comparación de la diversidad	25
5.3.3.3.1.	Índice de diversidad de Shannon ( $H'$ )	25
5.3.3.3.2.	Índice de diversidad de Simpson ( $D'$ )	25
5.3.3.3.3.	Índice de similitud de Jaccard	26
6.	RESULTADOS	27
6.1.	UNIDADES DE VEGETACIÓN	27
6.1.1.	BOSQUE EN REGENERACIÓN AVANZADA FLANCO OCCIDENTAL	27
6.1.1.1.	Estructura y composición de la vegetación	28
6.1.1.2.	Características edáficas	30
6.1.2.	BOSQUE EN REGENERACIÓN AVANZADA FLANCO ORIENTAL	34
6.1.2.1.	Estructura y composición de la vegetación	34



6.1.2.2.	Características edáficas	37
6.1.3.	TALUD FLANCO OCCIDENTAL	40
6.1.3.1.	Composición y estructura de la vegetación	40
6.1.3.2.	Características edáficas	41
6.1.4.	TALUD FLANCO ORIENTAL	44
6.1.4.1.	Estructura y composición de la vegetación	44
6.1.4.2.	Características edáficas	44
6.2.	ORCHIDACEAE	47
6.2.1.	Área mínima	47
6.2.2.	Composición	50
6.2.3.	Diversidad y similitud	56
6.2.3.1.	Diversidad	56
6.2.3.2.	Similitud	57
6.2.4.	Estructura	58
6.2.4.1.	Altura total	58
6.2.4.2.	Cobertura	60
6.2.4.3.	Índice de valor de importancia (AVI)	62
6.2.4.4.	Biomasa	63
6.3.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS	64
6.3.1.	Unidades de vegetación	64
6.3.1.1.	Sustrato	64
6.3.1.2.	Componentes principales	69
6.3.1.3.	Índice de correlación lineal	72
6.3.1.4.	Distribución	79
6.3.2.	ESPECIES AGREGADAS	80

6.3.2.1.	Tipo de vegetación y orientación	80
6.3.2.2.	Sustrato	81
6.3.2.3.	Chi cuadrado	82
6.3.2.3.1.	Altitud	82
6.3.2.3.2.	Cobertura	83
7.	DISCUSIÓN	85
8.	CONCLUSIONES	100
	RECOMENDACIONES	103
	BIBLIOGRAFÍA	105

## LISTA DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Mapa área de estudio	15
Figura 2. Perfil orográfico desde la costa del Pacífico hasta la cordillera Central.	17
Figura 3. Determinación unidades de vegetación.	19
Figura 4. Método de cuadrantes centrados en punto.	20
Figura 5. Familias con mayor número de especies para un bosque en regeneración avanzada en el flanco occidental.	28
Figura 6. Intervalos de altura total para un bosque en regeneración avanzada flanco occidental.	29
Figura 7. Familias con mayor número de especies para un bosque en regeneración avanzada en el flanco oriental.	34
Figura 8. Intervalos de altura total para un bosque en regeneración avanzada flanco oriental.	35
Figura 9. Área mínima para las orquídeas terrestres en los taludes del Sector La Romelia, P.N.N. Munchique.	48
Figura 9. Área mínima para las orquídeas terrestres en los taludes del sector La Romelia, P.N.N. Munchique (continuación).	49
Figura 10. Géneros de orquídeas terrestres con mayor número de especies en el sector La Romelia.	50

Figura 11. Orquídeas terrestres. a. <i>Elleanthus aurantiacus</i> (Ldl.) Rchb. f. b. <i>Odontoglossum ramosissimum</i> Ldl. c. <i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth.	51
Figura 12. Número de especies para cada género en los taludes.	52
Figura 13. Distribución relativa de individuos, especies exclusivas, cobertura y biomasa en las unidades de vegetación.	53
Figura 14. Orquídeas terrestres. a. <i>Brachtia andina</i> Rchb. f. b. <i>Liparis cf colombiana</i> .	54
Figura 15. Número de especies para cada género en los bosques en regeneración avanzada.	55
Figura 16. Orquídeas terrestres. a. <i>Prescottia cordifolia</i> Rchb. f.. b. <i>Aspidogyne boliviensis</i> (Cogn.) Garay.	56
Figura 17. Análisis de agrupamiento basado en el número de especies de orquídeas terrestres para las unidades de vegetación evaluadas en el P.N.N. Munchique.	58
Figura 18. Diagrama de cajas y bigotes para la variable altura total de las orquídeas terrestres en la unidades de vegetación evaluadas.	60
Figura 19. Diagrama de cajas y bigotes para la variable cobertura de las orquídeas terrestres en la unidades de vegetación evaluadas.	62
Figura 20. Perfiles de suelo para las unidades de vegetación evaluadas.	67
Figura 20. Perfiles de suelo para las unidades de vegetación evaluadas (continuación)	68
Figura 21. Distribución altitudinal del número de especies de orquídeas terrestres en las unidades de vegetación evaluadas.	75
Figura 22. Distribución altitudinal del número de individuos de orquídeas terrestres en las unidades de vegetación evaluadas.	76

Figura 23. Distribución del número de especies de orquídeas terrestres según el rango de cobertura en las de vegetación evaluadas.	77
Figura 24. Distribución del número de individuos de orquídeas terrestres según el rango de cobertura en las de vegetación evaluadas.	78
Figura 25. Distribución de 10 especies de orquídeas terrestres con distribución agregada según la altitud.	83
Figura 26. Distribución de 10 especies de orquídeas terrestres con distribución agregada según el porcentaje de cobertura.	84

## LISTA DE TABLAS

	Páginas
Tabla 1. Descripción de los perfiles de suelo del bosque en regeneración avanzada flanco occidental, sector La Romelia.	31
Tabla 2. Análisis químicos de suelos en el bosque en regeneración avanzada flanco occidental.	33
Tabla 3. Análisis físicos de suelos en el bosque en regeneración avanzada flanco occidental.	33
Tabla 4. Descripción de los perfiles de suelo del bosque en regeneración avanzada flanco oriental, sector La Romelia.	37
Tabla 5. Análisis químicos de suelos en el bosque en regeneración avanzada flanco oriental.	39
Tabla 6. Análisis físicos de suelos en el bosque en regeneración avanzada flanco oriental.	39
Tabla 7. Descripción de los perfiles de suelo del talud flanco occidental, sector La Romelia.	41
Tabla 8. Análisis químicos de suelos en el talud flanco occidental.	43
Tabla 9. Análisis físicos de suelos en el talud flanco occidental.	43
Tabla 10. Descripción de los perfiles de suelo del talud flanco oriental, sector La Romelia.	45
Tabla 11. Análisis químicos de suelos en el talud flanco oriental.	46
Tabla 12. Análisis físicos de suelos en el talud flanco oriental.	46

Tabla 13. Índices de diversidad para las orquídeas terrestres en las unidades de vegetación evaluadas.	57
Tabla 14. Matriz de similitud entre las unidades de vegetación evaluadas.	57
Tabla 15. Estadística descriptiva para la variable altura total de las orquídeas terrestres en las unidades de vegetación evaluadas.	59
Tabla 16. Estadística descriptiva para la variable cobertura de las orquídeas terrestres en las unidades de vegetación evaluadas.	61
Tabla 17. Número de individuos de orquídeas terrestres según el sustrato y orientación en las unidades de vegetación evaluadas.	65
Tabla 18. Análisis de componentes principales para los análisis físico – químicos de suelos en el bosque en regeneración avanzada flanco occidental.	70
Tabla 19. Análisis de componentes principales para los análisis físico – químicos de suelos en el bosque en regeneración avanzada flanco oriental.	70
Tabla 20. Análisis de componentes principales para los análisis físico – químicos de suelos en el talud flanco occidental.	71
Tabla 21. Análisis de componentes principales para los análisis físico – químicos de suelos en el talud flanco oriental.	72
Tabla 22. Coeficiente de correlación de Spearman y su probabilidad para las variables altura total y cobertura contra diversidad y abundancia en cada unidad de vegetación evaluada.	73
Tabla 23. Distribución de 10 especies de orquídeas terrestres con distribución agregada según el tipo de vegetación y orientación de las parcelas.	81

## LISTA DE ANEXOS

	Páginas
ANEXO A. Índice de valor de importancia para las especies arbóreas del bosque en regeneración avanzada flanco occidental.	116
ANEXO B. Área basal y cobertura para las especies arbóreas del bosque en regeneración avanzada flanco occidental.	119
ANEXO C. Índice de valor de importancia para las especies arbóreas del bosque en regeneración avanzada flanco oriental.	122
ANEXO D. Área basal y cobertura para las especies arbóreas del bosque en regeneración avanzada flanco oriental.	124
ANEXO E. Lista de las especies de orquídeas terrestres encontradas en el sector La Romelia, P.N.N. Munchique.	126
ANEXO F. Número de individuos por especie para las unidades de vegetación evaluadas.	128
ANEXO G. Número de individuos, Densidad, Frecuencia y Coberturas relativas para las unidades de vegetación evaluadas.	130
ANEXO H. Distribución de las orquídeas terrestres en los taludes.	134
ANEXO I. Distribución de las orquídeas terrestres en los bosques en regeneración avanzada.	136
ANEXO J. Prueba de Chi <sup>2</sup> para la variable altitud en especies con distribución agregada.	137



ANEXO K.	Prueba de Chi <sup>2</sup> para la variable cobertura en especies con distribución agregada.	138
ANEXO L.	Prueba de Chi <sup>2</sup> para la variable orientación en especies con distribución agregada.	139
ANEXO M.	Prueba de Chi <sup>2</sup> para la variable tipo de vegetación en especies con distribución agregada.	140

## RESUMEN

En el Parque Nacional Natural Munchique, localizado en el flanco occidental de la cordillera Occidental en el municipio de El Tambo (Cauca), entre 2.300 m y 3.000 m de altitud, se identificaron y caracterizaron las unidades de vegetación (Bosque en regeneración avanzada y talud en los flancos occidental y oriental) y su relación con las orquídeas terrestres.

Se encontraron 697 individuos pertenecientes a 65 especies y 23 géneros. Los géneros más diversos fueron *Pleurothallis*, *Maxillaria*, *Elleanthus* y *Epidendrum*. Se encontraron representantes de todas las subfamilias registradas para América, exceptuando Cyripedioideae. Los taludes fueron las unidades de vegetación más diversas y presentaron la mayor similitud, seguidas por el talud y el bosque en regeneración avanzada del flanco occidental.

Se evaluaron las variables: orientación, altitud, cobertura, sustrato y tipo de vegetación en cada unidad de vegetación y su relación con la diversidad y distribución de las orquídeas terrestres. A nivel general se observó que la niebla es uno de los factores que determina la distribución de estas especies y no se encontró relación lineal entre la cobertura y la altitud con la diversidad o la abundancia de especies. No se logró determinar la relación entre las variables edáficas y la diversidad de especies por la falta

de datos. La mayoría de las especies presentaron patrón de distribución aleatorio y solo 10 especies estuvieron agregadas en los taludes.

## 0. INTRODUCCIÓN

Existen algunas investigaciones que comprueban que la alta diversidad de los bosques tropicales se debe al incremento en la concentración de hierbas en el sotobosque y epífitas (Gentry & Dodson, 1987; Albert de Escobar, 1989; Galeano et al., 1998), y que además muestran su importancia en la estructura, composición y riqueza de los bosques tropicales (Smith, 1970, Whitmore et al., 1985, Poulsen y Balslev, 1991, Duivenvoorden, 1994 citados en Galeano et al, 1998; Gentry & Dodson, 1987; Svenning, 1999). Desafortunadamente, son muy pocos los estudios ecológicos que tienen en cuenta otras formas de vida no leñosas y peor aún que trabajan la ecología o dinámica de plantas herbáceas.

Dentro del hábito herbáceo se destaca la familia Orchidaceae, que ha sido catalogada según los criterios de la UICN, como una de las familias de plantas superiores más vulnerables ocupando el 25% del total de las especies superiores amenazadas o en riesgo de extinción para Colombia. La mayoría de estas especies se encuentran en la región Andina, que ha sido la más transformada por procesos de deterioro como tala de bosques, transformación de hábitats naturales y sobrecolecta de especies comerciales y ornamentales (Samper, 2000).

Esta es una de las familias más grandes y mejor distribuidas a nivel mundial, comprendiendo quizá 2.500 a 3.000 especies para Colombia (Escobar, 1994). Su importancia va más allá del valor ornamental, poseen estrechas relaciones con los polinizadores y hongos de los cuales depende su supervivencia, tienen un importante papel ecológico como fijadoras de carbono en condiciones de luz y/o temperatura donde otras plantas no pueden sobrevivir, y tienen la facilidad de captar y concentrar las entradas atmosféricas de diversos nutrientes minerales en ecosistemas muy pobres en estos elementos (Sanford, 1976 citado en Romero, 1987). Además, las relaciones simbióticas unidas a los extensos sistemas radicales las convierten en un recurso natural importante para la conservación y colonización de taludes y hábitats degradados (Díaz-Hernández, 1999).

La mayoría de las especies, el 60%, se localizan en los bosques nublados (Williams-L et al., 1995), posiblemente por que estos ecosistemas ofrecen óptimas condiciones de humedad y temperatura que favorecen el establecimiento de grandes poblaciones de orquídeas.

Al igual que todos los organismos vivos, la existencia y distribución de las orquídeas dependen de un conjunto de condiciones. Su establecimiento y distribución en la naturaleza no solo están afectadas por las variables ambientales; la disponibilidad de recursos, la competencia y la perturbación también juegan un papel fundamental en dicha distribución (Babour et al., 1987), por lo que el conocer las condiciones que intervienen en el desarrollo y distribución, ayuda a entender su ecología para contribuir en la creación de estrategias para su repoblación y conservación.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. GENERAL**

Establecer la diversidad y distribución de las orquídeas terrestres en el sector La Romelia - Parque Nacional Natural Munchique – El Tambo (Cauca).

### **1.2. ESPECIFICOS**

- Identificar las unidades de vegetación existentes en el Sector La Romelia, P.N.N. Munchique.
- Determinar las características ambientales de importancia para las orquídeas terrestres en las cuatro unidades de vegetación estudiadas.
- Establecer la diversidad de orquídeas terrestres entre las unidades de vegetación estudiadas.
- Estudiar los patrones de distribución espacial de las orquídeas terrestres en las unidades de vegetación estudiadas.

## **2. MARCO TEORICO**

### **2.1. ECOLOGÍA DEL PAISAJE**

El paisaje es una porción de la superficie terrestre con patrones de homogeneidad, consistente en un complejo de sistemas conformados por la actividad de las rocas, el agua, el aire, las plantas, los animales y el hombre, que por su fisonomía es una entidad reconocible y diferenciable de otras vecinas (Adaptado de Zonneveld, 1979 citado en Etter, 1990).

El primero en utilizar el término de “paisaje” fue von Humboldt, definiéndolo como el carácter integro de un trecho de la tierra (Etter, 1991), pero fue el geógrafo alemán Karl Troll quien destacó la importancia de los estudios de los ecosistemas para el mejor entendimiento de la estructura y funcionamiento del paisaje (Etter, 1990; Ortiz, 2000).

El concepto de paisaje siguió desarrollándose y generando poco a poco un cuerpo teórico más coherente gracias a los aporte de Hills (1960, 1976), Neef (1967), Schmithusen (1063), Leser (1978), Zonneveld (1979), Naveh y Liberman (1984) (Etter, 1990).

La Ecología del Paisaje ha sido desarrollada en varios países, destacándose el Sistema de Reconocimiento del Terreno del CSIRO, el Sistema de Clasificación Biofísica del Paisaje del Canadá y la Ecología del Paisaje en los países europeos. En Colombia, se

destaca el IGAC a través del Centro de Investigación y Desarrollo en la Información Geográfica (CIAF) (Karin – Serrato, 2000) .

Esta escuela se fundamenta en los principios formulados por la Teoría General de Sistemas, que establece que el todo es más que la suma de las partes, es decir, que los paisajes deben concebirse y estudiarse de forma integral y no a partir de la sumatoria de elementos o factores constitutivos (Etter, 1991). Según González – Bernáldez (1981, citado en Etter, 1990) el paisaje está compuesto por dos grupos de patrones: El fenosistémico que agrupa todos los patrones visibles del paisaje, los cuales están compuestos por aspectos fisonómicos y estructurales externos; y el criptosistémico, que corresponde a las características y procesos del paisaje que no son visibles. La identificación, ubicación, delimitación y caracterización de los diferentes paisajes o ecosistemas se realiza a través del análisis del fenosistema, pues es la expresión sintética de los procesos ecosistémicos del paisaje (Etter, 1994).

## **2.2. ORCHIDACEAE**

Las orquídeas pertenecen a la división Magnoliophyta o plantas con flor, clase Liliopsida (monocotiledóneas) y familia Orchidaceae. Se han propuesto varios sistemas de clasificación pero el más aceptado en la actualidad es el Dressler (1993), que divide la familia en 5 subfamilias: Apostasioideae (exclusiva de Asia y Australasia Tropical), Cypripedioideae, Spiranthoideae, Orchidoideae y Epidendroideae.



Son plantas principalmente herbáceas. La raíz presenta un tejido denominado velamen compuesto por células muertas que se saturan de agua y en tiempo seco actúan como aislante contra el calor y la pérdida de agua (Benzing, 1973; Richards, 1957, Pittendrigh, 1948 citados en Uribe, 1985). Las hojas, al igual que en todas las monocotiledóneas pueden ser angostas con venas paralelas; y una característica interesante de los grupos más avanzados de esta familia es la presencia de células de sílice (excepto en la subfamilia Orchidoideae de hojas suaves) que envuelven los paquetes vasculares y de fibras en filas longitudinales, siendo esto un posible refuerzo estructural (Moller & Rasmussen, 1984 citado en Dressler, 1993).

Las flores muestran simetría bilateral, tienen ovario inferior y se habla de resupinación cuando el labelo se encuentra en la parte inferior de la flor, este giro está orientado con la gravedad y ocurre a pesar de la posición de la planta o raquis. Las partes florales se dan en múltiplos de tres, hay tres sépalos y tres pétalos, el tercero, usualmente más complejo llamado labelo. Presentan nectarios, elaioforos y osmoforos (glándulas de olor). En esta familia el estilo y los filamentos estaminales están unidos y esta estructura se conoce como columna o ginostemo, que en ocasiones forma una extensión ventral que la une al labelo conocida como pie de la columna. El polen está agregado en los polínios y la recompensa para los polinizadores es el néctar. Los frutos producen millones de semillas que varían entre 0.15 mm a 6 mm de longitud (Dressler, 1993).

### **2.3. MICORRIZAS**

Las micorrizas son relaciones simbióticas entre los hongos y las raíces de las plantas superiores (Vilée *et al.*, 1992) y existen en más del 90% de las familias.

El embrión de las semillas de las orquídeas está inhabilitado para germinar debido a las limitadas reservas alimenticias contenidas en el endospermo (este es muy rudimentario, e incluso puede estar ausente en la mayoría de las especies), lo que las obliga a tener simbiosis con hongos, principalmente del género *Rhizoctonia* (Ospina & Dressler, 1979).

La asociación con determinados hongos representa para las orquídeas la posibilidad de germinación de sus semillas, la nutrición de las plantas adultas y la estimulación de la floración mediante la secreción de metabolitos. Las endomicorrizas aumentan la superficie de absorción de las raíces, algunas proveen fuentes de nitrógeno y otras suministran a la planta sustancias orgánicas, principalmente vitaminas (Díaz-Hernández, 1999). La planta asociada provee al huésped de compuestos carbonados, y en retorno, el organismo vegetal se beneficia a partir de una mayor toma de P, N y agua, además estas asociaciones promueven el crecimiento vegetal como resultado del mejoramiento nutricional de la planta, aumentando la absorción de Zn, Cu, Ca y S, entre otros (Gómez, 1997 citado por Díaz-Hernández, 1999).

#### **2.4. SELVAS DE NIEBLA**

Los bosques de niebla montanos son característicos de los ecosistemas tropicales donde masas de aire de alta humedad alcanzan el punto de saturación y forman un tipo de niebla conocida como niebla orográfica. Estas condiciones generan influencias

ambientales que de acuerdo a Huber (1986), ejercitan un efecto ecológico dominante sobre el bosque, particularmente en sus características fisonómicas, estructurales, florísticas y funcionales (Monedero, 1998). Vareschi (1953, 1968, 1986) postula que este fenómeno hace que los bosques nublados montanos sean los ecosistemas más diversos ecológicamente en el mundo (Monedero, 1998).

En el departamento del Cauca, flanco occidental de la cordillera occidental se localizan las selvas de niebla del P.N.N. Munchique y C.E.A.P. Tambito, donde se han encontrado selvas mixtas que cuentan con varios elementos florísticos representativos y dominantes, como el predominio de las familias arbóreas Lauraceae y Rubiaceae (Alcázar, 2001).

### 3. ANTECEDENTES

#### 3.1. GENERALIDADES

Colombia es uno de los países con mayor diversidad de orquídeas, se calcula que pueden existir cerca de 2500 a 3000 especies (Escobar, 1994). La mayor parte de información sobre esta familia se encuentra distribuida en los herbarios del mundo, pero se destacan algunos trabajos realizados por extranjeros como Leslie A. Garay quien publicó estudios en varias revistas, especialmente en “Orquideología” y Carlyle Luer con la subtribu Pleurothallidinae, ampliamente representada en Colombia (Ortiz, 1995). Entre los libros sobre orquídeas de Colombia cabe destacar los volúmenes publicados por la Sociedad Colombiana de Orquideología bajo el nombre de “Orquídeas Nativas de Colombia” donde se muestran los principales géneros y se ilustran las especies más representativas (Ortiz, 1995) y los publicados por el Padre Pedro Ortiz Valdivieso llamados “Orquídeas de Colombia” (1995) en el que referencia 233 géneros y “Las Orquídeas del género *Masdevallia* en Colombia” registrando 151 especies hasta ese momento (2000).

Para el departamento del Cauca están los estudios realizados por el botánico Álvaro Fernández Pérez, especialmente en el Parque Nacional Natural Munchique, los cuales fueron publicados en la revista Novedades Colombianas del Museo de Historia Natural de la Universidad del Cauca (1991, 1994). Aquí el autor registro 47 géneros y 125

especies de las cuales 14 especies fueron nuevos registros y el género *Baskervilla* es citado por primera vez para Colombia, lo que contribuye a sustentar la importancia del parque por su alta diversidad (Fernández-Pérez, 1994).

Por otro lado, la mayoría de los estudios realizados con orquídeas hacen referencia a plantas con hábito epifítico, muy pocos investigadores trabajan con hierbas y mucho menos con orquídeas terrestres. Se destaca el trabajo realizado en el Amargal por Galeano *et al.* (1998), donde para muestreos de 0.1 ha Orchidaceae fue la quinta familia más rica y *Maxillaria* el décimo género más diverso (hábito epifítico)

### **3.2. EPÍFITAS**

Entre los trabajos realizados con epífitas se destacan algunas investigaciones realizadas por Benzing (1984, 1987, 1995) referentes a las adaptaciones de las orquídeas y bromelias a este hábito.

En la mayoría de inventarios florísticos y trabajos con epífitas en los bosques húmedos, Orchidaceae ocupa el primer lugar en cuanto a diversidad de especies (Nieder *et al.*, 1999; Alzate & Cardona, 2000). Albert de Escobar encontró a Orchidaceae como la familia más diversa y cerca del 36 % de las especies fueron de hábito terrestre (1989). En Ecuador, esta familia presentó el mayor IVF, diversidad y el segundo puesto en cobertura después de Bromeliaceae (Bogh, 1992). Serna – Isaza (1994) encontró en Cundinamarca que Orchidaceae presentó el mayor número de individuos y Linares (1999) que era la familia más diversa después de Polypodiaceae.

Por ser una familia muy grande, está representada en la mayoría de hábitats y ha sido registrada en bosques y potreros aislados (Williams-Linera et al., 1995; Linares, 1999), lo que evidencia su rápida colonización y muestra que incluso los árboles aislados pueden contribuir a conservar la diversidad biológica de una región (Williams-Linera et al., 1995).

Con respecto a la distribución, se ha documentado la preferencia de las orquídeas por depósitos de humus (Bogh, 1992), por sustratos más hidrofílicos como los briófitos (Alzate & Cardona, 2000); y por lugares frecuentemente nublados (Cleef et al., 1984). Además es una familia abundante hacia el dosel y el fuste superior de los árboles (Serna – Isaza, 1994; Suin, 1999). Algunos autores han afirmado que la diversidad epifítica se debe a: el agua, la estructura del forofito, barreras para el flujo genético y a la geodiversidad. La disponibilidad del agua y la riqueza estructural del forofito incrementan la diversidad alfa, mientras que las barreras del flujo genético incrementan la diversidad beta por favorecer la evolución de subpoblaciones dentro de diferentes especies (Nieder et al., 1999).

### **3.3. MICORRIZAS**

Se ha documentado que la disponibilidad de micorrizas es uno de los limitantes para el establecimiento de las poblaciones de orquídeas (Bayman et al., 1997), pero son pocas las investigaciones realizadas que muestran evidencias concretas al respecto.

En los trabajos realizados, se ha encontrado que *Rhizoctonia* y *Xylaria* son los géneros más frecuentes (Bayman et al., 1997; Díaz-Hernández, 1999). También se concluyó que los porcentajes de colonización endomicorrízica están relacionados con los contenidos de materia orgánica, la vegetación acompañante y aparentemente con bajos contenidos de P disponible en el suelo (Díaz-Hernández, 1999).

### 3.4. POLINIZACIÓN

Se conocen algunos estudios sobre la biología de la polinización de la familia Orchidaceae (Dodson & Frymire, 1961; Dodson, 1974; Williams, 1982; Ackerman, 1986; Mora & Valerio, 1988; Seres & Ramírez, 1995; Johnson & Nilsson, 1999), pero se destacan los realizados por Singer & Sazima con orquídeas terrestres en el sur oriente de Brasil. En estas investigaciones todas las especies estudiadas fueron auto compatibles pero polinizador dependientes en la producción de los frutos. La mayoría de las especies fueron polinizadas por insectos de los ordenes Diptera, Hymenoptera y Lepidoptera.

Singer y Sazima (1999) estudiaron los mecanismos de polinización del “grupo *Pelexia*” (Orchidaceae:Spiranthinae). La especie *Cyclopogon congestus* fue polinizada por la abeja *Pseudoaugochloropsis graminea* (Halictidae), *Pelexia oestrifera* por *Bombus* (*Fervidobombus*) *atratus* (Apidae) y *Sarcoglottis fasciculata* por machos y hembras de *Euglossa cordata* (Apidae:Euglossini). Estas especies ofrecen néctar como recompensa.

Singer (2001) estudió la biología de la polinización del género *Habenaria*. Los polinizadores registrados fueron hembras de Tipúlidos (Diptera:Tipulidae) y polillas (Lepidoptera:Pyralidae). *Prescottia plantaginea* Lindl. y *Prescottia stachyodes* (Swartz) Lindl. También fueron polinizadas por polillas (Lepidoptera:Pyralidae) mientras que *Prescottia densiflora* Lindl. por abejas (Hymenoptera:Halictidae) (Singer y Sazima, 2001a). Los mecanismos de polinización para estos dos géneros es el mismo y ambos ofrecen el néctar como recompensa.

También se estudió la morfología floral y polinización de tres especies de la subtribu Goodyerinae: *Aspidogyne argentea*, *A. longicornus* y *Erythrodes arietina*. Las dos especies del género *Aspidogyne* tienen el viscidio dorsalmente adhesivo lo que evita la polinización de otras especies a parte de las abejas, *A. argentea* es visitada por abejas halictidas y por mariposas de la familia Hesperiiidae y *A. longicornus* es polinizada por abejas euglosinas femeninas y visitada por el colibrí *Phaethornis rubis* y por la abeja euglosina *Eulaema seabrai* (femenina) y *Eulaema singulata* (masculina). *E. arietina* tiene el viscidio adhesivo ventralmente y es polinizada por abejas de los géneros *Paratetrapedia* y *Osiris* (Singer & Sazima, 2001b).

Singer (2002) estudió la polinización por polillas en la especie *Sauroglossum elatum* Lindl. Esta especie es protandra, y polinizada por polillas de la familia Noctuidae. Se asume que la característica de la protandria en Spiranthinae y en subtribus estrechamente relacionadas como Goodyerinae y Prescottinae podría tener implicaciones ecológicas y filogenéticas.



## **4. AREA DE ESTUDIO**

### **4.1. UBICACIÓN**

El área de Munchique, con una extensión de 3000 ha, fue declarada en 1972 como santuario de *Pharomachrus* cuyo nombre se debe a la abundante presencia de este Quetzal. Posteriormente en mayo de 1977 el INDERENA elevó este santuario a la categoría de Parque, con el nombre de Parque Nacional Natural Munchique con un área de 44000 ha (Acevedo, 1994).

El parque está ubicado sobre la cordillera Occidental en jurisdicción del municipio de El Tambo (Cauca), entre los 2°28' y 2°50' de latitud norte y 76°50' y 77°10' de longitud oeste y presenta un alto rango altitudinal que va desde los 500 m. en la zona litoránea del Pacífico hasta los 3.107 m. en el cerro Santana. La zona de estudio comprende el sector la Romelia y los cerros de Chaguayaco y Santana, en un rango altitudinal que oscila entre los 2.300 m hasta los 3.000 m (Figura 1), comprendiendo ambos flancos de la cordillera Occidental.

### **4.2. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS**

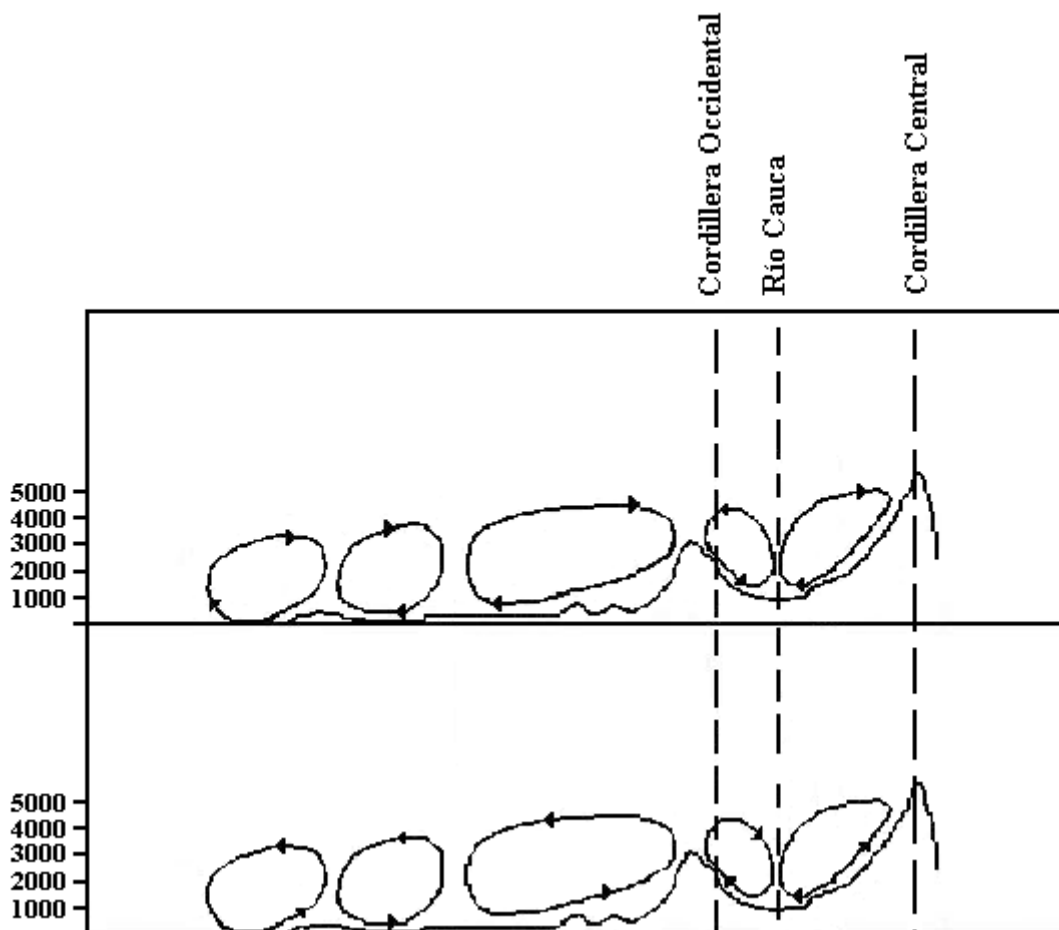


Las estaciones pluviométricas de La Romelia y el Veinte de Julio indican una precipitación media anual de 5258 mm. y un régimen bimodal con los valores más bajos entre julio y agosto y máximos de octubre a diciembre. Entre los meses de febrero y marzo se presenta una disminución de la pluviosidad conocida como veranillo (Acevedo, 1994). Este régimen bimodal se debe al desplazamiento de la zona de convergencia intertropical (ZITC), zona de la atmósfera en la que confluyen dos masas de aire con baja presión relativa situada aproximadamente paralela al Ecuador y está ubicada entre dos masas de aire que confluyen en ella, su desplazamiento origina, en la mayor parte de Colombia, un doble máximo y un doble mínimo de precipitaciones en el año (Eslava, 1993).

En general hay muchos factores que determinan el comportamiento climático, pero son las masas de aire y la topografía quienes imponen el paisaje climático en nuestro país (Mejía, 1982). El área de estudio comprende ambos flancos de la cordillera Occidental, por lo que el comportamiento climatológico en esta zona está influenciado por los vientos y el sistema de circulación valle montaña para el flanco oriental y fenómenos de estancamiento para el occidental.

La alta humedad del flanco occidental de la cordillera se debe a su posición a barlovento de la Masa Ecuatorial del Pacífico (MEP). La llanura Pacífica por su extensión ofrece una amplia superficie de evaporación formándose sobre ella corrientes de convección que al ser impulsadas hacia la cordillera provocan las abundantes precipitaciones (Díaz & Mendoza, 1989) y niebla constante típicas del flanco occidental de la cordillera (Figura 2).

Para el flanco oriental la condensación de la humedad de masas aéreas se realiza de acuerdo con el proceso de enfriamiento por ascenso de las mismas en el sistema de circulación valle-montaña. En la figura 2 se ilustra este comportamiento, durante el día el valle del río Cauca se calienta generando una masa de aire caliente que asciende ganando humedad y perdiendo temperatura hasta que la masa de aire alcanza el punto de condensación o punto de rocío, este rocío queda suspendido y a medida que disminuye la temperatura estas partículas se unen generando lluvias en el valle. En la noche ocurre lo contrario, las nubes descienden por las laderas debido a la disminución de la temperatura (Mejía, 1982).



Fuente: Trojer Hans, 1954. citado en: Mejía, 1982.

Figura 2. Perfil orográfico desde la costa del Pacífico hasta la cordillera Central por las latitudes de 5° a 4°.

### **4.3. GEOLOGÍA Y TOPOGRAFÍA**

Geológicamente el parque está constituido principalmente por rocas metamórficas de edad Cretácica del llamado grupo Dagua. En conjunto son rocas de origen pelágico con elementos biogénicos terrígenos y volcánicos que posiblemente se metamorfizaron hacia fines del Cretácico y comienzos del Terciario (INDERENA, 1986 citado en Acevedo, 1994).

La región presenta relieves desde ondulados hasta fuertemente quebrados, que corresponden a las laderas occidentales de la cordillera, disectadas por tributarios del río San Juan de Micay, siendo su riqueza hídrica una característica sobresaliente del parque (Acevedo, 1994).

### **4.4. ZONAS DE VIDA Y VEGETACIÓN**

Según la clasificación propuesta por Cuatrecasas (1989) en el parque se presentan selva neotropical inferior, selva subandina y selva andina. La neotropical inferior presenta árboles que alcanzan alturas de 40 m donde sobresalen las palmas, lianas y las epífitas. La selva subandina tiene un bosque relativamente alto con abundancia de briofitos y familias como Lauraceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Orchidaceae, Araceae y Bromeliaceae. La selva andina se caracteriza por la presencia constante de niebla, y son típicas las epífitas de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae, Ericaceae, Gesneriaceae y arboles y arbustos de las familias Rubiaceae, Melastomataceae, Euphorbiaceae, Clusiaceae, entre otras (Acevedo, 1994).

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1. DETERMINACIÓN DE UNIDADES DE VEGETACIÓN

Las unidades de paisaje no fueron determinadas por la falta de información secundaria sobre los atributos físicos de la zona (litología, relieve, entre otras), por lo que se trabajó con las unidades de vegetación, aunque se evaluaron otras variables como el sustrato, la cobertura y los suelos (Figura 3).

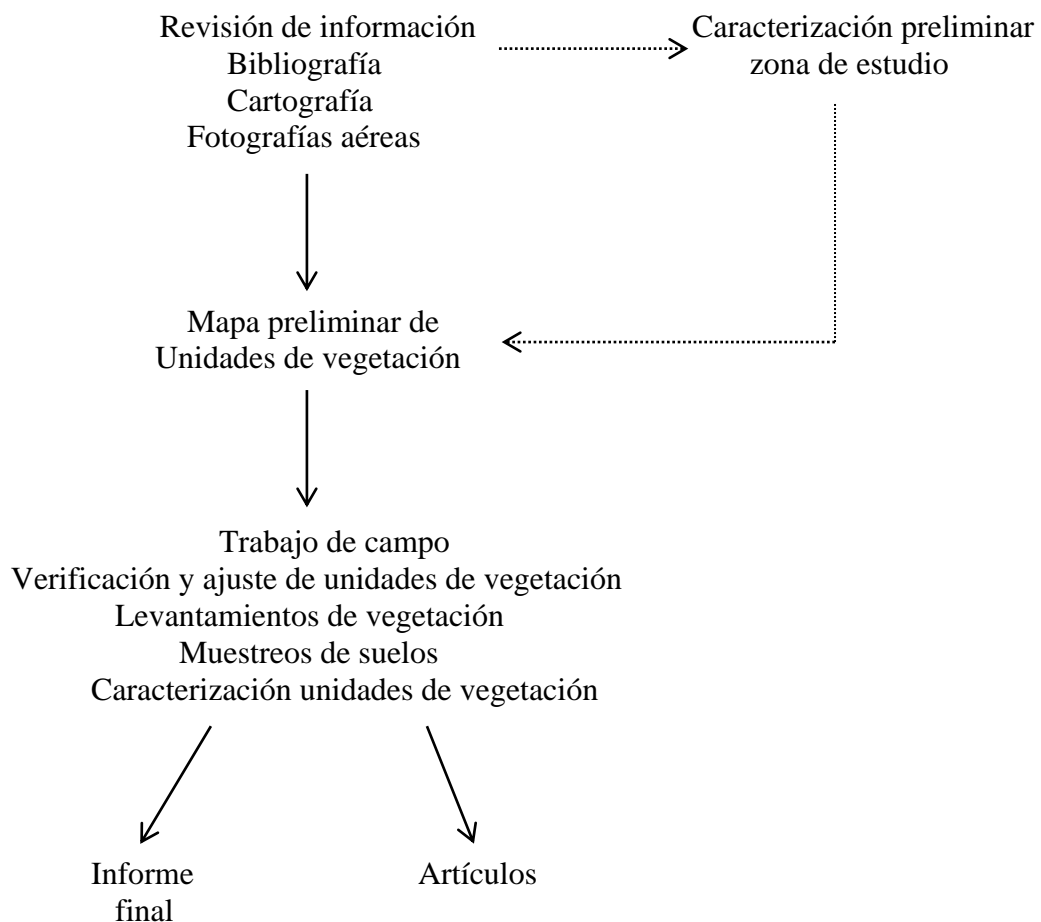


Figura 3. Determinación unidades de vegetación

**5.1.1. Muestreos de vegetación.** Para determinar la estructura y composición de los bosques se trabajó la metodología propuesta por Cottam & Curtis (1956, citado en Mueller-Dembois & Ellenberg, 1974). En cada bosque se ubicaron 2 transectos de 80 m cada uno, permitiendo evaluar en total 40 puntos ubicados a 4 metros de distancia. Cada punto se dividió en 4 cuadrantes iguales tomando como referencia una línea imaginaria y se determinó el árbol más cercano al punto central (Figura 4), teniendo en cuenta que un mismo individuo no fuera cuantificado dos veces (Serna- Isaza *et al.*, 2000). Se registraron todos los individuos con DAP  $\geq 2.5$  cm y se registró el nombre específico y las variables estructurales de altura total (m), DAP y diámetros de copa (vertical y horizontal) y la distancia al punto de cada individuo (m).

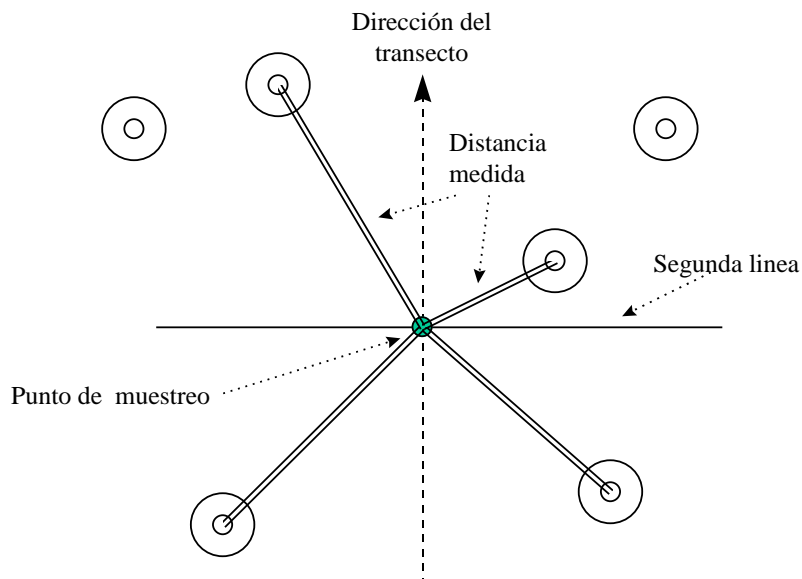


Figura 4. Método de Cuadrantes Centrados en Punto (Tomado de: Serna-Isaza *et al.*, 2000)

**5.1.2. Identificación de sustratos.** Se muestrearon aleatoriamente 5 parcelas de 2\*2 m en cada unidad identificada y se realizaron perfiles de 2 m de largo con un máximo de 30 cm de profundidad, identificando las diferentes capas.

- Hojarasca (H)
- Hojarasca en descomposición (Hd)
- Tierra (T)
- Briófitos (B)
- Roca (R)

**5.1.3. Análisis físico-químicos del suelo.** Por unidad de vegetación se escogieron aleatoriamente 5 parcelas, se limpio la hojarasca del suelo y se abrió con una pala un hueco en forma de “v” hasta una profundidad de 15 cm, la muestra se tomó de uno de los límites del hueco. Las muestras se secaron a temperatura ambiente por dos días, se tamizaron y se llevaron a los laboratorios de química de la Universidad del Cauca para ser analizadas por el grupo de Agroquímica de la Universidad. Se realizaron análisis de textura, pH, humedad, Acidez Intercambiable, Aluminio (Al), Carbono ( C), Calcio (Ca), Capacidad de intercambio catiónico (CIC), Potasio (K), Materia orgánica (m.o.), Nitrógeno (N) y relación C/N.

## **5.2. ORCHIDACEAE**

**5.2.1. Composición y estructura.** Se utilizaron 122 parcelas permanentes (muestreadas todos los meses) de 2\*2 m, ubicadas aleatoriamente en cada unidad de vegetación y se muestrearon todas las orquídeas terrestres durante marzo a noviembre de 2001. La



cantidad de las parcelas dependió del área de cada unidad y de la accesibilidad del terreno.

Se registraron todas las orquídeas terrestres entre los meses de marzo a noviembre de 2001 y se tomaron los siguientes datos:

- Fecha
- Unidad de vegetación
- Orientación
- Altitud de la parcela
- Cobertura de la parcela
- Nombre específico de la orquídea y número de colección
- Altura de la orquídea
- Diámetro de copa (vertical y horizontal) de la orquídea
- Número de individuos por especie

La identificación de las orquídeas se realizó con la ayuda de bibliografía especializada (Garay, 1978; Dodson, 1986), por comparación con las colecciones de los herbarios de la Universidad del Cauca (CAUP), Álvaro Fernández Pérez (AFP) y Herbario Nacional Colombiano (COL) y de algunas guías ilustradas de orquídeas de otros países (Dunsterville & Garay, 1959, 1961; Hamer, 1990) y con la ayuda del especialista en orquídeas Padre Pedro Ortiz Valdivieso. Se colectaron muestras de plantas, las cuales se numeraron bajo la serie de colección de la autora (BESN). Los exsiccados colectados fueron depositados en el herbario CAUP y un duplicado en el COL.

**5.2.2. Biomasa:** Se cortaron todas las orquídeas terrestres a ras del suelo dentro de la unidad muestral y se separaron las partes correspondientes a cada morfoespecie. Estas morfoespecies se secaron y pesaron separadamente, obteniendo el peso seco por categoría, expresado por unidad de área (Matteucci & Colma, 1982).

### 5.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

**5.3.1. Árboles.** Se calcularon las variables de densidad, frecuencia y dominancia (Mueller-Dembois & Ellenberg, 1974), además el índice de valor de importancia por especie (IVI) y por familia (IVF) y la diversidad relativa (Divr) (Mori & Boom, 1987 citado en Rangel *et al.*, 1997).

- **Distancia Media (d)** =  $\sum \text{distancias} / \# \text{ de distancias}$
- **Densidad Absoluta (D)** =  $\text{Área} / D^2$   
 $\text{Área} = 100 \text{ m}^2$
- **Dominancia Absoluta (Do)** = Media área basal de la sp. \* # árboles de la sp  
 $\text{Área Basal (AB)} = (\pi / 4) * \text{DAP}^2$   
 $\# \text{ Árboles de la sp} = (\# \text{ Cuadrantes de la sp.} / \text{Total cuadrantes}) * D$
- **Frecuencia Absoluta (F)** =  $(\# \text{ Puntos de la sp.} / \text{Total puntos}) * 100$
- **Densidad Relativa (Dr)** =  $(\# \text{ Árboles de la sp.} / \# \text{ Total árboles}) * 100$
- **Dominancia Relativa (Dor)** =  $(\text{Dominancia sp.} / \text{Dominancia Total}) * 100$
- **Frecuencia Relativa (Fr)** =  $(\text{Frecuencia sp.} / \text{Frecuencia Total}) * 100$

(Mueller-Dembois & Ellenberg, 1974)

- **Índice de Valor de Importancia (IVI)** = Determina la importancia o peso ecológico de las especies (Finol, 1979 citado por Rangel *et al.*, 1997).

**IVI** = Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa

- **Índice Valor de Importancia Familias (IVF)** = Este índice permite mezclar parámetros fisonómicos con una expresión de diversidad para dar mayor importancia a las familias (Mori & Boom, 1987 citado en Rangel *et al.*, 1997).

(Densidad relativa + Diversidad relativa + Dominancia relativa)

- **Diversidad Relativa (Divr)** = (sp por familia / # Total de sp.) \* 100  
(Mori & Boom, 1987 citado en Rangel *et al.*, 1997).
- **Cobertura** = Esta variable se determinó por estratos.

$$1/2 [D2 * 1/2 D1] * 2$$

D1 = Diámetro mayor de copa

D2 = Diámetro menor de copa

**5.3.2. Taludes.** Se realizó un muestreo general para la caracterización de la vegetación y se determinó la cobertura en porcentaje por cada familia para los estratos encontrados.

### **5.3.3. Orchidaceae**

**5.3.3.1. Área mínima.** Es el área más pequeña en la cual la estructura y composición características se hallan representadas (Ramírez, 1995).

**5.3.3.2. Estructura.** Para las orquídeas se evaluó la cobertura, frecuencia y densidad de cada especie y sus valores relativos (Rangel *et al.*, 1997). También se evaluó el Índice de valor de importancia (AVI) (Rodríguez, 1982).

- **Cobertura (Co)** =  $1/2 [D2 * 1/2 D1] * 2$   
 $D1$  = Diámetro mayor de copa  
 $D2$  = Diámetro menor de copa
- **Frecuencia (Fr)** = (# parcelas donde está la sp/# total de parcelas) \* 100
- **Densidad (D)** = (# de individuos / área) \* 100
- **Índice de valor de importancia (IVA)** = Sumatoria de los valores relativos de Cobertura, Frecuencia y Densidad.

### 5.3.3.3. Evaluación y comparación de la diversidad.

**5.3.3.3.1. Índice de diversidad de Shannon ( $H'$ ):** Este índice combina dos componentes de la diversidad: el número de especies y la igualdad o desigualdad de la distribución de los individuos en las diferentes especies (Magurran, 1989). Se trabajó con log BASE 10.

$$H' = -\sum (p_i) * \ln p_i \quad p_i = n_i / N$$

Donde:  $p_i$  = Proporción de individuos de la especie  $i$  en la comunidad

$n_i$  = Número de individuos de la especie  $i$

$N$  = Número total de individuos

**5.3.3.3.2. Índice de diversidad de Simpson ( $D'$ ):** Es la probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a diferentes especies, y varía inversamente con la heterogeneidad. Este índice es sensible a las especies más abundantes, mientras que es menos sensible a la riqueza de especies (Magurran, 1989).

$$D' = 1 - \sum (P_i)^2$$

**5.3.3.3.3. Índice de similitud de Jaccard:** Este es uno de los índices más utilizados para abordar la diversidad beta (Magurran, 1989).

$$C_j = j / (a + b - j)$$

Donde: j = Número de especies comunes a ambos sitios.

a = Número de especies para el sitio A.

b = Número de especies para el sitio B.

Para las variables estructurales de las orquídeas (altura total y cobertura) se realizaron análisis de estadística descriptiva. Para las unidades de vegetación, se realizaron análisis de componentes principales para las variables químicas y físicas del suelo y para las variables altitud y cobertura de las parcelas se hicieron análisis de correlación lineal, identificando su relación con la abundancia y diversidad de especies y análisis de distribución para todas las especies. Las variables cualitativas de las especies con distribución agregada se trabajaron con  $\chi^2$ , con el fin de evaluar alguna preferencia de las especies por determinados rangos de estas variables. Todos estos análisis se realizaron con en el programa SPSS para Windows base 7.5 (Visauta, 1998).

## **6. RESULTADOS**

### **6.1. UNIDADES DE VEGETACIÓN**

La falta de información secundaria sobre los atributos físicos de la zona (litología, relieve, entre otras), impidió identificar de manera completa las unidades de paisaje, por lo que se decidió llamarlas unidades de vegetación, aunque involucren otras características como la cobertura y los suelos.

Teniendo en cuenta la composición y estructura de la vegetación, el perfil y las características fisicoquímicas del suelo se identificaron 4 unidades de vegetación, para el sector La Romelia del Parque Nacional Natural Munchique: Bosque en regeneración avanzada flanco occidental, Bosque en regeneración avanzada flanco oriental, Talud flanco occidental y Talud flanco oriental. Aunque en el área de estudio gran parte de la vegetación se encuentra en etapas tempranas de regeneración, no se tuvo en cuenta el bosque en regeneración temprana como otra unidad de vegetación por que los muestreos de flora y los perfiles de suelo fueron muy parecidos a los realizados en los taludes.

#### **6.1.1. BOSQUE EN REGENERACIÓN AVANZADA FLANCO OCCIDENTAL**

Esta unidad de vegetación está localizada a barlovento en la cordillera occidental con influencia directa de los vientos del Pacífico, lo que genera lluvia y nubosidad constante. Son bosques que han sido intervenidos no solo por la construcción de la carretera que conduce hacia el corregimiento de La Gallera, también los habitantes de la zona han trazado varias trochas para acortar los caminos y para talar árboles maderables, lo que a fragmentado fuertemente la vegetación.

**6.1.1.1. Estructura y composición de la vegetación.** En total se registran 28 familias distribuidas en 44 géneros y 63 especies. La familia más diversa es Rubiaceae (5 géneros, 11 especies), seguida por Melastomataceae (4 géneros, 10 especies) y Clusiaceae (2 géneros, 5 especies). El género con mayor número de especies es *Miconia* seguido por *Palicourea* con 7 y 6 especies respectivamente (Figura 5).

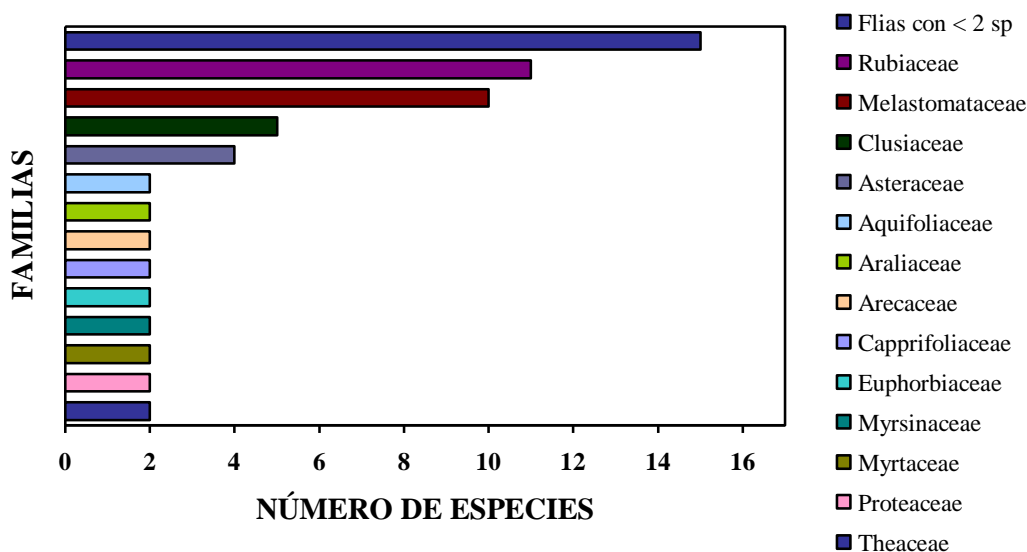


Figura 5. Familias con mayor número de especies para un bosque maduro en el flanco occidental.

En esta unidad de vegetación se registran 10 familias exclusivas: Proteaceae es la única con 2 especies, *Panopsis sp1* y aff *Euplassa sp1*, el resto de familias: Flacourtiaceae, Gesneriaceae,

Lecythidaceae, Meliaceae, Monimiaceae, Moraceae, Piperaceae, Proteaceae, Solanaceae y Verbenaceae, solo presentan 1 especie.

Estructuralmente se distinguen 3 estratos (Figura 6), el estrato arbustivo (1.5 - 5 m.) presenta el 33.75% de los individuos (54) distribuidos en 17 familias, destacándose Rubiaceae (16 individuos) con dos géneros que hacen parte del sotobosque andino como *Palicourea* y *Psychotria* (Gentry, 1992), seguida por Cyclantaceae (9 individuos) y Cyatheaceae (7 individuos) con una sola especie cada una: *Sphaeradenia sp 1* y *Cyathea caracasana* (Klotzsch) Domin respectivamente. De estos individuos, la mitad presenta un DAP  $\leq 5$  cm y solo 2 individuos de la especie *Cyathea caracasana* presentaron DAP  $\geq 10$  cm. Hay que destacar los géneros *Alchornea*, *Chrysochlamys*, *Clusia*, *Shefflera*, *Ternstroemia*, *Wettinia*, entre otros, que presentan individuos en este estrato, demostrando su exitosa reproducción ya que son individuos juveniles de grandes árboles, lo que garantiza su existencia futura en este bosque (Giraldo-Cañas, 1995).

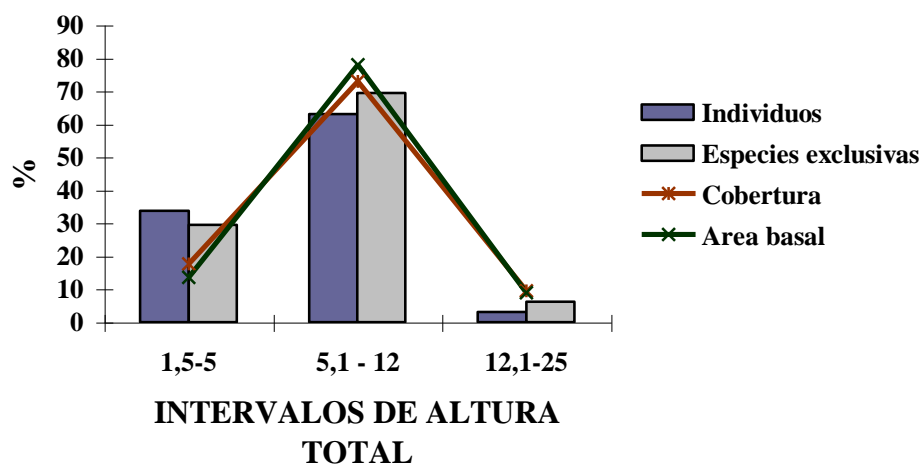


Figura 6. Intervalos de Altura total para un bosque en regeneración avanzada en el flanco Occidental.



El 63.13% de los individuos (101) se ubican en el estrato subarbóreo, donde se destacan las familias: Melastomataceae, Rubiaceae, Arecaceae y Clusiaceae por presentar el mayor número de individuos. En este estrato aparece Asteraceae con 7 individuos distribuidos en 3 géneros y 4 especies, la cual con la altitud se convierte en un elemento importante, compitiendo y reemplazando las familias típicas de elevaciones medias (Gentry, 1992). *Miconia*, igual que en el estrato arbustivo, es el género más abundante, seguido por *Palicourea*. El 68% de los individuos tienen DAP  $\leq 10$  cm y solo el 3% supera los 20 cm de DAP. Este estrato presenta el mayor número de especies exclusivas y la mayor cobertura y área basal de esta unidad de vegetación debido a su alto número de individuos.

Solo se registran 5 individuos (3.13%) en el estrato arbóreo inferior. Hay que destacar la importancia estructural de las especies *Dioicodendron dioicum* (Schum. & Krause) Steyerem. y *Aegiphila novogranatensis* Moldenke por sus grandes dimensiones, lastimosamente son especies que posiblemente desaparecerán con el tiempo pues solo se encuentran en el estrato superior y con muy pocos individuos, lo que evidencia su poco éxito reproductivo.

Rubiaceae y Melastomataceae debido a la alta diversidad específica, densidad y frecuencia, presentan los mayores índices de valor de importancia para familias (IVF) con 47.98 y 44.15 respectivamente, Clusiaceae por sus grandes dimensiones y gran cantidad de individuos registra 26.37 seguido por Arecaceae con 18.32, por la alta dominancia de la especie *Wettinnia lanata* R. Bernal (Anexo A). *Cyathea caracasana* y *Dioicodendron dioicum* son las especies que presentan la mayor cobertura de esta unidad de vegetación (Anexo B)

**6.1.1.2. Características edáficas.** En la tabla 1 se resumen algunas características de los perfiles realizados. Se observan dos tendencias, las parcelas del Observatorio presentan mayor

acumulación de hojarasca, mientras que la acumulación en las parcelas de Santana – Charguayaco es mucho menor. La capa en descomposición o mantillo está muy compactada, presenta raíces abundantes y de gran tamaño, por último se encuentra el suelo propiamente dicho, una capa muy suelta de color negro oscuro (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de los perfiles de suelo del bosque en regeneración avanzada flanco occidental, Sector La Romelia.

Perfil #	Localización	Raíces	Profundidad (cm)		
			H	Hd	T
1	Parcela 1 (Santana – Charg)	Abundantes – muy gruesas	0 - 3	3 - 7	> 7
2	Parcela 3 (Santana – Charg)	Regulares – gruesas	0 - 6	6 - 13	> 13
3	Parcela 11 (Santana – Charg)	Regulares - gruesas	0 - 4	4 - 8	> 8
4	Parcela 14 (Observatorio)	Regulares - gruesas	0 - 14	14 - 28	> 28
5	Parcela 20 (Observatorio)	Abundantes - gruesas	0 - 15	15 – 34	> 34

Los análisis químicos y físicos se muestran en las tablas 2 y 3. Esta unidad de vegetación presenta suelos extremadamente ácidos, con altos niveles de Aluminio que son tóxicos para las plantas. Hay un alto nivel de materia orgánica (m.o.) con altos contenidos de N que indican una baja mineralización debido a que las transformaciones y procesos microbiales del suelo requieren condiciones de pH ligeramente ácidas (5.6 – 6.5 o más) con adecuado contenido de bases (Guerrero, 1991) características que no presenta este suelo. No solo el pH afecta la descomposición de la m.o., la temperatura y la humedad también juegan un papel vital en dicha descomposición por actuar sobre los microorganismos y su actividad enzimática (Munévar, 1991). Por la baja descomposición de m.o. la relación C/N fue baja. Presenta altos valores de acidez intercambiable que se deben en más del 50% al Al. Se presentaron altos

valores de K, que para este pH se deben posiblemente al alto contenido de arcillas, que también ayuda a evitar la descomposición de la m.o. porque sus minerales pueden absorber moléculas orgánicas y dificultar la descomposición por microorganismos (Munévar, 1991) y el P está muy por debajo del óptimo pero, al igual que el K esta muy alto para el valor del pH del suelo por lo que se pensaría en la existencia de microorganismos que solubilizan este elemento.

Tabla 2. Análisis químicos de suelos en el bosque en regeneración avanzada del flanco Occidental.

<b>pH</b>	<b>Humedad</b>	<b>C. ORG.</b>	<b>N</b>	<b>M.O.</b>	<b>Acidez Int.</b>	<b>Al. Int.</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>CIC</b>	<b>P</b>	<b>Rel. C/N</b>
	<b>%</b>				<b>meq/100g suelo</b>				<b>meq</b>	<b>mg/Kg suelo</b>	
4.17	14.87	27.42	3.07	42.27	5.35	3.18	0.57	2.8	64.64	13.99	8.93
4.53	15.23	26.44	2.69	45.56	4.14	2.75	0.6	2.91	76.32	12.4	9.83
4.14	10.34	15.05	1.81	25.94	3.59	2.63	0.43	2.26	36.69	7.81	8.31
3.99	13.69	25.52	2.99	43.99	7.55	6.23	0.52	2.22	61.76	9.72	8.54
3.9	10.5	26.24	2.09	36.41	4.12	4.12	0.87	2.8	56.24	8.82	8.36

Tabla 3. Análisis físicos de suelos en el bosque en regeneración avanzada del flanco occidental.

<b>Profundidad</b>	<b>Granulometría</b>			<b>Textura</b>
	<b>% Arena</b>	<b>% Limos</b>	<b>% Arcilla</b>	
0 – 20	0.41	40.65	58.94	Ar
0 – 20	0.39	40.59	58.99	Ar
0 – 20	0.38	40.65	59.00	Ar
0 – 20	0.41	40.63	58.44	Ar
0 – 20	0.42	40.67	58.31	Ar

## 6.1.2. BOSQUE EN REGENERACIÓN AVANZADA FLANCO ORIENTAL

Esta unidad de vegetación está ubicada a sotavento en la cordillera occidental, fuertemente influenciada por factores climáticos como la circulación valle-montaña. La vegetación en esta zona está en una etapa de sucesión más joven que en el flanco occidental, ya que la carretera que conduce hacia el cerro Santana tiene menor tiempo, además en épocas de sequía han habido incendios naturales que han acabado con grandes áreas de bosque.

**6.1.2.1. Estructura y composición de la vegetación.** Se registran 23 familias (67.65%) distribuidas en 36 géneros (62.7%) y 47 especies (52.22%). Las familias con mayor número de especies son Rubiaceae (4 géneros, 5 especies), Melastomataceae (3 géneros, 4 especies), Myrsinaceae (3 géneros, 3 especies) y Ericaceae (3 géneros, 3 especies) (Figura 7). El género más diverso es *Clusia* con 4 especies seguido por *Ilex* con 3.

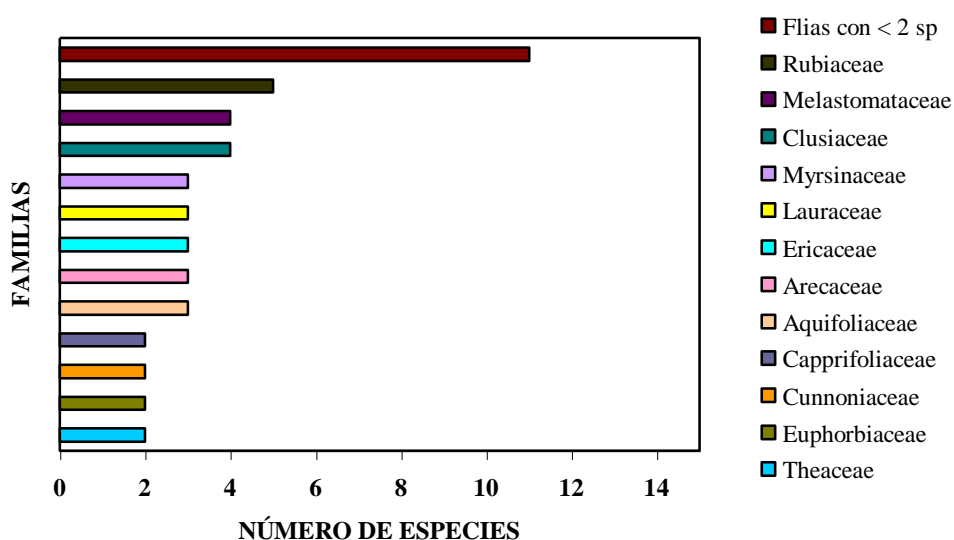


Figura 7. Familias con mayor número de especies para un bosque en regeneración avanzada en el flanco oriental.

Para este flanco se registran 6 familias exclusivas, Cunnoniaceae es la única que presenta dos especies pertenecientes del género *Weinmannia*, mientras que las familias: Brunelliaceae, Gentianaceae, Podocarpaceae, Staphyleaceae y Styracaceae presenta 1 especie cada una, este registro coincide con lo reportado por Gentry (1992), donde afirma que estas familias son típicas de bosques andinos de elevaciones medias que presentan un pequeño número de géneros característicos con raramente más de una especie.

Al igual que en el bosque del flanco occidental, se distinguen 3 estratos y la especie *Sphaeradenia sp1* (Cyclanthaceae) es la más abundante del arbustivo (Figura 8). Las especies con mayor DAP son *Geonoma undata* Klotzsch, *Clusia discolor* Cuatrec., *Ternstroemia macrocarpa* Triana & Planch. y *Viburnum jamesonii* (Oerst.) Killip & A.C. Sm., pero ninguna superó los 10 cm de DAP.

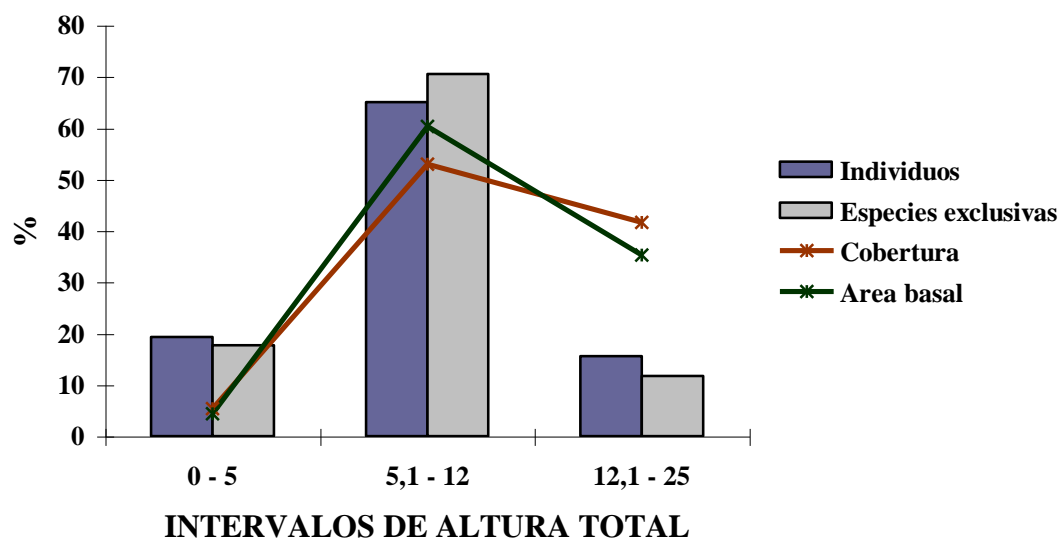


Figura 8. Intervalos de altura total para un bosque en regeneración avanzada flanco Oriental

El 65% (104) de los individuos se ubica en el estrato subarbóreo, compartiendo familias como: Caprifoliaceae, Clusiaceae, Rubiaceae y Theaceae con el estrato arbustivo. Solo 6

individuos presentan  $DAP \geq 20$  cm destacándose *Freziera sessiliflora* AH. Gentry. y *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb. por su gran porte. Al igual que en el estrato subarbóreo, muy pocos individuos (7 individuos) presentan  $DAP \geq 20$  cm en el estrato arbóreo inferior, siendo la especie *Alchornea verticillata* un componente estructural importante por su alta dominancia. Este estrato presenta el menor número de especies exclusivas y la menor cobertura.

De todas las especies, solo 3 se ubican en todos los estratos: *Clethra fagifolia* Kunth., *Faramea sp. 1* y *Freziera sessiliflora*, asegurando así un lugar en la estructura y composición del bosque debido posiblemente a su alto potencial de regeneración y a su gran capacidad de adaptación (Giraldo-Cañas, 1995).

Clusiaceae con 44.09 presenta el mayor IVF gracias a su alta densidad, dominancia y frecuencia, le sigue Rubiaceae (33.63) por su alta diversidad y frecuencia y Lauraceae por su densidad. Familias como Theaceae (26.75) y Euphorbiaceae (21.65) se destacan por sus altos valores de dominancia, ya que presentan individuos de gran porte (Anexo C).

Clusiaceae es la familia que presenta la mayor cobertura debido a las grandes dimensiones de la especie *Clusia alata*, seguida por Rubiaceae, con *Ladenbergia macrocarpa* (Vahl) Klotzsch. A diferencia del flanco occidental, se destacan las familias Euphorbiaceae, Theaceae y Brunelliaceae, con pocas especies pero de grandes dimensiones. *Alchornea verticillata* y *Clusia alata* Triana & Planch. presentan la mayor cobertura. La cobertura y el área basal en los estratos presentan el mismo comportamiento que en el flanco occidental (Figura 8), destacándose el segundo por presentar los mayores valores para estas variables (Anexo D).

**6.1.2.2. Características edáficas.** Todas las parcelas muestreadas presentan un comportamiento muy similar (Tabla 4). La acumulación de hojarasca y la capa de materia en descomposición son mayores que en el flanco occidental, registrando valores máximos de 29 cm y 20 cm respectivamente. La capa de suelo tiene el mismo color que en el flanco Occidental y la misma cantidad y grosor de las raíces.

Tabla 4. Descripción de los perfiles de suelo del bosque maduro flanco oriental, Sector La Romelia.

Perfil #	Localización	Raíces	Profundidad (cm)		
			H	Hd	T
1	Parcela 1 (Oso)	Regulares - gruesas	0 - 16	16 - 27	> 27
2	Parcela 5 (Oso)	Regulares - gruesas	0 - 34	34 - 46	> 46
3	Parcela 9 (Oso)	Regulares - gruesas	0 - 16	16 - 35	> 35
4	Parcela 12 (Pino)	Regulares - gruesas	0 - 29	29 - 45	> 45
5	Parcela 15 (Pino)	Regulares - gruesas	0 - 16	16 - 20	> 20

Los análisis químicos y físicos se muestran en las tablas 5 y 6. Es la unidad de vegetación que presenta el mayor porcentaje de m.o., debido a que la cobertura del bosque genera bajas temperaturas del suelo produciendo más restos de los que se mineralizan lo cual explica la acumulación del material orgánico responsable de las propiedades de estos suelos (Fassbender, 1975 citado en Díaz & Mendoza, 1989). Presenta una textura arcillosa, las cuales dependiendo del material predominante pueden absorber moléculas orgánicas y dificultar la descomposición por microorganismos al ejercer influencia sobre la disponibilidad de P (Munévar, 1991). Presenta los mayores valores de acidez intercambiable que se deben en más del 60 % al Al y el resto a los H<sup>+</sup> de la m.o. Los valores de Al son extremadamente altos



siendo tóxicos para las plantas y los valores de P y el K, al igual que el bosque del flanco occidental, son altos para los pH registrados.

Tabla 5. Análisis químicos de suelos del bosque maduro flanco oriental.

<b>pH</b>	<b>Humedad</b>	<b>C. Org.</b>	<b>N</b>	<b>M.O.</b>	<b>Acidez Int.</b>	<b>Al. Int.</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>CIC</b>	<b>P</b>	<b>Rel. C/N</b>
	<b>%</b>				<b>Meq/100g</b>				<b>meq</b>	<b>mg/Kg suelo</b>	
3.47	15.29	28.21	2.66	48.64	10.16	6.36	0.58	2.13	103.1	12.45	10.6
3.32	16.29	31.25	2.56	53.87	12.9	9.96	0.58	1.48	99.4	12.23	12.21
3.5	14.8	26.3	2.7	47.9	10.3	6.49	0.52	2.14	100.1	13.32	10.1
3.4	15.3	27.8	2.65	49.2	11.6	6.84	0.56	1.6	98.8	12.4	11.6
3.4	14.92	28.1	2.5	48.8	11.9	6.9	0.53	1.8	96.7	12.6	12.1

Tabla 6. Análisis físicos de suelos del bosque en regeneración avanzada flanco oriental.

<b>Profundidad</b>	<b>Granulometría</b>			<b>Textura</b>
	<b>% Arena</b>	<b>% Limos</b>	<b>% Arcilla</b>	
0 – 20	0.48	40.85	58.81	Ar
0 – 20	0.41	40.65	58.94	Ar
0 – 20	0.41	40.65	58.94	Ar
0 – 20	0.41	40.69	58.94	Ar
0 - 20	0.42	40.67	58.95	Ar

### 6.1.3. TALUD FLANCO OCCIDENTAL

Al igual que el bosque en regeneración avanzada del flanco occidental, los vientos del Pacífico mantienen la humedad y ayudan a la rápida descomposición y meteorización de la roca facilitando la formación del suelo. La existencia de estos taludes está ligada a la construcción de la carretera en la década de los 80`s, tiempo en el cual han sido poblados por algunas especies herbáceas y arbustivas.

**6.1.3.1. Composición y estructura de la vegetación.** Existen tres estratos bien diferenciados, un estrato rasante, cubierto en un 90% por briofitos de diferentes familias. Las familias mejor representadas en cuanto a número de especies son Herbertaceae y Plagiochillaceae cada una con 3 especies de los géneros *Herbertus* y *Plagiochilla* respectivamente. Las familias Aneuraceae, Polytricaceae, Jubulaceae y Scapaniaceae presentaron solo una especie.

En el estrato herbáceo se destacan por su diversidad y abundancia familias como Araceae, siendo el género más diverso *Anthurium* y Ericaceae con las especies *Pernettya prostrata* y *Gautheria insípida*. En este estrato, Bromeliaceae cubre el 25 %, el 15% está cubierto por Pteridofitos, 12 % por Orchidaceae, 5 % por Ericaceae y el 3 % y 2.3 % por Campanulaceae y Araceae respectivamente. Otras familias abundantes como Bromeliaceae y Ericaceae, se encuentran en ambos estratos, herbáceo y arbustivo, compartiendo las especies *Guzmania andreana*, *Pitcairnia guzmanioides*, *Psammisia ferruginea* y *Psammisia columbiensis*.

Las familias Melastomataceae y Asteraceae están representadas en el estrato arbustivo cubriendo el 7% y 5 % respectivamente, destacándose especies de los géneros *Ageratina* y

*Tibouchina*. Para este estrato se registran en menor grado las familias Bromeliaceae y Ericaceae.

**6.1.3.2. Características edáficas.** A diferencia de los bosques en regeneración avanzada, la primera capa es de briofitos y no de hojarasca. Esta capa es muy profunda, lo que ayuda a mantener la humedad del talud. A diferencia del flanco Oriental, hay 1 ó 2 cm de suelo formado, el resto es roca madre, presenta raíces delgadas de algunas hierbas y arbustos que ayudan a mantener la estabilidad el talud (Tabla 7).

Tabla 7. Descripción de los perfiles de suelo del talud flanco occidental, Sector La Romelia.

Perfil #	Localización	Raíces	Profundidad (cm)		
			B	T	R
1	Parcela 8	Abundantes – finas	0 – 15	15 – 17	> 17
2	Parcela 9	Pocas – finas	0 – 11	11 – 13	> 13
3	Parcela 16	Pocas – finas	0 – 17	17 – 19	> 19
4	Parcela 24	Ausentes	0 – 11	11 – 12	> 12
5	Parcela 36	Pocas – medianas	0 – 12	12 - 14	> 14

En las tablas 8 y 9 se muestran los análisis químicos y físicos del suelo. Esta unidad presentó valores de pH extremadamente ácidos con alta acidez intercambiable debida en más de 85% al Al. Los valores de m.o. son bajos por que esta unidad de vegetación está formada por taludes con suelos muy inestables donde solo han colonizado las hierbas y algunos arbustos, por lo tanto el aporte de esta al suelo es mínimo. Además, la relación C/N es baja por lo que los microorganismos no tienen la energía suficiente para reproducirse y sobrevivir en esta unidad. Presenta valores bajos de P, Ca y K debido a que las altas pendientes y la ausencia del mantillo y m.o. favorecen el movimiento lateral del agua o escorrentía, la cual es la

responsable de la erosión, el arrastre de partículas minerales y de los nutrientes (Díaz & Mendoza, 1989). Tiene valores altos de C y N.

Tabla 8. Análisis químicos de suelos del talud flanco occidental

<b>pH</b>	<b>Humedad</b>	<b>C. Org.</b>	<b>N</b>	<b>M.O.</b>	<b>Acidez Int.</b>	<b>Al. Int.</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>CIC</b>	<b>P</b>	<b>Rel. C/N</b>
	<b>%</b>				<b>meq/100g</b>				<b>meq</b>	<b>mg/Kg suelo</b>	
4.63	4.95	3	0.5	5.19	5.72	5.09	0.12	1.31	22.5	1.47	6
4.65	5.02	2.96	0.42	5.04	3.55	3.32	0.07	1.49	20.66	1.48	7.04
5.07	4.31	1.62	0.36	2.78	2.65	2.38	0.06	1.63	21.04	2.2	4.5
5.18	4.84	1.34	0.36	2.3	3.44	3.34	0.13	2.26	24.63	0.74	3.72
4.8	4.96	2.98	0.46	4.9	3.62	3.82	0.09	1.37	21.6	1.4	6

Tabla 9. Análisis físicos de suelos del talud flanco occidental.

<b>Profundidad</b>	<b>Granulometría</b>			<b>Textura</b>
	<b>% Arena</b>	<b>% Limos</b>	<b>% Arcilla</b>	
0 – 20	37.65	35.02	26.33	Far
0 – 20	37.69	35.05	26.38	Far
0 – 20	37.65	35.00	26.29	Far
0 – 20	37.63	35.1	26.4	Far
0 - 20	37.66	34.9	26.33	Far



#### **6.1.4. TALUD FLANCO ORIENTAL**

La carretera que conduce al cerro Santana es más joven, por lo que la colonización de los taludes por las especies de flora es mucho menor, además la inestabilidad del talud y la ausencia de suelo han dificultado más dicha colonización. Climáticamente están influenciados por los vientos del valle del río Cauca y no hay tanta nubosidad como en el flanco occidental de la cordillera lo que limita su colonización por briofitos.

**6.1.4.1. Estructura y composición de la vegetación.** La mayoría de estas áreas tienen expuesta la roca madre y la regeneración de la vegetación es muy poca. Escasamente se diferencian dos estratos, rasante y herbáceo. El primer estrato, cuando presente, está compuesto por briofitos de las familias Dicranaceae, Gymnomitriaceae y Jubulaceae con especies de los géneros *Campylopus*, *Marsupella* y *Frullania* respectivamente. El herbáceo cubre aproximadamente el 10 % de esta unidad de vegetación y está totalmente dominado por la especie *Elleanthus aurantiacus*. Para altitudes superiores a los 2.800 m se destaca la especie *Cavendishia tubiflora*. En pocas áreas se observa un estrato arbustivo dominado por la familia Asteraceae.

**6.2.4.2. Características edáficas.** Los briofitos alcanzan una altura máxima de 13 cm pero no se encuentran en todas las parcelas. Son afloramientos de la roca madre y no hay formación de suelo por lo que la colonización de las plantas es muy limitado generando paisajes muy inestables con constantes derrumbes (Tabla 10).



Tabla 10. Descripción de los perfiles de suelo del talud flanco oriental, Sector La Romelia.

Perfil #	Localización	Raíces	Profundidad (cm)	
			B	R
1	Parcela 3	Ausentes	0 – 10	> 10
2	Parcela 15	Pocas - finas	0 – 2	> 2
3	Parcela 21	Ausentes	0 – 3	> 3
4	Parcela 26	Ausentes	0 – 3	> 3
5	Parcela 29	Ausentes	0 - 2	> 2

Los análisis químicos y físicos se muestran en las tablas 11 y 12. Estos taludes al igual que los del flanco occidental presentaron pH extremadamente ácidos con valores muy altos de acidez intercambiable debido casi en su totalidad al Al. Presenta el más bajo nivel de m.o. ya que este valor depende de la cantidad de residuos orgánicos que se incorporen al ecosistema y en esta unidad no hay colonización de las plantas, por su textura arenosa y fuertes pendientes. Presenta baja relación de C/N y bajo nivel de  $\text{Ca}^{2+}$ , P y K debido a su textura que facilita el lavado de los elementos.

Tabla 11. Análisis químicos de suelos del talud flanco oriental

<b>pH</b>	<b>Humedad</b>	<b>C. Org.</b>	<b>N</b>	<b>M.O.</b>	<b>Acidez Int.</b>	<b>Al. Int.</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>CIC</b>	<b>P</b>	<b>Rel. C/N</b>
	<b>%</b>				<b>meq/100g</b>				<b>meq</b>	<b>mg/Kg suelo</b>	
4.47	4.07	0.85	0.36	1.46	6.45	3.19	0.1	1.06	19.06	13.14	2.36
4.79	4.79	1.92	0.36	3.31	3.67	3.57	0.05	1.47	25.42	2.21	5.33
5.19	4.29	0.3	0.34	0.52	3.71	3.42	0.26	1.8	25.51	2.2	0.88
4.81	4.1	0.19	0.27	0.33	7.48	6.32	0.05	1.58	22.38	1.47	0.7
5.2	4.13	0.21	0.26	2.41	3.6	3.48	0.19	1.6	25.3	2.3	0.9

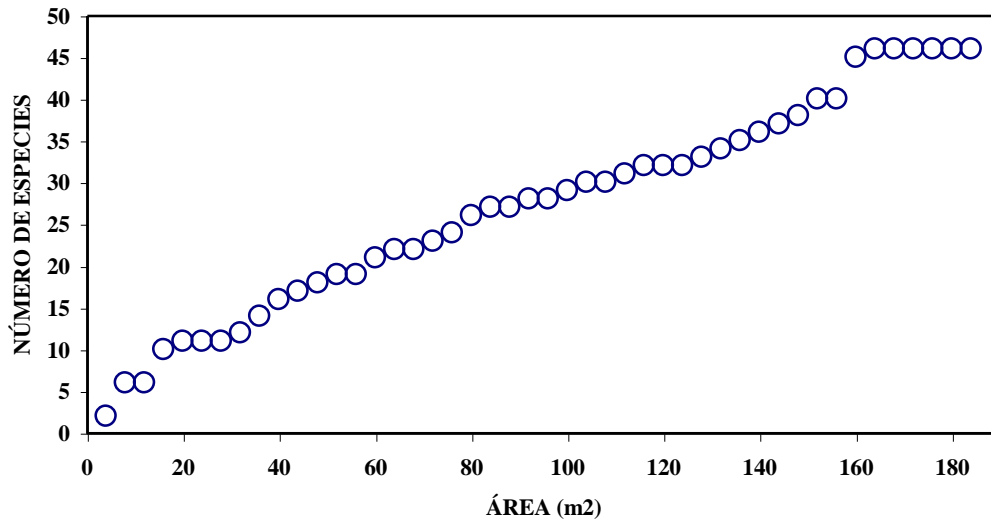
Tabla 12. Análisis físicos de suelos del talud flanco oriental.

<b>Profundidad</b>	<b>Granulometría</b>			<b>Textura</b>
	<b>% Arena</b>	<b>% Limos</b>	<b>% Arcilla</b>	
0 - 20	50.53	27.80	21.67	FArA
0 - 20	50.49	27.78	21.63	FarA
0 - 20	50.91	27.86	21.68	FarA
0 - 20	50.12	27.75	21.70	FarA
0 - 20	50.36	27.82	21.65	FarA

## 6.2. ORCHIDACEAE

**6.2.1. Área mínima.** Los datos de área mínima indican que los bosques en regeneración avanzada necesitan menor área de muestreo que los taludes para obtener una muestra representativa de las orquídeas terrestres en el sector La Romelia, P.N.N. Munchique. Así, para el bosque en regeneración avanzada del flanco occidental se evaluó un área total de 104 m<sup>2</sup> y la curva se estabilizó a 80 m<sup>2</sup> y para el flanco oriental se evaluaron 60 m<sup>2</sup> y se estabilizó en 16 m<sup>2</sup>, mientras que en el talud flanco occidental y flanco oriental con 184 m<sup>2</sup> y 136 m<sup>2</sup>, las curvas se estabilizaron en 160 m<sup>2</sup> y 125 m<sup>2</sup> respectivamente (Figura 9). Las diferencias en el tamaño de las áreas evaluadas se debió al tamaño y accesibilidad de cada una de las unidades de vegetación.

## Talud flanco Occidental



## Talud flanco Oriental

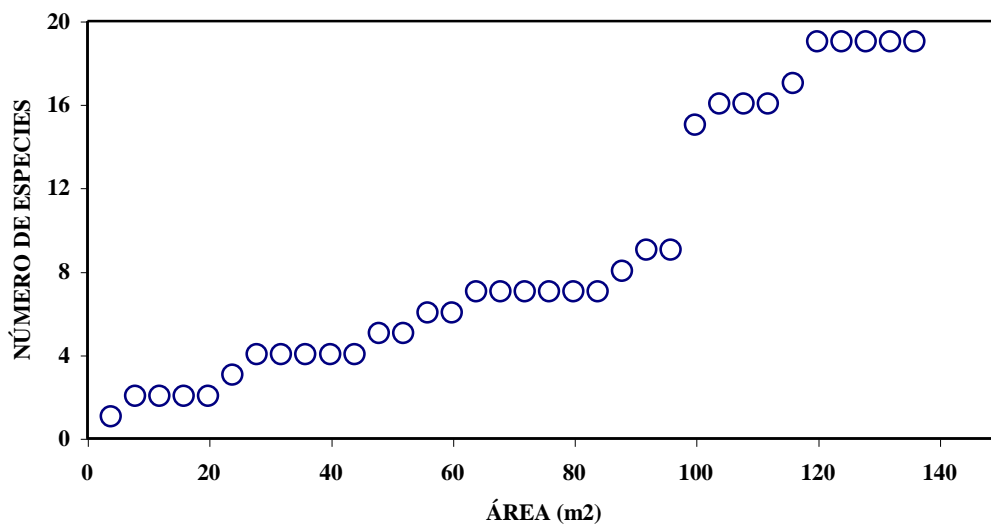
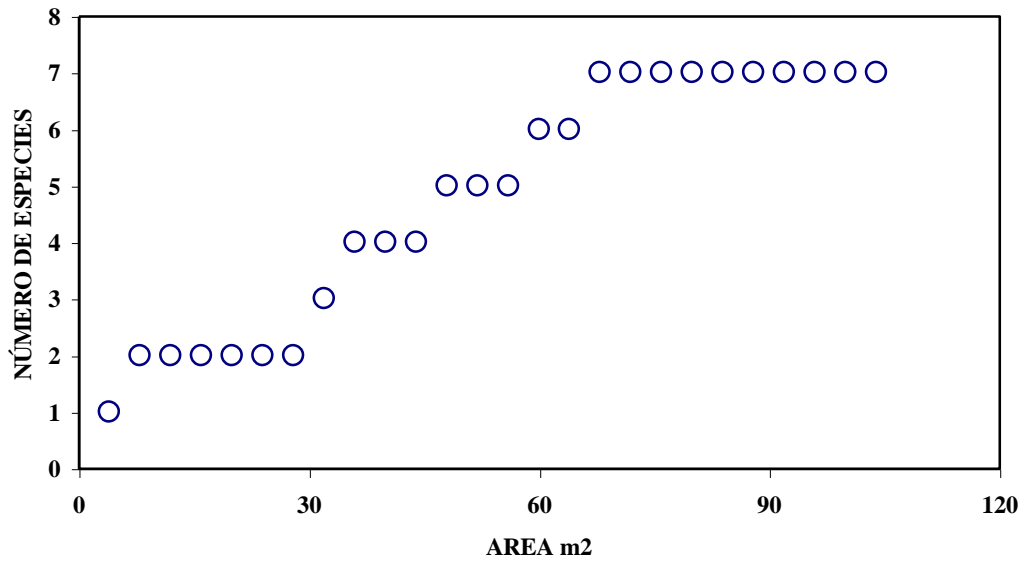


Figura 9. Área mínima para las orquídeas terrestres en los taludes del sector La Romelia, P.N.N. Munchique.

## Bosque en regeneración avanzada flanco occidental



## Bosque en regeneración avanzada flanco oriental

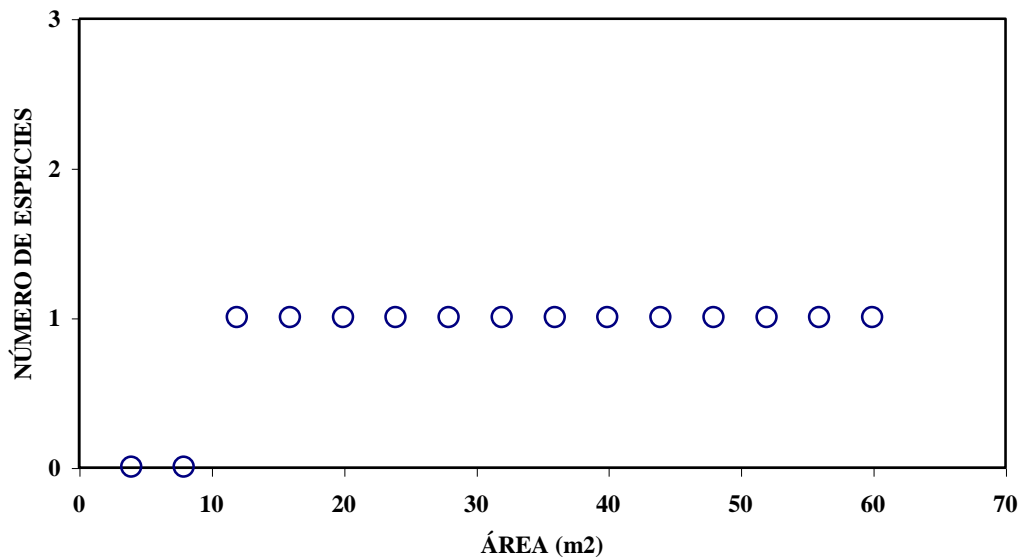


Figura 9. Área mínima para las orquídeas terrestres en los bosques en regeneración avanzada, P.N.N. Munchique (continuación).

**6.2.2. Composición.** En total hay 65 especies distribuidas en 22 géneros, siendo *Pleurothallis* y *Maxillaria* los géneros más diversos con 12 (18,46%) y 10 (15,38%) especies, seguidos por *Epidendrum* y *Elleanthus*, con 6 especies (9,23%) cada uno (Anexo E) (Figura 10). Las especies más abundantes son *Elleanthus aurantiacus* (Ldl.) Rchb. f. con 348 individuos, seguido por *Maxillaria alticola* C. Schweinf. (76 individuos), *Epidendrum fimbriatum* Kunth (55), *Epidendrum aff decurviflorum* Schltr. (24), *Maxillaria sp2* (BESN 333) (19) *Pleurothallis sp11* (BESN 525) y *Odontoglossum ramosissimum* Ldl. (10) localizadas en los taludes, el resto de especies presentan menos de 10 individuos (Figura 11)

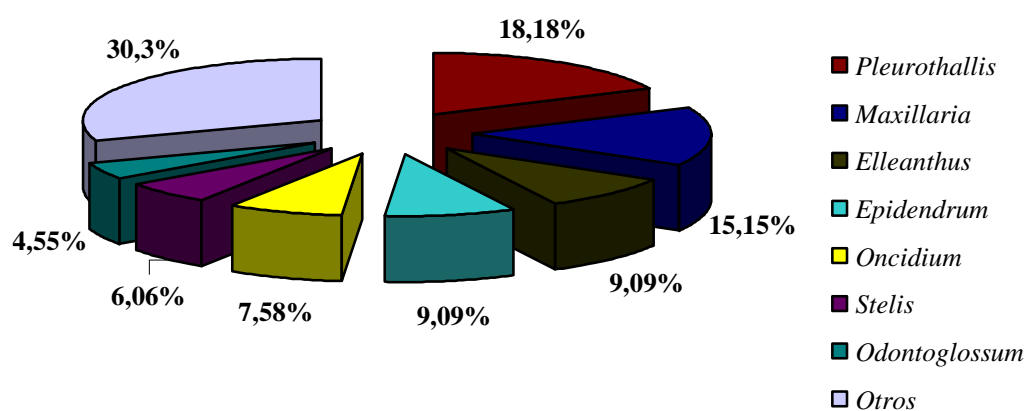


Figura 10. Géneros de orquídeas terrestres con mayor número de especies en el sector La Romelia.

Siguiendo la clasificación propuesta por Dressler (1993), en el área de estudio la subfamilia mejor representada es Epidendroideae, con 15 géneros y 56 especies, localizada principalmente en los taludes. La única subfamilia que no está registrada es Cypripedioideae. Spiranthoideae presenta 4 géneros y 6 especies, y la subfamilia

Orchidoideae está representada por una sola especie, *Habenaria amalfitana* Lehm. & Krzl. (Anexo E).



a.



b.



c.

Figura 11. Orquídeas terrestres. a. *Elleanthus aurantiacus* (Ldl.) Rchb. f. b. *Odontoglossum ramosissimum* Ldl. c. *Epidendrum fimbriatum* Kunth.

Los taludes comparten el 65.2 % de los géneros. Para el talud del flanco occidental los géneros más diversos y con mayor número de individuos son *Maxillaria* (9 especies, 114 individuos), *Pleurothallis* (8 especies, 38 individuos) y *Epidendrum* (5 especies, 94 individuos) (Figura 12). Aunque *Elleanthus* solo presenta 4 especies, es el género con mayor número de individuos (144) debido a que la especie *E. aurantiacus* retuvo el 49.6% del total. *Maxillaria* es un género que forma grandes clones y va colonizando las zonas aledañas mientras que *Pleurothallis* no tiene esa capacidad de colonización y su distribución se limita a determinadas parcelas, lo que explica la gran diferencia en cuanto al número de individuos con los géneros más diversos (Anexo F).

Para el talud oriental son *Pleurothallis* y *Elleanthus* los géneros más diversos con 4 y 3 especies respectivamente (Figura 12). Al igual que en el talud Occidental, *Elleanthus aurantiacus* es la especie más abundante, seguida por *Elleanthus sp. 1* (BESN 393), con una diferencia de más de 200 individuos.

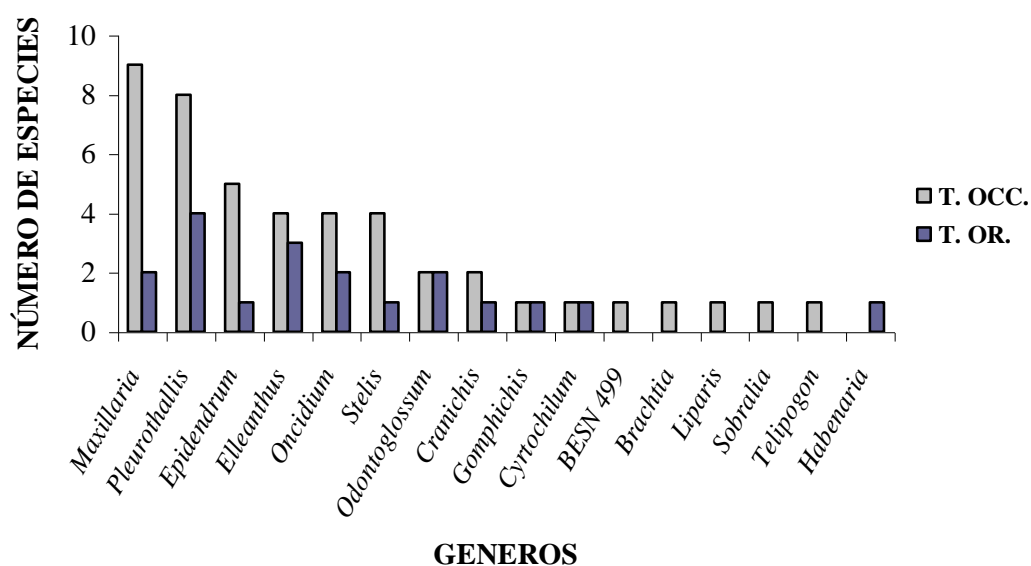


Figura 12. Número de especies para cada género en los taludes.



En los taludes se encuentra el 98.14% del total de las especies, destacándose *Cranichis polyantha* Schltr., *Elleanthus aurantiacus*, *Maxillaria alticola*, *Odontoglossum ramosissimum*, *Oncidium* sp. 3 (BESN 373) y *Stelis* sp. 2 (BESN 375) por haberse registrado en los taludes a ambos flancos de la cordillera. Estas unidades de vegetación también registran el mayor número de individuos y por lo tanto de cobertura (Figura 13).

El talud del flanco occidental presenta el mayor número de individuos y especies exclusivas destacándose *BESN 499*, *Brachtia andina* Rchb. f., *Liparis* cf. *colombiana*, *Cranichis ciliata* Kunth., *Sobralia rosea* P. & E. y *Telipogon lehmanni* Schltr. (Figura 13), seguido por el talud del flanco oriental, el bosque flanco occidental y el bosque flanco oriental (Figura 14).

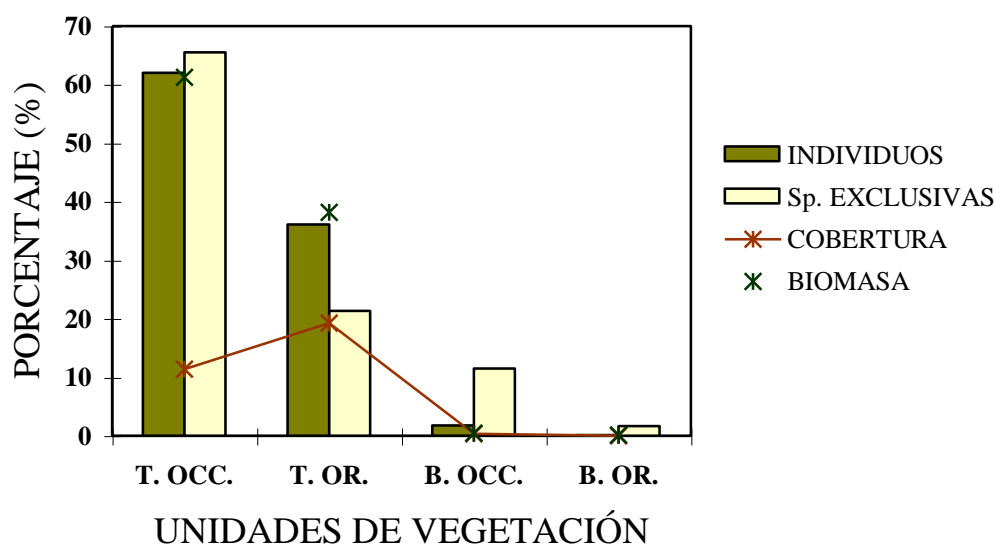


Figura 13. Distribución relativa de individuos, especies exclusivas, cobertura y biomasa en las unidades de vegetación.



a.



b.

Figura 14. Orquídeas terrestres. a. *Brachtia andina* Rchb. f. b. *Liparis cf colombiana*.

Hay que destacar la especie *Epidendrum aff decurviflorum* por ser la única compartida entre el talud y bosque del flanco occidental, esto se debe posiblemente a que la parcela estaba ubicada cerca al camino del Observatorio y con características muy similares a los taludes en cuanto a luminosidad y sustrato. En ambos flancos de la cordillera, las especies registradas en los bosques son exclusivas de cada unidad de vegetación.

Por otro lado, en los bosques en regeneración avanzada se registran 8 especies distribuidas en 7 géneros, el único que presenta 2 especies es *Malaxis*, ambas ubicadas en el bosque del flanco occidental (Figura 15). De todas las 7 especies registradas en el bosque del flanco occidental se encuentran individuos aislados, solo se registran poblaciones representativas con más de 10 individuos de *Warreopsis purpurea* Ortiz. y *Aspidogyne boliviensis* (Cogn.) Garay en la trocha Santana-Charguayaco, pero por su estado vegetativo no son colectadas ni incluidas en los análisis (Figura 16).

En el flanco Oriental se registra un único individuo perteneciente a la subfamilia Spiranthoideae, la especie *Prescottia cordifolia* Rchb. f. Este resultado no es significativo por lo que no se le realizaron análisis de diversidad a esta unidad de vegetación. Aunque el área muestreada es pequeña, se realizaron salidas exploratorias y no se encontró ningún individuo de esta o de otras especies de la familia Orchidaceae. Además el haber registrado en el bosque en regeneración avanzada del flanco occidental 7 especies muestreando un área significativa, puede indicar que estas unidades de vegetación presentan alguna variable que impide el desarrollo de grandes poblaciones o la colonización de otras especies de esta familia.

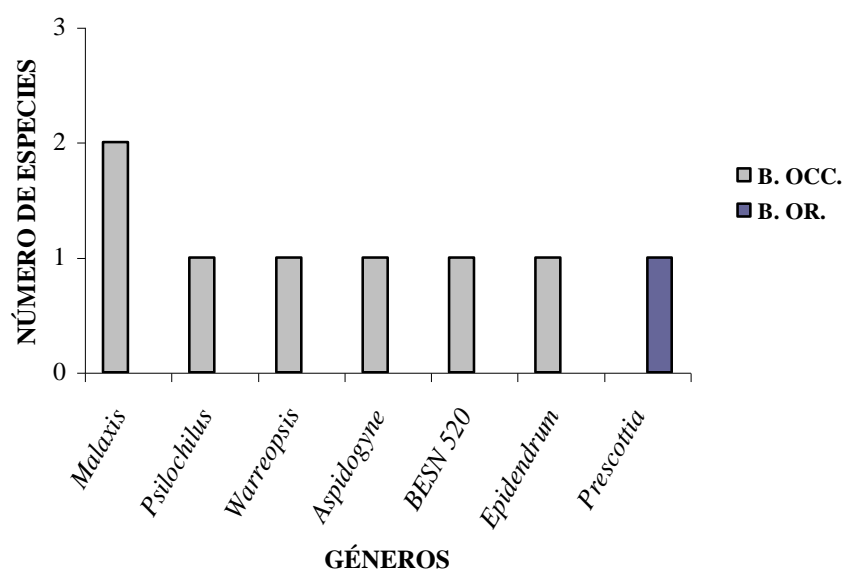


Figura 15. Número de especies para cada género en los bosques en regeneración avanzada.



a.



b.

Figura 16. Orquídeas terrestres. a. *Prescottia cordifolia* Rchb. f.. b. *Aspidogyne boliviensis* (Cogn.) Garay.

### 6.2.3. Diversidad y similitud

**6.2.3.1. Diversidad.** El índice de Shannon que es sensible a los cambios en las especies raras, muestra valores bajos en todas las unidades de vegetación debido a la alta dominancia de pocas especies. El talud occidental presenta el mayor valor pero es poco diverso por la alta dominancia de las especies *Elleanthus aurantiacus*, *Maxillaria alticola* y *Epidendrum fimbriatum*; seguido por las unidades bosque en regeneración avanzada flanco occidental y talud oriental, este último altamente dominado por *E. aurantiacus* (Tabla 13).

La alta dominancia de pocas especies en las unidades de vegetación evaluadas, muestra los mayores valores del índice de Simpson para los taludes, índice que es sensible a la

abundancia de una o dos de las especies más frecuentes de la comunidad (Hair, 1987) (Tabla 13).

Tabla 13. Índices de diversidad para las orquídeas terrestres en las unidades de vegetación evaluadas.

<b>Variable</b>	<b>T. OCC.</b>	<b>T. OR.</b>	<b>B. OCC.</b>	<b>B. OR.</b>
<b># Individuos</b>	436	253	12	1
<b># Especies</b>	46	19	7	1
<b>Índice Shannon (H')</b>	1.109	0.390	0.809	0
<b>Índice Simpson (D')</b>	0.152	0.697	0.091	0

**6.2.3.2. Similitud.** De acuerdo al análisis de similitud realizado con índice de Jaccard, las unidades de vegetación que presentan la mayor semejanza son los taludes, estos comparten el 58.8% de los géneros y el 10% de las especies. También se registra cierta similitud entre el bosque y el talud del flanco occidental pues ellos comparten la especie *Epidendrum aff decurviflorum* (Tabla 14, Figura 17).

Tabla 14. Matriz de similitud entre las unidades de vegetación evaluadas.

	<b>B.OCC.</b>	<b>B. OR.</b>	<b>T. OCC.</b>	<b>T. OR.</b>
<b>B. OCC.</b>	*	0	0.4474	0
<b>B. OR.</b>	*	*	0	0
<b>T. OCC.</b>	*	*	*	41.8605
<b>T. OR.</b>	*	*	*	*

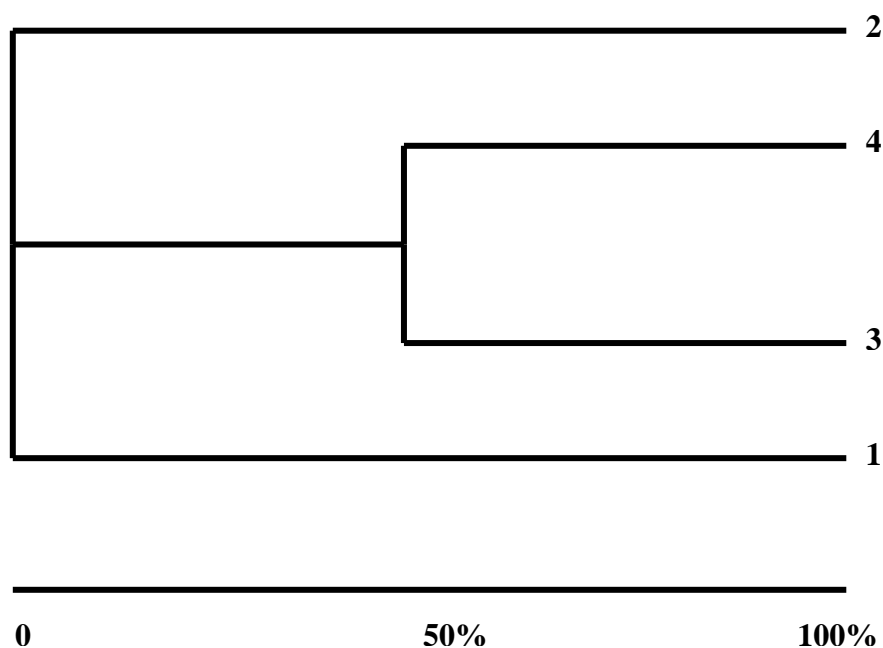


Figura 17. Análisis de agrupamiento basado en el número de especies de orquídeas terrestres para las unidades de vegetación evaluadas en el P.N.N. Munchique.

#### 6.2.4. Estructura.

**6.2.4.1. Altura Total.** Los taludes son las unidades de vegetación que presentan mayor variabilidad para la altura total debido a la gran diversidad estructural de las orquídeas presentes, por ejemplo el género *Stelis* mide aproximadamente 50 cm y especies como *Elleanthus aurantiacus* y *Sobralia rosea*, esta última exclusiva del flanco occidental, por su crecimiento tipo vara presentan grandes dimensiones, lo que genera muchos datos extremos (Tabla 15, Figura 18).

Tabla 15. Estadística descriptiva para la variable altura total de las orquídeas terrestres en las unidades de vegetación evaluadas.

<b>Unidad de Vegetación</b>	<b>Media (cm)</b>	<b>Mediana (cm)</b>	<b>V. Min (cm)</b>	<b>V. Max. (cm)</b>	<b>Desv. Estándar (cm)</b>
<b>T. Occidental</b>	59.42	46.00	1.00	268.00	44.91
<b>T. Oriental.</b>	88.37	75.00	1.15	2.90	56.63
<b>B. Occidental.</b>	41.91	36.00	16.00	80.00	19.55

El Talud occidental con 434 individuos registra un promedio de 59.42 cm con una variación entre 1 cm y 268 cm, los datos extremos pertenecen principalmente a *Elleanthus aurantiacus* y especies del género *Epidendrum*. Los 253 individuos presentes en el talud oriental registran una mediana de 88.38 cm, con un valor mínimo de 11 cm y máximo de 290 cm.

Por otro lado, los datos para altura total en los bosques en regeneración avanzada están menos dispersos, todas las especies presentes son de hábitos exclusivamente terrestres con crecimiento muy limitado, la especie que registró la mayor altura total es *Prescottia cordifolia* con 1.50 m, siendo la única especie en el flanco oriental.

El bosque occidental con 12 individuos presenta una media de 41.92 cm, con 16 cm y 80 cm de valores máximo y mínimo respectivamente, la tendencia es de agrupación en valores menores a los de la media (Figura 18).

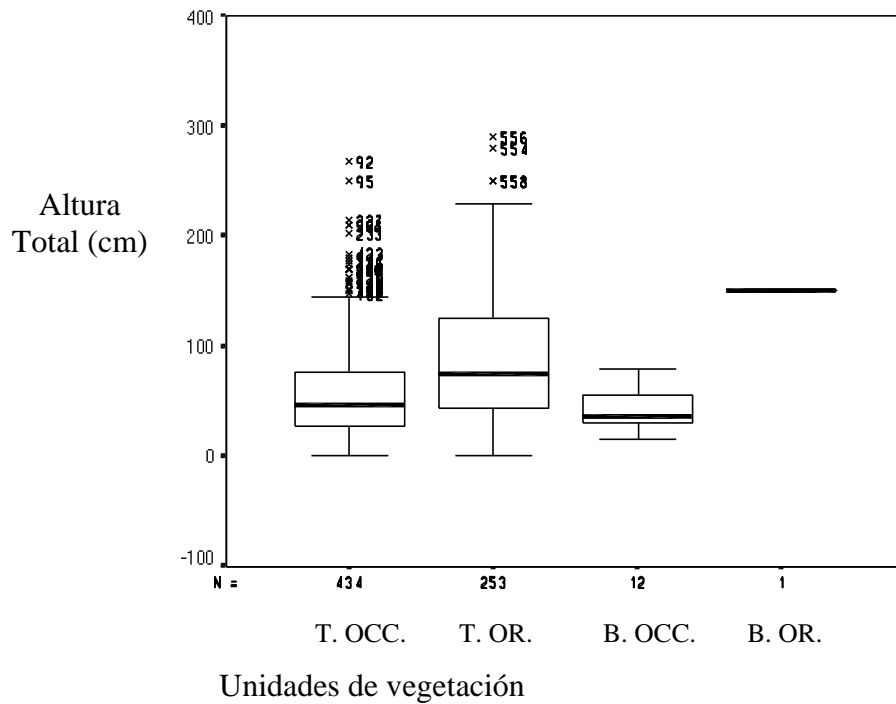


Figura 18. Diagrama de cajas y bigotes para la variable altura total de las orquídeas terrestres en las unidades de vegetación evaluadas.

**6.2.4.2. Cobertura.** Al igual que con la altura, en la figura 20 se observa que la variable cobertura presenta gran dispersión de los datos en todas las unidades de vegetación; estos datos son trabajados en  $\text{cm}^2$  para evitar valores mínimos muy pequeños (Tabla 16).



Tabla 16. Estadística descriptiva para la variable cobertura de las orquídeas terrestres en las unidades de vegetación evaluadas.

<b>Unidad de Vegetación</b>	<b>Media (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Mediana (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>V. Min (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>V. Max. (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Desv. Estándar (cm<sup>2</sup>)</b>
<b>T. Occidental</b>	481.85	214.50	0.50	8704.00	830.50
<b>T. Oriental.</b>	1034.33	580.00	7.50	9350.00	1368.99
<b>B. Occidental.</b>	270.83	93.75	12.00	1402.50	432.02

El promedio de cobertura para el talud occidental es de 214.5 cm<sup>2</sup> y se observa agrupación de los datos en valores inferiores a los de la media, al igual que en el talud oriental. Este talud presenta una media mucho mayor que el talud occidental, 1034.33 cm<sup>2</sup>, ya que más del 80% de sus individuos corresponden a *Elleanthus aurantiacus*, especie que aunque es de crecimiento tipo vara y con estructuras relativamente pequeñas forma grandes clones lo que incrementa su cobertura. Los valores mínimo y máximo son de 7.50 cm<sup>2</sup> y 9350 cm<sup>2</sup> respectivamente.

Los bosques presentan menor dispersión de los datos ya que se registran muy pocos individuos (solo 1 para el flanco oriental), la media es de 270.83 cm<sup>2</sup> con un valor mínimo de 12 cm<sup>2</sup> y máximo de 1402.5 cm<sup>2</sup>, con dos datos extremos que corresponden a *Warreopsis purpurea* y *Epidendrum aff decurviflorum*, la primera especie de hojas muy grandes y extendidas y la segunda con crecimiento tipo vara (Figura 19).

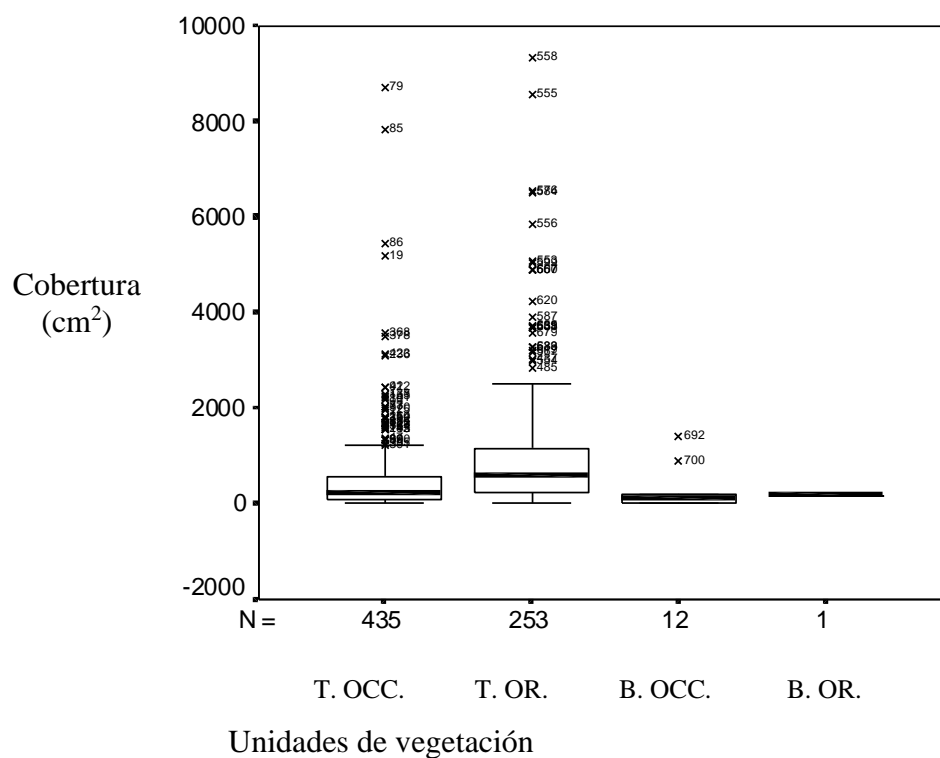


Figura 19. Diagrama de cajas y bigotes para la variable cobertura de las orquídeas terrestres en las unidades de vegetación evaluadas.

Para evaluar las diferencias entre las variables estructurales de las orquídeas terrestres en las unidades de vegetación evaluadas se utiliza la prueba no paramétrica de Mann – Whitney. Se analizan por separado los taludes y los bosques en regeneración avanzada por ser las unidades con mayor similitud. Esta prueba muestra diferencias altamente significativas entre los taludes de ambos flancos de la cordillera (cobertura,  $p = 0.000$ ; altura total,  $p = 0.000$ ), mientras que en los bosques en regeneración avanzada estas variables estructurales no difieren significativamente (cobertura,  $p = 0.789$ ; altura,  $p = 0.109$ ), debido a la escasez de datos.

**6.2.4.3. Índice de Valor de Importancia (AVI).** En los taludes de ambos flancos de la cordillera se destaca el género *Elleanthus*, debido a la especie *E. aurantiacus* por sus

altos valores de densidad, frecuencia y cobertura. Esta especie retiene el 33.75% y 69.18% de este índice para los taludes occidental y oriental respectivamente. En el flanco occidental aparece *Epidendrum fimbriatum* (AVI = 26.66) que presenta gran cantidad de individuos distribuidos en la mayoría de las parcelas de esta unidad de vegetación, *Maxillaria alticola* (AVI = 26.26) por su densidad y *Epidendrum aff decurviflorum* (AVI = 18.51) por su alta frecuencia. En el flanco oriental se destaca la especie *Elleanthus sp1* (BESN 393) (AVI = 9.66) por su cobertura y *Oncidium sp3* (BESN 373) (AVI = 6.54) por su frecuencia (Anexo G).

El AVI en los bosques en regeneración avanzada es más homogéneo, la única especie que se destaca para el flanco occidental es *Warreopsis purpurea* (AVI = 88.51) por su cobertura y para el oriental solo se registra *Prescottia cordifolia*.

**6.2.4.4. Biomasa.** El aporte total de biomasa de las orquídeas terrestres en el sector La Romelia es de 17.166 Kg. (Anexo G). El talud del flanco occidental es la unidad de vegetación que aporta la mayor biomasa de la zona, reteniendo el 61.23% (10,51028 Kg). Se destacan las especies *Elleanthus aurantiacus* y *Maxillaria alticola* con 4,5499 Kg y 1,7793 Kg respectivamente, debido a su crecimiento agregado y formación de grandes clones, además, la mayoría de especies del género *Elleanthus* se caracterizan por tener individuos muy altos y pesados parecidos a cañas y el género *Maxillaria* tiene bulbos que acumulan agua, lo que incrementa notablemente la biomasa de estas especies. Les siguen muy alejados *Epidendrum macrostachyum* Ldl. y *Maxillaria sp. 1* (BESN 082), la primera por ser una especie de grandes dimensiones con estructuras muy pesadas y el segundo por presentar bulbos medianos y muchos individuos.

El talud oriental aporta el 38.18% de la biomasa total. Al igual que en el talud del flanco occidental, la especie que presenta la mayor biomasa es *Elleanthus aurantiacus* por las características ya mencionadas. Le siguen las especies *Oncidium sp. 3* (BESN 373) y *Cyrtochilum superbiens* Rchb. f. por presentar grandes bulbos e inflorescencias en enredadera que aumentan su peso.

Los bosques en regeneración avanzada del flanco occidental y oriental contribuyen con el 0.5 % y 0.1 % respectivamente de la biomasa total registrada para el sector La Romelia, destacándose *Warreopsis purpurea* y *Aspidogyne boliviensis* por sus estructuras carnosas y tamaño medio.

### **6.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS**

#### **6.3.1. Unidades de vegetación**

**6.3.1.1. Sustrato.** No se realizan análisis estadísticos para las variables sustrato y orientación en las unidades de vegetación, ya que es evidente la preferencia de las orquídeas terrestres por el flanco occidental de la cordillera y por zonas de mayor humedad prefiriendo los briofitos como sustrato.

El flanco occidental está fuertemente influenciado por los vientos del Pacífico que mantienen una nubosidad permanente en la zona facilitando la colonización del área por diferentes familias de briofitos y estos a su vez, favorecen el anclaje de las semillas de orquídeas al sustrato aumentando sus probabilidades de germinación y colonización (Tabla 17).

Tabla 17. Número de individuos de orquídeas terrestres según el sustrato y orientación en las unidades de vegetación evaluadas.

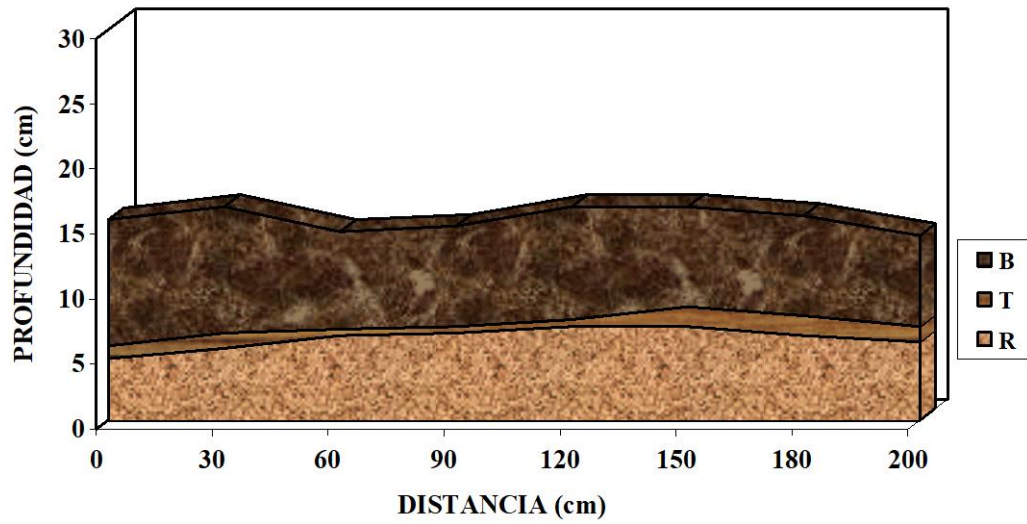
	<b>Briofitos</b>		<b>Hojarasca</b>	
	<b>&lt; 10 cm</b>	<b>&gt; 10 cm</b>	<b>&lt; 10 cm</b>	<b>&gt; 10 cm</b>
<b>Bosque Occidental</b>	-	-	7	-
<b>Bosque Oriental</b>	-	-	-	1
<b>Talud Occidental</b>	435	-	-	-
<b>Talud Oriental</b>	-	253	-	-

Otra característica que podría explicar la mayor diversidad y exuberantes poblaciones de orquídeas en el talud occidental de la cordillera es la presencia de una delgada capa de suelo formado, lo que podría estar colaborando al aporte de nutrientes o facilitando el anclaje de las raíces de las plantas, contrario a lo que sucede en el flanco oriental donde la capa de briófitos es muy delgada y en ocasiones ausente y le sigue la roca madre donde las raíces de las plantas no pueden penetrar y anclarse (Figura 20).

Por otro lado, los bosques de ambos flancos de la cordillera tienen una gruesa capa de hojarasca, que aparentemente es un limitante para la germinación y crecimiento de las orquídeas terrestres, posiblemente por que las semillas se lavan con el agua de lluvia o por que las hojas tienen un proceso muy lento de descomposición, son hojas muy gruesas de las familias Clusiaceae, Euphorbiaceae y Melastomataceae principalmente, que impiden la germinación de las plántulas. Este comportamiento se observa en el bosque oriental donde la capa de hojarasca es más profunda que en el occidental y el número de orquídeas disminuye considerablemente registrándose un único individuo (Figura 20).

Aunque estadísticamente estas hipótesis no pueden ser comprobadas, si existe un indicador que evidencia que la humedad constante genera poblaciones mas diversas y exuberantes y que la hojarasca es un limitante para las poblaciones de orquídeas, siendo estas mucho menores el flanco oriental de la cordillera.

### Talud occidental



### Talud oriental

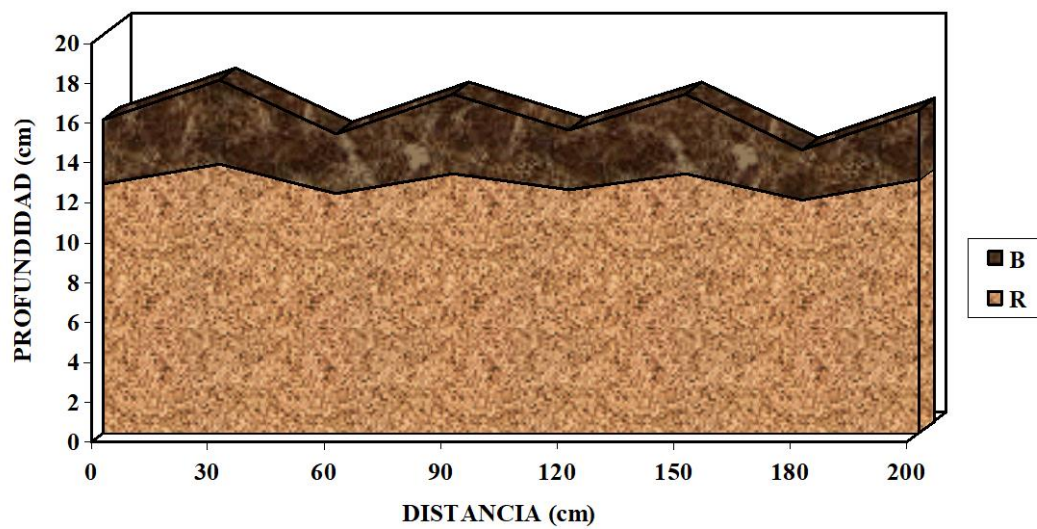
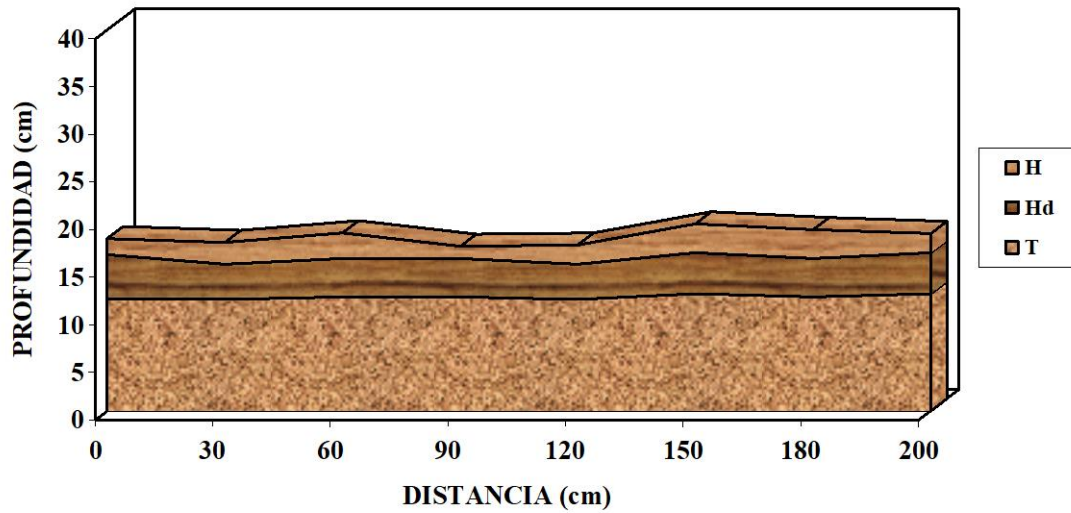


Figura 20. Perfiles de suelo para las unidades de vegetación evaluadas.

### Bosque occidental



### Bosque oriental

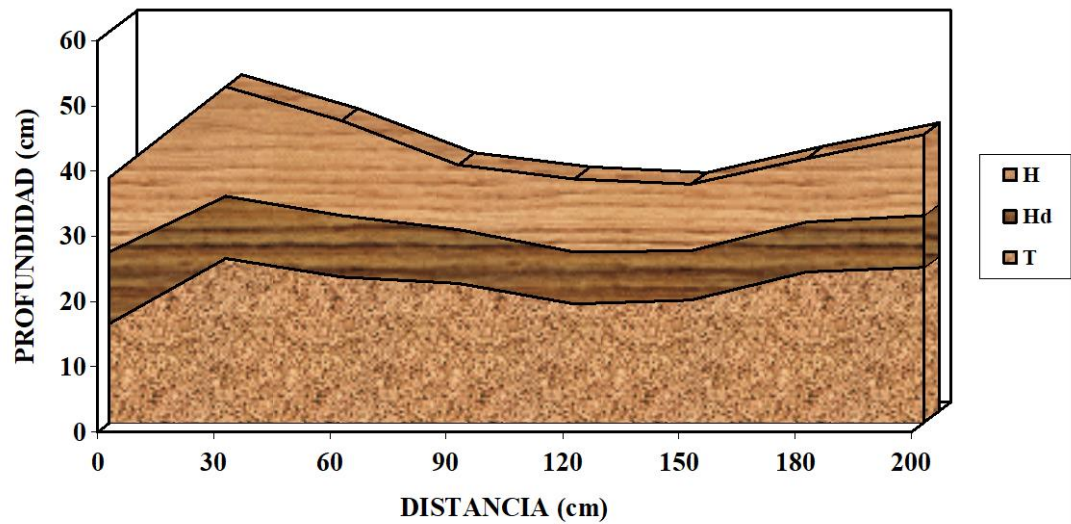


Figura 20. Perfiles de suelo para las unidades de vegetación evaluadas (continuación).



**6.3.1.2. Componentes principales.** Uno de los principales objetivos del análisis de componentes principales es determinar si el conjunto de variables estudiadas se pueden agrupar en un número menor de factores que permita reducir el exceso de información (Streiner, ---).

Se trabaja cada unidad de vegetación con el análisis de componentes principales con factores rotados, lo que permite encontrar los cuatro criterios necesarios para simplificar la interpretación de dichos factores (Streiner, ---).

Es claro que para todas las unidades de vegetación la agrupación de variables se realiza en 3 componentes, mientras que para el talud del flanco oriental son 4 los componentes determinados.

Los bosques de ambos flancos de la cordillera tienen un comportamiento muy parecido. Así, en las tablas 18 y 19 se muestra que estos bosques tienen en la primera componente, la humedad como la variable que más aporta, seguida por la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y el porcentaje de materia orgánica (% m.o.) para el occidental y el porcentaje de m.o. y el Carbono (C) para el oriental. Por otro lado, el segundo componente, está conformado por el Potasio para el occidental y el % de limo para el oriental y ambas unidades tienen como segunda variable en el segundo componente el % de arena.

Tabla 18. Análisis de componentes principales para los análisis físico – químicos de suelos en el bosque en regeneración avanzada flanco occidental

Variable	Componentes		
	1	2	3
<b>Acidez Intercambiable</b>	0.314	0.000191	<b>0.948</b>
<b>Al</b>	0.00146	0.267	<b>0.933</b>
<b>% Arcilla</b>	0.252	-0.730	-0.549
<b>% Arena</b>	0.136	<b>0.873</b>	0.437
<b>C</b>	0.758	0.624	0.189
<b>Ca</b>	0.573	0.523	-0.627
<b>CIC</b>	<b>0.954</b>	0.240	0.0140
<b>Humedad</b>	<b>0.966</b>	-0.185	0.125
<b>K</b>	0.01500	<b>0.957</b>	-0.207
<b>% Limo</b>	-0.714	0.495	0.0994
<b>Materia orgánica</b>	0.918	0.227	0.302
<b>N</b>	0.828	0.01040	0.493
<b>P</b>	0.884	0.02947	-0.132
<b>pH</b>	0.642	-0.515	-0.543
<b>Relación C/N</b>	0.875	-0.191	-0.390

Tabla 19. Análisis de componentes principales para los análisis físico – químicos de suelos en el bosque en regeneración avanzada flanco oriental

Variable	Componentes		
	1	2	3
<b>Acidez Intercambiable</b>	0.671	-0.424	-0.608
<b>Al</b>	0.918	-0.279	-0.165
<b>% Arcilla</b>	0.04657	-0.961	-0.260
<b>% Arena</b>	-0.151	<b>0.970</b>	0.0924
<b>Ca</b>	-0.689	0.367	0.530
<b>C</b>	0.910	0.09128	-0.356
<b>CIC</b>	0.122	0.728	<b>0.674</b>
<b>Humedad</b>	<b>0.993</b>	0.07139	-0.0893
<b>K</b>	0.748	0.632	-0.0429
<b>% Limo</b>	-0.135	<b>0.983</b>	0.110
<b>Materia orgánica</b>	<b>0.960</b>	-0.149	-0.184
<b>N</b>	-0.206	0.160	<b>0.894</b>
<b>P</b>	-0.659	-0.411	0.574
<b>pH</b>	-0.771	0.232	0.590
<b>Relación C/N</b>	0.495	-0.221	-0.839

Por otro lado, los taludes tienen comportamientos muy diferentes, el talud occidental tiene en su primera componente al porcentaje de arena seguido por la relación C/N, mientras que el oriental tiene al Calcio (Ca) y la CIC. En la segunda componente aparecen el Aluminio y el Nitrógeno en el occidente y en el oriente las características estructurales del suelo y los porcentajes de limo y arena. En el talud del flanco oriental, el tercer componente si es importante y aparecen como variables principales el Carbono, la humedad y el Nitrógeno. Esta es la única unidad de vegetación para la que no es importante el porcentaje de m.o (Tablas 20 y 21).

Tabla 20. Análisis de componentes principales para los análisis físico – químicos de suelos en el talud flanco occidental.

Variable	Componentes		
	1	2	3
<b>Acidez Intercambiable</b>	0.04586	0.943	0.08134
<b>Al</b>	0.07253	<b>0.985</b>	0.129
<b>% Arcilla</b>	0.08626	-0.0320	<b>0.995</b>
<b>% Arena</b>	<b>0.990</b>	-0.112	-0.0557
<b>C</b>	0.765	0.620	-0.143
<b>Ca</b>	-0.629	-0.476	0.615
<b>CIC</b>	-0.758	0.229	0.608
<b>Humedad</b>	0.478	0.601	0.603
<b>K</b>	-0.547	0.614	0.569
<b>% Limo</b>	-0.251	-0.239	<b>0.685</b>
<b>Materia orgánica</b>	0.760	0.635	-0.136
<b>N</b>	0.394	<b>0.901</b>	-0.174
<b>P</b>	0.227	-0.282	-0.890
<b>pH</b>	-0.774	-0.600	0.111
<b>Relación C/N</b>	<b>0.933</b>	0.347	-0.0846

Tabla 21. Análisis de componentes principales para los análisis físico – químicos de suelos en el talud flanco oriental

Variable	Componentes			
	1	2	3	4
<b>Acidez Intercambiable</b>	-0.524	-0.591	-0.154	-0.593
<b>Al</b>	0.245	-0.777	-0.153	-0.559
<b>% Arcilla</b>	-0.0740	-0.121	-0.357	-0.923
<b>% Arena</b>	0.05460	<b>0.936</b>	0.333	-0.100
<b>C</b>	-0.156	-0.124	<b>0.844</b>	0.497
<b>Ca</b>	<b>0.949</b>	0.188	-0.124	-0.222
<b>CIC</b>	<b>0.921</b>	0.220	0.104	0.303
<b>Humedad</b>	0.372	-0.0193	<b>0.831</b>	0.414
<b>K</b>	0.322	0.862	-0.382	-0.0889
<b>% Limo</b>	0.178	<b>0.971</b>	-0.159	0.03094
<b>Materia orgánica</b>	0.0236	-0.0790	0.309	<b>0.947</b>
<b>N</b>	-0.419	0.425	0.802	0.0223
<b>P</b>	-0.979	0.202	0.004519	0.01593
<b>pH</b>	0.835	0.391	-0.378	0.07855
<b>Relación C/N</b>	-0.135	-0.146	0.821	<b>0.534</b>

Si bien los factores edáficos juegan un papel muy importante en el establecimiento de las plantas en determinadas zonas, la falta de información (por sus elevados costos) impide correlacionar directamente estas variables con la distribución de orquídeas terrestres en la zona. Este análisis de componentes principales con factores rotados solo nos permite lanzar hipótesis acerca de sus posibles relaciones las cuales no podrán ser comprobadas estadísticamente.

**6.3.1.3. Índice de correlación lineal.** Este análisis permite identificar la posible relación entre las variables cuantitativas (altura y cobertura de las parcelas) con la abundancia y diversidad de las especies en cada unidad de vegetación.

En ninguna unidad se ajustan los datos a la curva de distribución normal por lo que se analizan mediante el análisis de correlación de Spearman. Los resultados muestran que no existe asociación o dependencia lineal entre la abundancia y diversidad de especies con la cobertura y altura de las parcelas evaluadas. (Tabla 22).

Tabla 22. Coeficiente de correlación de Spearman y su probabilidad para las variables altura total y cobertura contra diversidad y abundancia en cada unidad de vegetación evaluada.

	<b>T. OCC.</b>		<b>T. OR.</b>		<b>B. OCC.</b>	
	<b>DIV</b>	<b>ABU</b>	<b>DIV</b>	<b>ABU</b>	<b>DIV</b>	<b>ABU</b>
<b>Cobertura</b>	-0.0346 (0.019)	-0.144 (0.341)	-0.252 (0.151)	-0.381 (0.026)	-0.416 (0.031)	-0.403 (0.037)
<b>Altura</b>	-0.186 (0.215)	-0.125 (0.409)	-0.173 (0.329)	-0.048 (0.789)	0.125 (0.534)	0.147 (0.464)

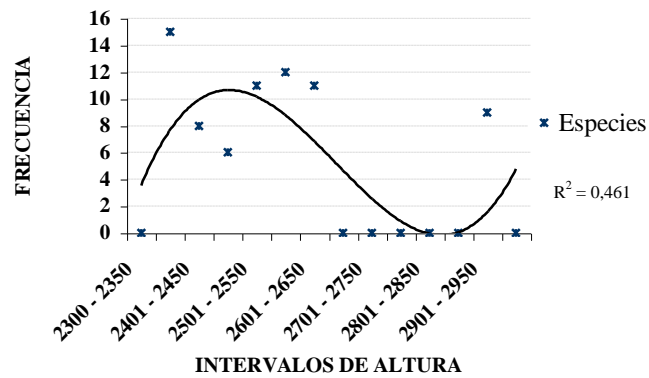
Aunque en las unidades de vegetación no se observa preferencia de las orquídeas por determinado rango de altura, el talud occidental presentó la mayor parte de sus individuos entre los 2300 y 2650 m., y se registra un incremento entre los 2900 – 2950 m. Por el contrario, el talud oriental registra el mayor número de individuos entre 2800 y 2950 m. y esta unidad solo está representada sobre los 2600 m en adelante. En el bosque occidental el número de individuos es limitado y su distribución es muy homogénea entre 2400 y 2850 m. Hay que aclarar que la mayoría de los intervalos que no presentan individuos se debe a que la unidad no está representada a esa altitud, con excepción del bosque oriental que solo se registra un individuo.

El mismo comportamiento se observa para la cobertura de las parcelas, en los taludes de ambos flancos de la cordillera la mayoría de las orquídeas se registran en parcelas con

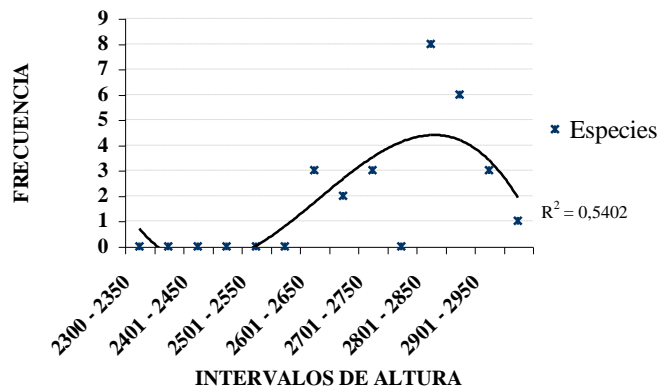
coberturas entre 20 y 50%, mientras que para el bosque occidental se registran orquídeas a coberturas superiores al 50%, aunque en esta unidad de vegetación ninguna parcela presenta una cobertura inferior al 30%.

Las figuras 21 a 24 muestran que no hay una tendencia definida entre la altura y la cobertura con la diversidad y abundancia de orquídeas terrestres en el sector La Romelia, comprobando que la relación entre estas variables es muy baja. Los datos muestran mayor ajuste a la curva polinomial por ser datos que presentan gran fluctuación, pero con un  $R^2$  muy bajo por lo que este ajuste no es confiable.

### Talud occidental



### Talud oriental



### Bosque occidental

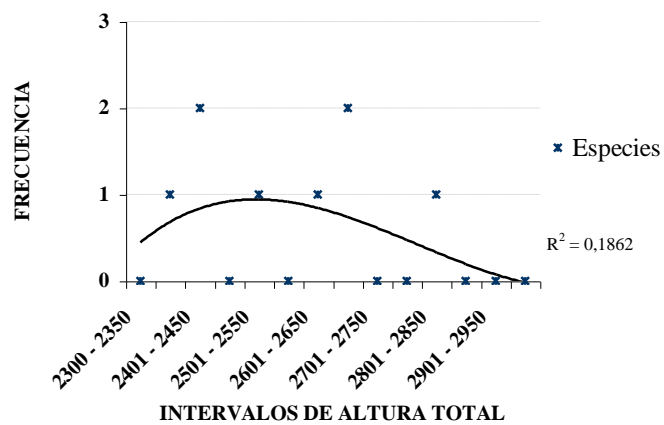


Figura 21. Distribución altitudinal del número de especies de orquídeas terrestres en las unidades de vegetación evaluadas.

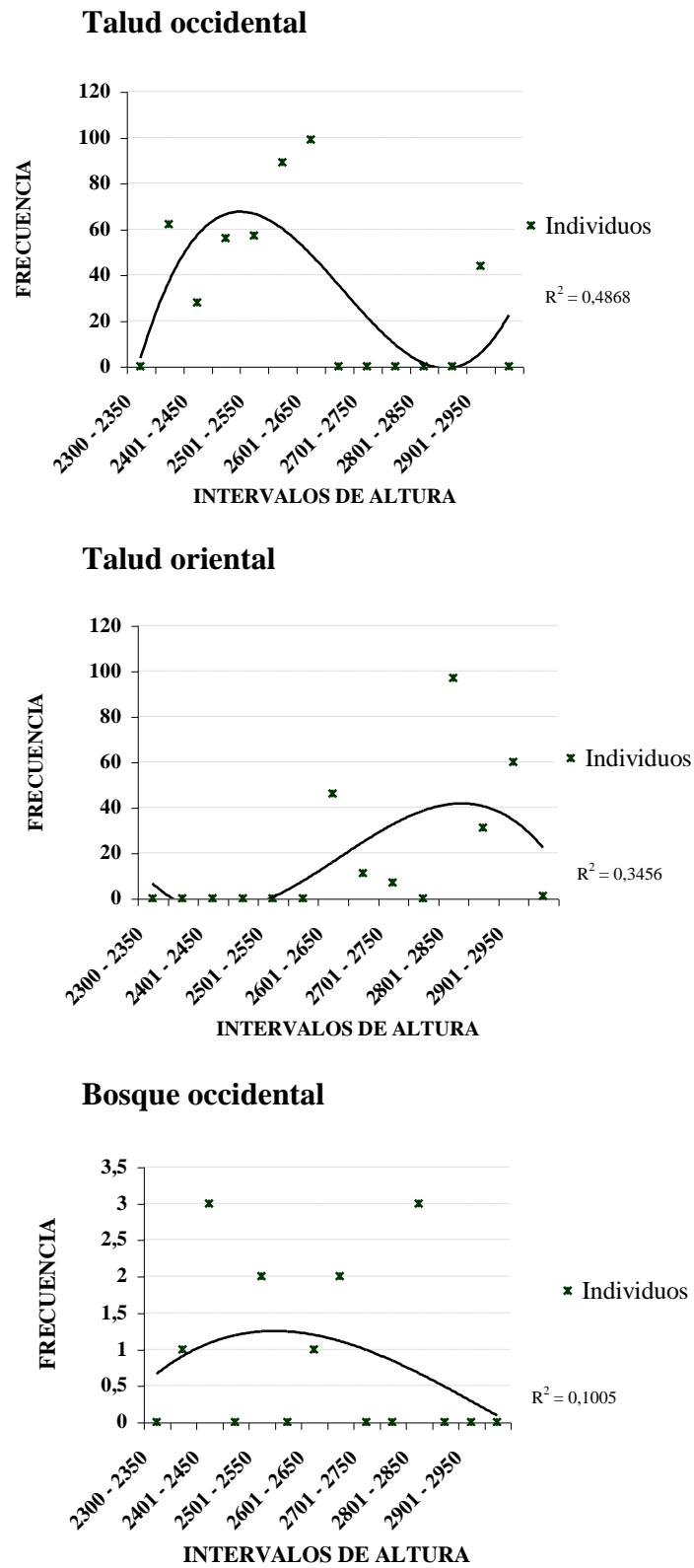
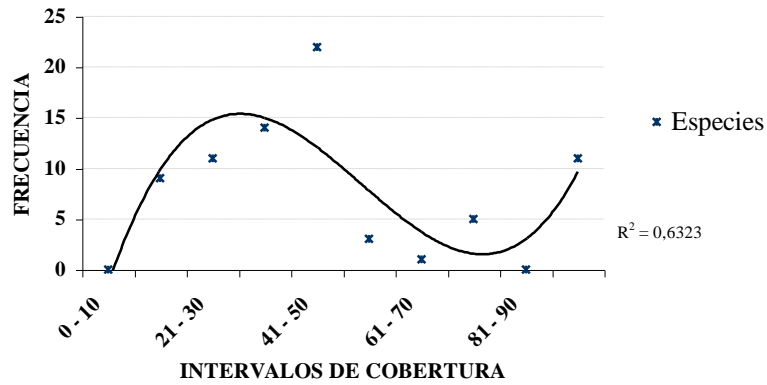


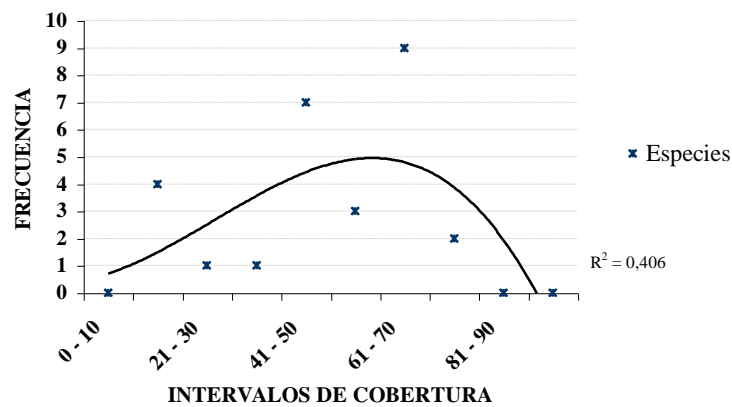
Figura 22. Distribución altitudinal del número de individuos de orquídeas terrestres en las unidades de vegetación evaluadas.



### Talud occidental.



### Talud oriental.



### Bosque occidental

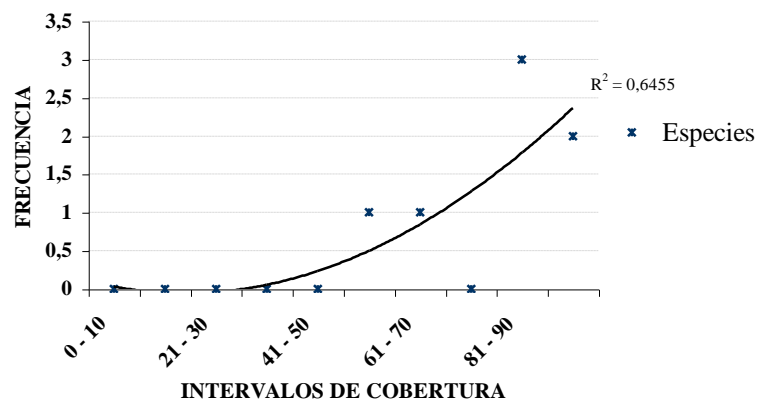
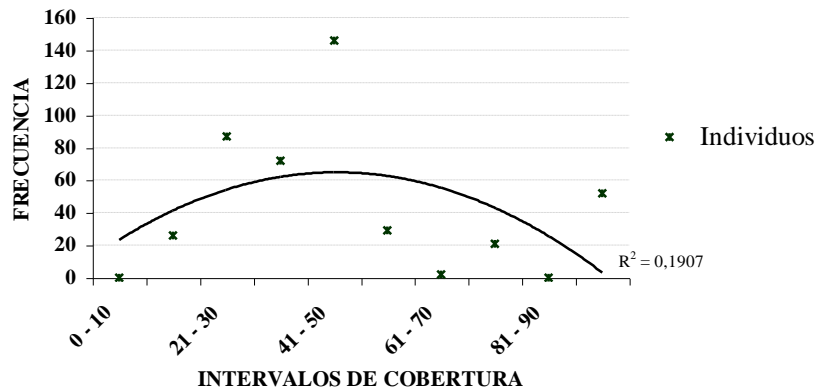
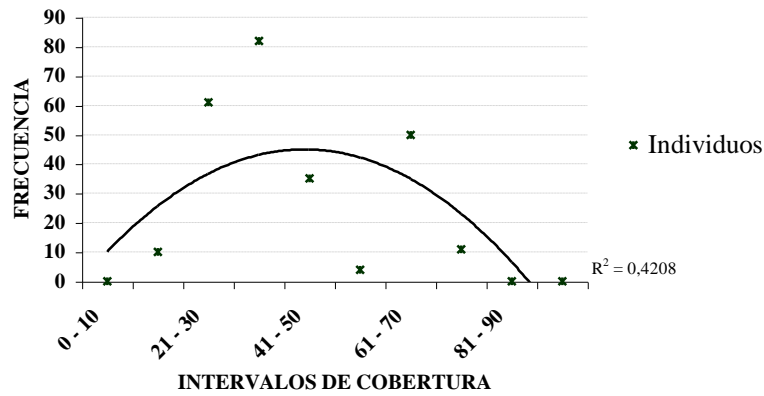


Figura 23. Distribución del número especies de orquídeas terrestres según el rango de cobertura en las unidades de vegetación evaluadas.

### Talud occidental.



### Talud oriental.



### Bosque occidental

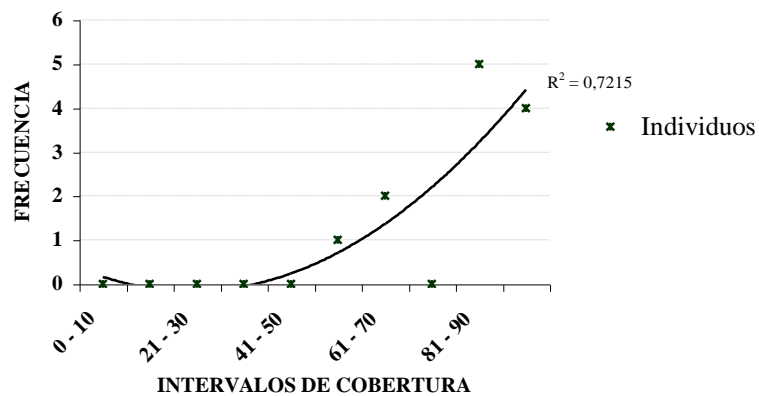


Figura 24. Distribución del número de individuos de orquídeas terrestres según el rango de cobertura en las unidades de vegetación evaluadas.

**6.3.1.4. Distribución.** Como existe mayor similitud entre las unidades de vegetación: talud occidental y oriental, los análisis de distribución se hacen por separado para las unidades de vegetación de los taludes y para los bosques en regeneración avanzada (Anexos H-I).

La mayoría de especies presentan una distribución aleatoria en las unidades de vegetación evaluadas y solo 10 especies muestran distribución agregada. Ninguna especie presenta patrón de distribución regular.

La distribución aleatoria hace referencia a que cada punto en el espacio tiene la misma probabilidad de estar ocupado por cualquiera de estas especies y la varianza relativa es igual a 1, aunque hay que aclarar que para determinar estos patrones no solo se utiliza la varianza (Mateucci & Colma, 1982). Por ejemplo, muchas de las especies aquí registradas muestran frecuencia relativa superior a 1 y presentan patrón aleatorio (teóricamente sería patrón agregado) pero la poca cantidad de individuos no permite contemplar alguna preferencia para catalogarlo como agregado.

Todas las especies que presentan patrón agregado se encuentran en los taludes, principalmente en el occidental. Este patrón se da por que la varianza de las especies excede la media debido a que grandes cantidades de individuos se concentran en pocas unidades muestrales. Por ejemplo, la especie *Elleanthus aurantiacus* muestra agregación en ambos taludes, mientras que *Epidendrum fimbriatum*, *E. macrostachyum* y *E. aff. decurviflorum* tienen este mismo patrón pero exclusivamente para el talud occidental.

Teóricamente en etapas tempranas de sucesión, las especies tienden a presentar un patrón aleatorio por la distribución de los propágulos, pero a medida que aumenta la densidad de individuos la tendencia es la agregación de las plantas hijas alrededor de las madres (Mateucci & Colma, 1982). Esta situación se ve evidenciada en los taludes de ambos flancos de la cordillera donde existen especies aleatorias que están iniciando la colonización de estos hábitats y donde aparecen las especies agregadas, probablemente con el tiempo, estas especies agregadas registrarán nuevamente un patrón aleatorio debido a la competencia e interacción con otros organismos.

### **6.3.2. ESPECIES AGREGADAS**

Son muchas las causas de agregación, variaciones en el hábitat, eficacia de la polinización, métodos de dispersión, características ambientales, entre otras, aquí se pretende explicar cuales de las variables evaluadas están determinando esta distribución.

**6.3.2.1. Tipo de vegetación y orientación.** Para facilitar los análisis, se unieron las variables tipo de vegetación y orientación de las parcelas en la tabla 23. Es clara la preferencia de las orquídeas con distribución agregada por los taludes, principalmente en el flanco occidental de la cordillera. Solo dos especies con distribución agregada son compartidas por dos unidades de vegetación: *Maxillaria alticola* en los taludes de ambos flancos de la cordillera y *Epidendrum aff decurviflorum* en el talud y bosque en regeneración avanzada del flanco occidental, pero ambas especies están agregadas en el talud occidental. *Elleanthus sp. 1* (BESN 393) es la única especie con distribución agregada registrada para el talud oriental.

Tabla 23. Distribución de 10 especies de orquídeas terrestres con distribución agregada según el tipo de vegetación y orientación de las parcelas.

ESPECIES	T. OCC.	T. OR.	B. OCC.	B. OR.
<i>Elleanthus aurantiacus</i>	*	*		
<i>Elleanthus sp. 1</i> (BESN 393)	*			*
<i>Epidendrum aff decurviflorum</i>	*		●	
<i>Epidendrum fimbriatum</i>	*			
<i>Epidendrum macrostachyum</i>	*			
<i>Maxillaria alticola</i>	*	●		
<i>Maxillaria sp. 1</i> (BESN 082)	*			
<i>Maxillaria sp. 2</i> (BESN 333)	*			
<i>Pleurothallis sp. 8</i> (BESN 491)	*			
<i>Pleurothallis sp. 11</i> (BESN 525)	*			

\* Especies con distribución agregada

● Especies presentes en la unidad de vegetación pero no presentan agregación.

**6.3.2.2. Sustrato.** Las orquídeas terrestres que presentan agregación se localizan exclusivamente en los taludes, lo que evidencia que estas unidades de vegetación presentan las condiciones óptimas para el establecimiento y desarrollo de esta familia, aunque es posible que cada subfamilia o género presente exigencias específicas en cuanto a intensidad lumínica o sustrato pues son las características más contrastantes entre estas unidades de vegetación. Al igual que los análisis realizados para la totalidad de las orquídeas, las especies agregadas prefieren los briofitos como sustrato por las características anteriormente expuestas, pero faltan estudios mas detallados para poder afirmar estas preferencias.

**6.3.2.3. Chi cuadrado.** Este análisis se realiza para evaluar si las especies muestran alguna preferencia por determinados rangos de las variables cualitativas: altura (trabajada como rangos), cobertura, orientación y tipo de vegetación. Todos los datos son altamente significativos y se observa que las especies están agregadas en determinados rangos de estas variables. Estos análisis solo se realizan para las especies que presentan patrón de distribución agregado (Anexo I).

**6.3.2.3.1. Altitud.** Aunque a nivel de las unidades de vegetación la diversidad y abundancia de las especies no presentan asociación con la altitud, las especies con patrón agregado muestran preferencia por determinados rangos altitudinales (Anexo J). Por ejemplo, la mayoría de las especies prefieren el rango entre 2350 y 2650 m, con un óptimo de distribución entre 2450 y 2600 para las especies *Elleanthus aurantiacus*, *Epidendrum fimbriatum* y *Epidendrum aff. decurviflorum*. Las dos especies del género *Pleurothallis* se registran entre 2500 y 2600 m. No se observa ninguna preferencia entre las especies del género *Maxillaria*. *M. alticola* y *M. sp. 1* (BESN 082) prefieren el rango entre 2600 – 2650 m, mientras que *M. sp. 2* (BESN 333) entre 2350 – 2400 m. La especie *Elleanthus sp. 1* (BESN 393) se registra a una única altitud en el flanco oriental entre 2800 – 2850 m (Figura 25).

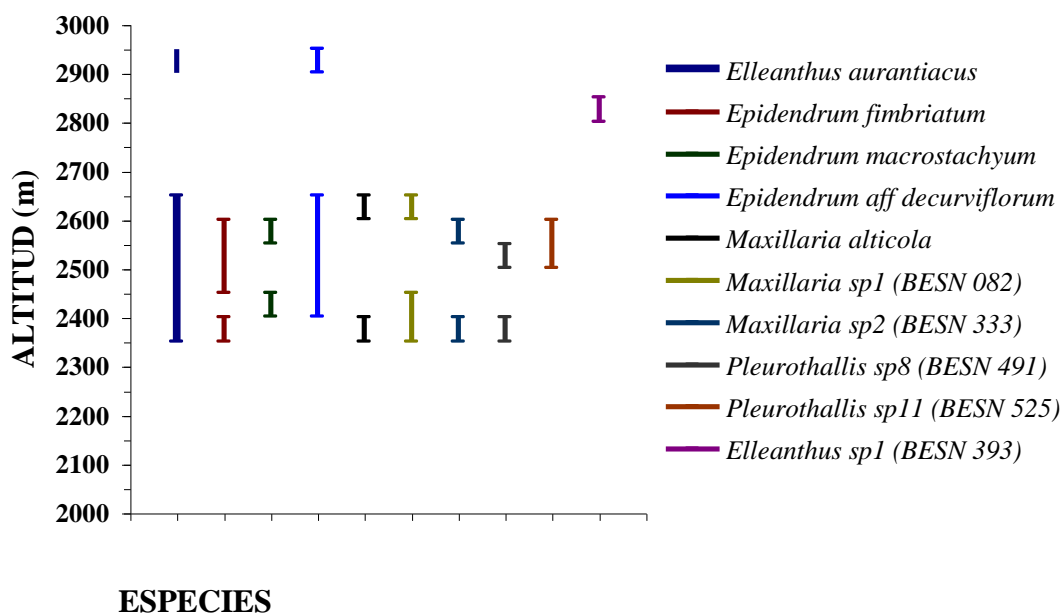


Figura 25. Distribución de 10 especies de orquídeas terrestres con distribución agregada según la altitud.

**6.3.2.3.2. Cobertura.** Al igual que con la altitud, las especies agregadas muestran preferencia por determinados rangos de cobertura. Todas las especies se ubican en parcelas con porcentaje de cobertura entre 0 y 50%, con excepción de *Epidendrum macrostachyum*, *Pleurothallis sp. 11* (BESN 525) y *Elleanthus sp. 1* (BESN 393) que solo se registran en parcelas con cobertura entre 25 y 50%, y de *Maxillaria sp. 2* (BESN 333) que solo es registrada en parcelas con una cobertura máxima del 25%. *Elleanthus aurantiacus*, *Epidendrum fimbriatum* y *Epidendrum aff. decurviflorum* presentan la mayor distribución con individuos en parcelas con todos los porcentajes de cobertura (Figura 26).

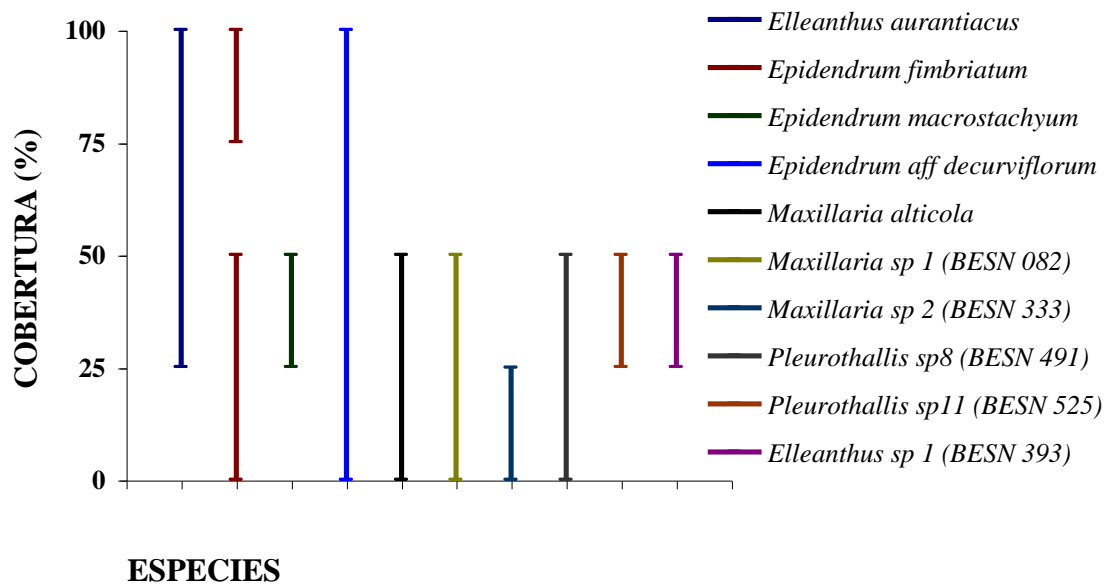


Figura 26. Distribución de 10 especies de orquídeas terrestres con distribución agregada según el porcentaje de cobertura.



## 7. DISCUSION

Las familias y géneros más diversos de plantas superiores encontrados en las unidades de vegetación identificadas coinciden con los reportados para los bosques nublados a estas elevaciones (e.g. Silverstone & Ramos, 1995; Gentry, 1986a, 1992; Elgaard & Ollgaard, 1995), con excepción de Lauraceae que es catalogada como la familia más importante de los bosques nublados tropicales (Gentry, 1986a, 1992) y en el área de estudio fue desplazada por Clusiaceae con respecto a árboles, pero a nivel de riqueza de especies es desplazada por Orchidaceae como ya ha sido afirmado por Cavelier et al. (2001) para la cordillera occidental.

Se destacan otras familias como Araliaceae, Myrsinaceae y Myrtaceae y géneros compuestos por muy pocas especies como *Ilex*, *Brunellia*, *Viburnum*, *Weinmannia*, *Panopsis* y *Styrax*, registros que concuerdan con lo reportado por Gentry (1992) para estos bosques.

Al igual que en toda la cordillera andina, se destacaron los géneros *Miconia* y *Palicourea* por presentar un elevado número de especies (Gentry, 1986a) (patrón fitogeográfico: “Andean-centered”), que se debe, según Cuatrecasas (1958, 1989, citado en Rangel & Garzón, 1994), a su amplio margen de adaptabilidad térmica.

Por otro lado, la vegetación de los taludes coincide con el hábito herbáceo y arbustivo registrado para los bosques de niebla, estando dominados por diferentes familias de briofitos y por varios géneros de Bromeliaceae, Orchidaceae y Araceae (Catan et al., 1984).

Orchidaceae es la familia de plantas superiores con mayor número de especies. Según Gentry (1992) esta alta diversidad, especialmente en América tropical, podría deberse a una especiación explosiva resultando en más endemismo local en los bosques nublados de los Andes que en otras partes del mundo (Gentry, 1992). En los grupos “Andean-centered” como Orchidaceae las interacciones coevolutivas con polinizadores especializados tales como colibríes o murciélagos nectarívoros, han sido muy importantes en la historia evolutiva de estos taxa. Gentry (1986b) interpreta la gran concentración de especies existentes en esta región, principalmente a lo largo de las laderas húmedas a baja altura de los Andes pero también en menor medida en las selvas nubladas del sur de Centro América, como resultado de una especiación muy activa, aparentemente relacionada de alguna manera con las particularidades del terreno quebrado y/o a una compleja yuxtaposición de diferentes tipos de vegetación. Muy probablemente la evolución de estos taxa que es extremadamente dinámica, aún explosiva, es un accidente de la orogenia Andina asociada a “genetic transilience” y a fenómenos asociados con la deriva genética (Gentry, 1986b; Niedder et al, 1999).

Para Colombia, el padre Pedro Ortiz Valdivieso (1995) reportó 3046 especies distribuidas en 218 géneros, de los cuales el 39 % (85 géneros) son terrestres, semiterrestres o rupícolas, demostrando la importancia de estos hábitos en la diversidad de los bosques tropicales. El 27 % de estos géneros terrestres fueron registrados en el

sector La Romelia del P.N.N. Munchique, lo que indica, a pesar de que el departamento del Cauca no cuenta con listados completos, que esta familia está muy bien representada a nivel genérico en la zona.

Hay que destacar la presencia de un representante de *Psilochilus* que no fue determinado a nivel específico, género que presenta muy pocas especies a nivel mundial, situación que aumenta las posibilidades de encontrar nuevos registros para la ciencia, pero que tendrán que ser revisados por especialistas en el exterior. Por otro lado, el tamaño de esta familia y la falta de especialistas disminuyó las posibilidades de determinación.

En cuanto a la distribución de esta familia, al igual que la flora en general, tiende a ser de carácter regional. Los géneros más populosos suelen encontrarse en toda América tropical desde Bolivia hasta Venezuela como son *Stelis*, *Epidendrum*, *Maxillaria* y *Oncidium* (Dodson & Escobar, ) que coinciden con los más diversos y abundantes encontrados en el sector La Romelia, aunque en el área de estudio aparece *Elleanthus* desplazando a *Oncidium* y *Stelis* fue reemplazado por *Pleurothallis*, otro género de la subtribu Pleurothallidinae.

La alta diversidad de esta subtribu, 16 especies de los géneros *Pleurothallis* y *Stelis* que equivale al 24.2% de la diversidad total, coincide con otras investigaciones realizadas en bosques andinos donde Pleurothallidinae no solo es la subtribu más diversa sino que presenta los mayores valores de densidad (Suin, 1999; Bogh, 1992; Alzate & Cardona, 2000), siendo la superioridad de esta subtribu la diferencia entre los bosques tropicales de bajas y altas altitudes (ter Steege & Cornelissen, 1989 citado en Bogh, 1992).

El bosque en regeneración avanzada y el talud occidental presentan la mayor diversidad y número de individuos de cada tipo de vegetación, lo que evidencia, que al igual que en las epífitas, la niebla es un factor determinante en la distribución de las especies de esta familia.

Se ha demostrado que existe una relación positiva entre la abundancia de epífitas y la exposición a la lluvia horizontal causando comunidades más exuberantes a barlovento que a sotavento, ya que dichas comunidades en épocas menos lluviosas son amortiguadas por la niebla (Sudgen & Robins, 1979 citado en Rosenberger & Williams, 1999; Rosenberger & Williams, 1999). Esto se observa en las unidades de vegetación del flanco occidental, ubicadas a barlovento con respecto a los vientos del Pacífico. Aquí se presenta un fenómeno de estancamiento ocasionado por los vientos del Océano lo que genera lluvia horizontal y paisajes nublados durante todo el año, situación que favorece estas poblaciones ya que se ha sugerido que es la duración y no la cantidad de rocío lo que es importante para las plantas (Uribe, 1985).

Aunque las orquídeas se han adaptado exitosamente a la escasez de agua por presentar en sus raíces (al igual que las aráceas y que las raíces aéreas de moráceas) un tejido considerado como absorbente y protector denominado velamen (Benzing, 1973; Esau, 1977 citado por Díaz-Hernández, 1999), la niebla favorece la existencia de grandes poblaciones. Esto se observa claramente en los paisajes del flanco oriental, donde hay presencia de pequeñas poblaciones, con excepción de la especie *Elleanthus aurantiacus*, e incluso de individuos aislados. En síntesis, aunque es poco probable que el agua sea un factor limitante para la existencia de la familia Orchidaceae, su ausencia si reduce la reproducción y el establecimiento de las especies.

Por otro lado se demostró que la diversidad y abundancia de orquídeas terrestres no está directamente relacionada con la altitud de las parcelas en las unidades de vegetación, aunque hay que aclarar que el rango altitudinal evaluado fue solo de 700 m. Es probable que la altitud como variable independiente no afecte la distribución de las especies, pero sí otros factores relacionados con esta variable como son la temperatura o la distribución de los polinizadores, en este caso aves e insectos. Por ejemplo, Johansson (1974 citado en Serna, 1994) afirma que el empobrecimiento de la flora orquideológica al aumentar la altitud puede deberse a las bajas temperaturas, aunque habría que realizar estudios mas detallados que comprueben la menor diversidad de la familia Orchidaceae con la disminución de la temperatura.

Los taludes comparten el mayor número de especies y son las unidades de vegetación más diversas reteniendo el 98.14% del total de las especies encontradas en el área de estudio, lo que indica que tienen características similares que favorecen el establecimiento y reproducción de las orquídeas.

El éxito de colonización de estos hábitats por parte de las orquídeas se debe en gran parte a su propagación vegetativa por estolones terminales, especialmente en aquellas especies que alcanzan longitudes superiores a 1 m como es el caso de algunas especies de los géneros *Epidendrum*, *Elleanthus*, *Maxillaria* y *Sobralia* (Díaz-Hernández, 1999), que son dominantes en estas unidades de vegetación.

Además, estas especies son colonizadoras de los taludes, su localización es estratégica dentro de los procesos de recuperación de suelos degradados ya que se localizan en sustratos litófilos (manto rocoso y material parental) y aumentan con su actividad el

aporte de material orgánico. La presencia de la simbiosis en las orquídeas unido a los extensos sistemas radicales gruesos y escasamente ramificados, convierten a estas especies vegetales en un importante recurso natural en la conservación, recuperación y colonización de taludes y hábitats degradados (Díaz-Hernández, 1999).

Por otro lado, la presencia de briofitos como sustrato es una característica importante de los taludes. Aunque la metodología usada en este trabajo no permitió relacionar la abundancia o diversidad de las especies con esta variable, se ha documentado la importancia de estas plantas no vasculares en el asentamiento de las poblaciones de orquídeas (Alzate y Cardona, 2000).

Dentro de las ventajas que presenta este tipo de sustrato se destaca su capacidad para amortiguar las fluctuaciones en la disponibilidad de la humedad, su papel como fuente de nutrientes minerales (Benzing 1987, Benzing, 1989 citado en Bogh, 1992 ;Nadkarni & Matelson, 1991 citado en Rosenberger & Williams, 1999), su importancia en la transformación del nitrógeno desde formas grandemente móviles en deposición atmosférica a formas recalcitrantes en biomasa y humus, y su potencial de acumulación neta de C y N en los ecosistemas tropicales (Richards, 1984, Frahm, 1990 citados en Clark *et al.*, 1998; Clark et al., 1998).

Las características anteriormente nombradas hacen de los briofitos el mejor sustrato para las orquídeas, y más si afirmamos que estos pueden incrementar la posibilidad de que las semillas se adhieran al suelo aumentando sus probabilidades de germinación y colonización, que pueden disminuir algún efecto alelopático (Pavone & Reader, 1985 citado en Bennet, 1986), y que posiblemente pueden ayudar a mantener algunas

micorrizas de hongos. Por el contrario, los bosques presentan una gruesa capa de hojarasca y el proceso de descomposición de estas hojas es muy lento lo que dificulta que las orquídeas tengan contacto con el suelo, además son semillas extremadamente pequeñas que posiblemente se lavan con el agua de lluvia, lo que dificulta aún más su germinación.

Uno de los factores mas importantes en las selvas de niebla es la luminosidad debido a que las plantas se encuentran sometidas a bruma y niebla constante, por lo que las especies han tenido que desarrollar diversas adaptaciones como las coloraciones oscuras o el incremento del área foliar (Sánchez et al., 1990 citado en Serna, 1994). Aunque estadísticamente no se observa relación lineal entre la cobertura de las parcelas y la abundancia o diversidad de las orquídeas, hay que aclarar que la mayoría de hierbas y plántulas del sotobosque de los bosques tropicales están limitadas por la luz solar (Svenning, 1999; Chadzon et al., 1996, Whitmore, 1996 citados en Nicotra et al., 1999), que a menudo es menor al 2 % (Chadzon & Fetcher, 1984, Denslow, 1987, MacDougal & Kellman, 1992, Clark et al., 1996 citados en Svenning, 1999). Además las pocas especies registradas en estos se localizan en zonas relativamente “abiertas” donde la entrada de luz es constante. Esto podría indicar que la preferencia de las plántulas de establecerse en micrositios altamente expuestos a la luz, no necesariamente se debe a los procesos de establecimiento en sí, pero puede ser el resultado de un incremento en la fecundidad de los adultos o la dispersión de las semillas relacionado con los claros del bosque tal como lo afirma Livey (1989 citado en Svenning, 1999).

Este comportamiento lo presentan las especies encontradas en los bosques como *Warreopsis purpurea* o *Aspidogyne boliviensis*, de las que se encuentran poblaciones

relativamente grandes en el flanco occidental muy cerca a los caminos, lo que les garantiza una entrada constante de luz y posiblemente un mayor éxito reproductivo. Contrario a lo sucedido con *Prescottia cordifolia* en el bosque oriental o con *Psilochilus sp. 1* (BESN 345) en el flanco occidental, donde solo se registra un individuo por especie. Este planteamiento también puede aplicarse a las especies presentes en los taludes, aquí el porcentaje de luz es mucho mayor que en los bosques y el éxito reproductivo es evidentemente superior.

En conclusión se puede afirmar que aunque no se comprobó estadísticamente la importancia de la luminosidad en la distribución de las orquídeas terrestres, debido posiblemente a que se midió la entrada de luz permitida por los claros del bosque y las ramas y no datos puntuales con luxómetro por ejemplo, estas presentan un patrón de comportamiento muy parecido al de las epífitas con respecto a esta variable. Así, la creación de claros, en este caso la tala del bosque para la construcción de las carreteras, puede crear “hot spots” en las zonas que rodean al claro (taludes), debido a un incremento en la eficacia reproductiva, cambios en la biomasa o diferencias en la sobrevivencia y necesidades de las especies individuales (Young, 1995 citado en Rosenberger & Williams, 1999), que hacen de estas unidades de vegetación las más diversas en orquídeas terrestres del área de estudio.

Con respecto a los requerimientos nutricionales por parte de las orquídeas, se tuvo en cuenta la nutrición epífita ya que la familia Orchidaceae tiene cerca del 60% de sus especies en este hábito, además los géneros más diversos encontrados en esta área como son *Pleurothallis*, *Maxillaria* y *Epidendrum* son de hábitos terrestre y epifito por lo que se asume que comparten gran parte de las adaptaciones y necesidades en este aspecto.



Según varios estudios (Perry, 1978; Rieley et al 1979, Bentley & Carpenter, 1980; Nadkarni, 1986; Brown & Bates, 1990 citados en Rosenberger & Williams, 1999) a parte del suelo, las plantas pueden obtener nutrientes de la niebla, descomposición de m.o., caída de agua por las ramas, deposición de heces animales y la actividad de bacterias fijadoras de N. En este estudio, se realizaron análisis físico – químicos del suelo los cuales permitieron lanzar hipótesis de posibles relaciones y requerimientos por parte de las orquídeas, desafortunadamente estas no pudieron ser comprobados estadísticamente por la falta de datos, imposibles de tomar por los elevados costos de los análisis.

Es curioso observar que las unidades de vegetación que presentan mayor similitud (talud occidental y oriental) no tienen las mismas características del suelo (componentes principales) lo que indica que la alta diversidad de estas unidades depende de otras características diferentes a las condiciones edáficas.

Existen tres razones que justifican esta afirmación. Primero, el acceso a los macronutrientes que tienen las orquídeas epífitas es muy limitado; segundo, la mayoría de las especies registradas se localizan en los taludes con los suelos más pobres de toda el área de estudio y tercero, que pueden tomar nutrientes de otras zonas o por otras vías como ya fue argumentado.

Aunque las variables anteriormente explicadas determinan en gran parte la distribución de las orquídeas terrestres en el sector La Romelia, existen otros factores propios de las especies que influyen en su distribución como son: la polinización, la dispersión de las semillas y las relaciones con hongos, y aunque ninguno de estos factores es estudiado en

este trabajo se considera superficialmente la influencia de cada uno en la distribución de las mismas.

La mayoría de las orquídeas terrestres son polinizadas por insectos de los órdenes Díptera, Hymenoptera y Lepidoptera (Singer, 2001, 2002; Singer & Sazima, 1999, 2001a, 2001b). Por lo general, el mecanismo de polinización es el mismo, indiferente del tipo de polinizador: los polínios se fijan a la superficie ventral de la probóscide del insecto por medio del viscidio y son removidos cuando el insecto llega a la flor. El insecto que lleva el polinario visita otra flor rozando la superficie estigmática y dejando el polen (Singer & Sazima, 2001a). En gran parte, de la distribución de los polinizadores depende la reproducción de las orquídeas, y aunque la mayoría de especies son autocompatibles necesitan de los polinizadores para la producción de frutos y semillas (Singer & Sazima, 1999).

Parece ser que la distribución de la especie *Prescottia cordifolia*, de la que solo se registra un individuo en el bosque en regeneración avanzada del flanco oriental, no está limitada por los polinizadores debido a que la mayoría de especies de este género son polinizadas por polillas y abejas de las familias Pyralidae y Halictidae respectivamente (Singer, 2001a) que son abundantes en ambientes montanos. Posiblemente su distribución, al igual que en *P. stachyodes*, puede estar limitada por la preferencia por zonas con abundante humus y bien drenadas que no se encuentran en el área de estudio, o a que muchos de sus individuos son atacados por plagas especialmente larvas de lepidopteros (Singer, comm. pers.). Por otro lado, también puede ser una especie pionera donde se establece un individuo y con los años los hijos alrededor (Singer,

comm. pers.), lo que sugiere una colonización gradativa que posiblemente se está iniciando en el área de estudio.

El segundo factor es la dispersión de las semillas. Las orquídeas tienen semillas livianas y fácilmente transportadas por el viento, por lo que pueden trasladarse grandes distancias. Esto no solamente ayuda a la colonización de hábitats lejanos, sino lo que es más importante, hace posible que las plantas se establezcan en hábitats bastante específicos (Dodson, 1974). Los estudios de polinización y dispersión en esta familia son muy complejos, no solo por el tamaño y cantidades alarmantes de sus semillas (Darwin estimó en 3 millones el número de semillas en una sola cápsula de *Catasetum*) (Dodson, 1974) sino también por que es necesario estudiar las micorrizas que utilizan para germinar. Además aunque la distribución de una especie depende en gran parte de la dispersión de sus semillas, esto se observa a nivel mundial donde existen grandes barreras geográficas y no es muy evidente a nivel local.

El último factor es la asociación con hongos. Todas las orquídeas, terrestres o epífitas, necesitan de los hongos para la germinación de sus semillas y el desarrollo de las plántulas, aunque las micorrizas son más constantes en el hábito terrestre (Bayman *et al.*, 1997). En general estas asociaciones influyen las historias de vida, la demografía y las interacciones con otros organismos en la mayoría de ecosistemas (Hartnett & Wilson, 1999), además se ha sugerido que regulan las relaciones competitivas entre plantas y la composición, diversidad de especies y dinámica sucesional en algunas comunidades de plantas (e. g. Fitter, 1977; Allen & Allen, 1984; Connell & Lowman, 1989 citados en Hartnett & Wilson, 1999).

Además, las relaciones con hongos endofíticos, que incluyen todos los hongos que crecen dentro de los tejidos de las plantas pero no causan enfermedades, juegan un importante papel en el establecimiento de las poblaciones de orquídeas tal como ha sido argumentado por Bayman *et al.* (1997) ya que pueden disminuir los niveles de enfermedad en las hojas como lo demostró Clay (1991 citado en Bayman *et al.*, 1997) en dos especies de hierbas.

Las relaciones orquídea-hongo están regidas por diversos aspectos, las condiciones nutricionales del suelo y la temperatura, entre otras, ejercen una acción importante sobre el metabolismo tanto de organismos vegetales como de los microorganismos asociados (Díaz-Hernández, 1999). Es posible que la escasa presencia de orquídeas terrestres en los bosques se deba a las altas cantidades de P que aparentemente disminuyen los porcentajes de colonización del hongo como ha sido expuesto por Díaz-Hernández (1999), y por lo tanto la germinación y el establecimiento de las orquídeas en estas unidades de vegetación.

Con respecto a los patrones de distribución, la mayoría de especies presentan patrones aleatorios lo que impide evaluar cuales factores están determinando su distribución, solo 10 especies están agregadas y la mayoría se ubican en el talud del flanco occidental, por lo tanto influenciadas por las mismas variables.

Algunas de las especies con patrón aleatorio presentan menos de dos individuos y se pueden catalogar como “raras”. Estas especies probablemente se mantienen debido al efecto masa, que hace referencia al establecimiento de especies en hábitats en donde son capaces de sobrevivir pero no de reproducirse o de mantener sus poblaciones (Bennet,

1986; Kessler, 2000), ya sea por carencias o excesos de algún factor. Otra posible explicación para estas especies es que sus semillas, que son dispersadas por el viento, lleguen a lugares donde no están las condiciones ideales para su germinación (p.e. micorrizas) (Kessler, 2000). Algunas especies pertenecientes a los géneros *Odontoglossum*, *Oncidium*, *Pleurothallis*, entre otros pueden estar influenciadas por este efecto.

Todas las especies agregadas, con excepción de *Elleanthus aurantiacus* y *Elleanthus sp. I* (BESN 393), se localizan exclusivamente en el talud occidental y su distribución depende de las variables anteriormente expuestas, aunque es casi imposible identificar las causas de agregación para cada una sin la realización de estudios más puntuales. Estas especies agregadas pertenecen a los géneros más grandes y mejor distribuidos en Colombia y en los Andes en general. Según Ortiz (1995) para *Epidendrum* se han registrado aproximadamente 362 especies en Colombia y para *Pleurothallis*, *Maxillaria* y *Elleanthus* 215, 192 y 60 especies respectivamente.

Dentro de estas especies se destaca *Elleanthus aurantiacus* por su abundancia y aporte de biomasa en los taludes de ambos flancos de la cordillera. Es la única especie que está agregada en dos unidades de vegetación, lo que indica que no se ve afectada por las diferencias en el hábitat y que está adaptada a los cambios y alteraciones de los taludes, ya que es registrada en ambientes desde abiertos y relativamente secos hasta muy húmedos. Como ya se ha mencionado, la distribución de las especies depende directamente de su éxito reproductivo, en este caso la especie es visitada por los colibrí *Metallura tyrianthina*, *Haplophaedia aureliae* y el colibrí endémico *Eriocnemis*

*marabilis*, muy comunes en el área de estudio y que probablemente la están polinizando ya que está florecida durante todo el año (Ramírez, com. pers.).

Otra de las especies que vale la pena resaltar es *Elleanthus sp. 1* (BESN 393), por haber sido la única con patrón agregado en el talud oriental. Aunque es muy complicado conocer las causas de esta agregación, es probable que las variables edáficas no influyan en su distribución debido a que esta especie fue encontrada en rocas, lo que podría estar indicando que es una especie fuertemente adaptada a condiciones rupícolas y a zonas con poca humedad, razón por la cual no se encuentra en el talud occidental.

Especies como *Epidendrum aff. decurviflorum*, *Epidendrum fimbriatum* y *Epidendrum macrostachyum*, están muy bien representadas en los taludes de las carreteras, pues como ya se ha demostrado, la mayoría de especies de este género prefieren lugares luminosos (Suin, 1999). Estas tres especies son importantes por su aporte de biomasa y la especie *E. fimbriatum* se destaca por su alta densidad. El óptimo altitudinal de este género se registra entre 2350 m y 2650 m, pero existen pocos individuos de *E. aff. decurviflorum* por encima de los 2900 m.

Por otro lado, Suin (1999) menciona la preferencia del género *Pleurothallis* por lugares sombreados de ahí su establecimiento a nivel del tronco y la base de los árboles cuando su hábito es epifítico. Este mismo comportamiento se observa en las especies *Pleurothallis sp. 8* (BESN 491) y *Pleurothallis sp. 11* (BESN 525) que a pesar de haber sido registradas en las unidades de vegetación con mayor luminosidad, se ubican en micrositios cubiertos por vegetación arbustiva. También hay que destacar la limitada distribución de estas especies, pues solo se registran en dos parcelas cada una.

Las especies del género *Maxillaria* se caracterizan por su gran aporte de biomasa, pero no muestran un comportamiento definido. *M. alticola*, registra alta densidad y se encuentra un individuo en el talud oriental. Al igual que el género *Epidendrum*, las especies *M. alticola*, *Maxillaria sp. 1* (BESN 082) y *Maxillaria sp. 2* (BESN 333) se hallan entre 2350 m y 2650 m con ausencia de especies entre 2450 m y 2550 m.

La diversidad y distribución de las orquídeas terrestres en el sector La Romelia del P.N.N. Munchique no depende de un sola variable ambiental, está determinada por un conjunto de factores interactuantes y en ocasiones dependientes unos de otros (p.e. el sustrato del tipo de unidad de vegetación). Además existen variables propias de cada especie que influyen fuertemente en su distribución y que ameritan estudios más puntuales, especialmente en aquellas especies con distribución agregada en el área de estudio.

Esta investigación constituye un importante aporte para el conocimiento de la ecología de las orquídeas terrestres que permitirá crear estrategias de repoblamiento y conservación de estas especies tan amenazadas en Colombia.

## 8. CONCLUSIONES

- Las familias arbóreas registradas en el área de estudio coinciden con las reportadas para los bosques de niebla a estas altitudes, siendo Rubiaceae con 6

géneros y 13 especies y Melastomataceae con 4 géneros y 12 especies las familias más diversas.

- El talud y bosque del flanco occidental presentan la mayor diversidad de orquídeas terrestres de cada tipo de unidad de vegetación. Pero en general los taludes son las unidades de vegetación más diversas en el área de estudio.
- Los taludes occidental y oriental registran la mayor similitud, seguidos por el talud y bosque del flanco occidental. Los bosques en regeneración avanzada no comparten ninguna especie.
- La mayoría de las orquídeas registradas en los taludes son de hábitos terrestre o epífita mientras que las de los bosques son exclusivamente terrestres.
- Los géneros *Pleurothallis*, *Maxillaria*, *Epidendrum* y *Elleanthus* son los mejor representados en el área de estudio con 12, 10, 6 y 6 especies respectivamente.
- La niebla es el factor que más contribuye al establecimiento de grandes poblaciones de orquídeas terrestres en la zona, razón por la cual las unidades del flanco occidental presentan la mayor diversidad y abundancia de cada tipo de vegetación.
- No existe correlación lineal entre la altitud sobre el nivel del mar y la diversidad o abundancia de las orquídeas en las unidades de vegetación evaluadas.



- Se observa una clara preferencia de las orquídeas terrestres por sustratos que retienen la humedad como los briofitos; la hojarasca es un limitante para el establecimiento de las especies en los bosques en regeneración avanzada.
- Aunque no existe relación estadística entre la abundancia o diversidad de orquídeas terrestres con la cobertura de las parcelas, esta variable puede incrementar la eficacia en los procesos de reproducción de las especies y por lo tanto su distribución.
- La distribución de las orquídeas terrestres no depende de los nutrientes del suelo ya que pueden tomarlos de diversas fuentes como la lluvia, la materia orgánica en descomposición o el viento.
- La mayoría de las especies presentan patrón de distribución aleatorio, solo se registran 10 especies con patrón agregado, 8 en el talud occidental y 1 en el oriental y solo 1 especie está agregada en ambos taludes.
- Las especies con distribución agregada pertenecen a los géneros más diversos y mejor distribuidos en Colombia y en los Andes en general, y prefieren el rango altitudinal entre 2.350 y 2.650 m y un rango de cobertura que varía entre 0 y 50 %.
- *Elleanthus aurantiacus* presenta el mayor índice de valor de importancia y registra la mayor biomasa, además es la única especie agregada en los taludes de ambos flancos de la cordillera.

- *Elleanthus sp 1* (BESN 333) es la única especie agregada exclusivamente en el talud oriental posiblemente por su gran adaptación a las condiciones rupícolas y a zonas secas.

## RECOMENDACIONES

- Continuar con las investigaciones en orquídeas terrestres y epífitas en el parque Nacional Natural Munchique.
- Realizar inventarios y trabajos ecológicos de esta familia en alturas inferiores.
- Estudiar las relaciones entre los briófitos y la distribución de las orquídeas.
- Estudiar los ciclos de nutrientes y los mecanismos de absorción por parte de las orquídeas terrestres.
- Estudiar los requerimientos ambientales para el desarrollo de las micorrizas y sus relaciones con las orquídeas.
- Realizar estudios autoecológicos con especies ampliamente distribuidas en el área de estudio como *Elleanthus aurantiacus*, *Maxillaria alticola* y *Epidendrum fimbriatum*.

- Trabajar aspectos taxonómicos de géneros bien representados en la zona como *Epidendrum*, *Maxillaria* o *Elleanthus*.
- Estudiar los géneros *Prescottia*, *Habenaria*, *Aspydogyne* y *Psilochilus*, que presentan pocas especies en Colombia y de las que se tiene muy poca información ecológica.

**BIBLIOGRAFÍA**

**ACEVEDO, C.** Generalidades y reseña histórica del Parque Nacional Natural Munchique. *Novedades Colombianas. Museo de Historia Natural.* 1994. 6:3-14.

**ALCÁZAR, C.** Las selvas de niebla en el Cauca. *Panorama Científico.* 2001. Vol I. Año I.

**ACKERMAN, J.** Mechanisms and evolution of food-deceptive pollination systems in orchids. *Lindleyana.* 1986. 1(2):108-113.

**ALBERT de ESCOBAR, L.** Inventario florístico de un boque muy húmedo montano bajo en el municipio de Caldas, Antioquia. *Actualidades Biológicas.* 1989. 18(65):2-44.

**ALZATE, F. & F. CARDONA.** Patrones de distribución de epífitas vasculares en “robledales”. *Rev. Fac. Nal. Agr.* 2000. 53(1):969-983.

**BABOUR, M., BURK, J. & W. PITTS.** *Terrestrial Plant Ecology.* California: The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc. 1987. 484 p.

**BAYMAN, P., LEBRÓN L., TREMBLAY R. & D. J. LODGE.** Variation in endophytic fungi from roots and leaves of *Lepanthes* (Orchidaceae). *New Phytol.* 1997. 135:143-149.

**BENNET, B.** Patchness, diversity and abundance relationships of vascular epiphytes. *Selbyana*. 1986. 9(1):70-75.

**BENZING, D. H.** Epiphitic vegetation: A profile and suggestions for future inquiries. *Task Veg. Sci.* 1984. 12:155-177.

\_\_\_\_\_ *The Monocotyledons: Their Evolution and Comparative Biology. I Mineral Nutrition and Related Phenomena in Bromeliaceae and Orchidaceae.* *The Quarterly Review of Biology.* 1973. 48(2) 277-290.

\_\_\_\_\_ *The physical mosaic and plant variety in forest canopies.* *Selbyana.* 1995. 16(2): 159-168.

\_\_\_\_\_ *Vascular epiphytism: Taxonomic participation and adaptative diversity.* *Annals of the Missouri Botanical Garden.* 1987. 74(2):183-204.

**BOGH, A.** Composition and distribution of the vascular epiphyte flora of a Ecuadorian montane rain forest. *Selbyana.* 1992. 13:25-34.

**CAVELIER, J; LIZCAÍNO, D. & M. T. PULIDO.** Colombia. En: M. Kappelle & A. D. Brown (eds.), *Bosques nublados del neotropico.* 2001. p. 443-495.

**CLARK, K., NADKARNI, H. & H. GHOLZ.** Growth, net production, litter decomposition, and net nitrogen accumulation by epiphytic bryophytes in a tropical montane forest. *Biotropica.* 1998. 30(1):12-23.

**CLEEF, A., J. O. RANGEL., T. Van der HAMMEN & R. JARAMILLO.** La vegetación de las selvas del transecto Buritaca. En: Van der HAMMEN, T. & P. M. RUIZ (eds.), *La Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia).* Alemania: J. Cramer, Verlag. 1984. p. 267-406.

**CUATRECASAS, J.** Aspectos de la vegetación natural en Colombia. Pérez – Arbelaezia. 1989. 2(8):155-283.

**DÍAS-HERNÁNDEZ, G.** Estudio sobre distribución de orquidáceas y su relación con endomicorrizas en dos transectos de la cordillera central. Tesis de Grado. 1999. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. 104 p.

**DÍAZ-DAZA, L. & M. MENDOZA-VARGAS.** Flujo de biogeoelementos en un ecosistema de bosque altoandino, Cundinamarca, Colombia. Tesis de Grado (Biología). 1989. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Biología. 265 p.

**DODSON, C.** El significado de los estudios sobre la polinización de las orquídeas. En: Conferencia mundial de orquideología. (1974: Medellín). Ponencia 7ª Conferencia mundial de orquideología.

\_\_\_\_\_ Los géneros de las orquídeas ecuatorianas. Publicaciones Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales. 1986. N°5 – Año 7. p 5-35.

\_\_\_\_\_ & **ESCOBAR, R.** Orquídeas nativas del Ecuador. Vol I. Colombia: Editorial Colina, Compañía Litográfica Nacional S.A. 297 p.

\_\_\_\_\_ & **G. P. FRYMIRE.** Natural pollination of orchids. Bulletin Missouri botanical garden. 1961. XLIX (9).

**DRESSLER, R.** 1993. Phylogeny and classification of the orchid family. Australia: Cambridge University Press. 314 p.

**DUNSTERVILLE, G. & L. A. GARAY.** Venezuelan orchids illustrated. Vol I. Holanda: Andre Deutsch. 1959. 448 p.

**DUNSTERVILLE, G. & L. A. GARAY.** Venezuelan orchids illustrated. Vol II.

Holanda: Andre Deutsch. 1961. 360 p.

**ELLGAARD, J. & B. OLLGAARD.** Floristic composition, structure, and dynamics of an upper montane rain forest in Southern Ecuador. *Nordic Journal of Botany*. 1995. 14:403-423.

**ESCOBAR, R.** Orquídeas Nativas de Colombia. Vol I. Colombia: Compañía

Litográfica Nacional S. A. Editorial Colina. 1994. 447 p.

**ESLAVA, J.** 1993. Climatología. En: Colombia Pacífico. Tomo I. Edición Pablo

Leyva. Proyecto Biopacífico, Fondo FEN. Santa fé de Bogotá. Pp.138-147.

**ETTER, A.** Consideraciones generales para el análisis de la cobertura vegetal.

Memorias del primer taller sobre cobertura vegetal. IGAC, Bogotá. 1994. p. 11-23.

\_\_\_\_\_ Ecología del paisaje: Un marco de integración para los levantamientos rurales. IGAC, Bogotá. 1990. 88 p.

\_\_\_\_\_ Introducción a la ecología del paisaje. IGAC – CIAF, Bogotá. 1991. 88 p.

**FERNÁNDEZ-PÉREZ, A.** Orquídeas del departamento del Cauca II. Registros en el Parque Nacional Natural Munchique. *Novedades Colombianas*. Museo de Historia Natural. 1994. 6:15-29.

\_\_\_\_\_ Orquídeas nuevas y críticas de departamento del Cauca. *Novedades Colombianas*. Museo de Historia Natural. 1991. 3:26-38.



**GALEANO, G., SUAREZ, S. & H. BALSLEV.** Vascular plant species count in a wet forest in the Chocó area on the Pacific coast of Colombia. *Biodiversity and Conservation* 7, 1563-1575.

**GARAY, L. A.** Orchidaceae: Cyripedioideae, Orchidoideae y Neottioideae. Flora del Ecuador. 1978. 305 p.

**GENTRY, A.** Diversity and floristic composition of Andean forest of Peru and adjacent countries: Implications for their conservation. *Memorias del Museo de Historia Natural (Lima)*. 1992. 21:11-29.

**GENTRY, A.** Species richness and floristic composition of Chocó region plant communities. *Caldasia*. 1986a. 15:71-91.

\_\_\_\_\_ Sumario de patrones fitogeográficos neotropicales y sus implicaciones para la conservación en el Ecuador. 1986b.

\_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_ diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 1987. 74:205-233.

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

**GUERRERO-M, R.** La acidez del suelo – su naturaleza, sus implicaciones y su manejo. En: Silva – Mojica F. (ed.). *Fundamentos para la interpretación del análisis de suelos, plantas y aguas para riego*. Memorias del seminario – taller. Comité Regional de Cundinamarca y Boyacá de la Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo. 2da edición. 1991. p. 141-163.

**HAIR, J.** Medida de diversidad ecológica. En: Rodríguez Torrós (Ed.). *Manual de técnicas de gestión de la vida silvestre*. Wildlife Society. 1987. p. 283-289.

**HAMER, F.** Orchids of Central America; An illustrated guide. Selbyana. 1990. 11 (Suplemento):423-860.

**HARTNETT, D. & G. WILSON.** Micorrhizae influence plant community structure and diversity in tallgrass prairie. Ecology. 1999. 80(4):1187-1195.

**JOHNSON, S. D. & L. A. NILSSON.** Pollen carryover, geitonogamy, and the evolution of deceptive pollination systems in orchids. Ecology. 1999. 80(8):2607-2619.

**KATTAN, G; RESTREPO, C. & M. GIRALDO.** Estructura de un bosque de niebla en la cordillera occidental, Valle del Cauca, Colombia. Cespedia. 1984. XIII. N°47-48. p. 23-43.

**KARIN – SERRATO, P.** 2000. Introducción a la zonificación ecológica. Centro Interamericano de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica -CIAF-. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

**KRESSLER, M.** Upslope-directed mass effect in palms along an Andean elevational gradient: A cause for high diversity at mid-elevations?. Biotropica. 2000. 32(4a):756-759.

**LINARES, E. L.** Diversidad y distribución de las epífitas vasculares en un gradiente altitudinal en San Francisco, Cundinamarca. Rev. Acad. Colombiana. Cien. 1999. 23 (suplemento especial):133-139.

**MAGURRAN, A.** Diversidad ecológica y su medición. España: Ediciones Vedra. 1989. 200 p.

**MATEUCCI, S. D. & A. COLMA.** Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie de Biología. 1982. Monografía # 22.

**MEJÍA, M.** Contribución al conocimiento de la climatología colombiana. Revista de Geografía. Universidad Nacional. 1982. 3:9-160.

**MONEDERO, C.** Quantitative análisis of the arboreal structure in a tropical cloud forest: Ramal interior of the cordillera de La Costa, Loma de Hierro (Estado Aragua), Venezuela. En: Forest biodiversity in North, Central and South America and the Caribbean; Research and Monitoring. F. Dallmeier & J.A. Comiskey (eds.). 1998.

**MORA, D. & C. VALERIO.** Polinización y producción de frutos en la Guaria morada (*Cattleya skinneri*, Orchidaceae) en Costa Rica. *Orquideología*. 1988. 17(3):242-251.

**MUELLER – DEMBOIS, D. & H. ELLENBERG.** Aims and methods of vegetation ecology. United States of America: Jhon Wiley & Sons, Inc. 1974. 547 p.

**MUNEVAR – M, F.** Conceptos sobre la materia orgánica y el nitrógeno del suelo relacionados con la interpretación de análisis químicos. En: Silva – Mojica (ed.). Fundamentos para la interpretación del análisis de suelos, plantas y aguas para riego. Memorias del seminario – taller. Comité Regional de Cundinamarca y Boyacá de la Sociedad Colombiana de la ciencia del suelo. 2da edición. 1991. p. 227-243.

**NICOTRA, A., CHADZON, R. & S. IRIARTE.** Spatial heterogeneity of light and woody seedling regeneration in tropical wet forest. *Ecology*. 1999. 80(6):1908-1926.

**NIEDER, J., ENGWALD, S. & W. BARTHLOTT.** Patterns of neotropical epiphyte diversity. *Selbyana*. 1999. 20(1):66-75.

**ORTIZ, P.** Las orquídeas del género *Masdevallia* en Colombia. Santafé de Bogotá: Editorial carrera 7ª. 2000. 176 p.

\_\_\_\_\_ Orquídeas de Colombia. Santafé de Bogotá: Indo – American Press Service. 1995. 320 p.

**OSPINA, M. & R. DRESSLER.** Orquídeas de las Américas. Bogotá: Litografía ARCO. 1979. 496 p.

**RAMÍREZ, B. R.** 1995. Principios y métodos de ecología vegetal. Universidad del Cauca, Popayán. 45 p.

**RANGEL, J. O. & A. GARZÓN.** 1994. Aspectos de la estructura, de la diversidad y de la dinámica de la vegetación del Parque Nacional Natural Acumari. En: J. O. Rangel-Ch. (ed.). Ucumarí: Un caso típico de la diversidad biótica andina: 85-108. Publicaciones de la CARDER. Pereira.

**RANGEL, J. O. & A. VELAZQUEZ.** Métodos de estudio de la vegetación. En Rangel, J. O, P. D. Lowy & M. Aguilar, (eds.). Colombia diversidad biótica II, Tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Santa fé de Bogotá. 1997. 59-87 p.

**RODRÍGUEZ, A.** Dinámica estructural y fenología reproductiva de especies arvenses en Milpas. *Biótica*. 1982. 7(3):359-384.

**ROMERO, G.** Los Parques Nacionales como Ultimo Refugio de la Orquídeas de Venezuela. En: LOS PARQUES NACIONALES HACIA EL TERCER MILENIO. (1987 : Caracas). Ponencia Complementaria del Comité de Orquideología de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales.

**ROSENBERGER, T. & K.WILLIAMS.** Responses of vascular epiphytes to branch-fall gap formation in *Clusia* trees a montane rain forest. *Selbyana*. 1999. 20(1):49-58.

**SAMPER, C.** Explicación del fenómeno de la pérdida de diversidad, específicamente la extinción de plantas. *Pérez-Arbelaesia*. 2000. 5(11):11-17.

**SERES, A. & N. RAMÍREZ.** Biología floral y polinización de algunas monocotiledóneas de un bosque nublado venezolano. *Annals of Missouri Botanical Garden*. 1995. 82:61-81.

**SERNA-ISAZA, R. A.** Distribución vertical de epífitas vasculares en un relicto de bosque de *Weinmannia tomentosa* y *Drymis granatensis* en la región de Monserrate, Cundinamarca, Colombia. En: Mora-Osejo L. E. & H. Sturm, (eds.), *Estudios ecológicos de páramo y bosque altoandino cordillera Oriental Colombiana*. Tomo II. Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (Colección Alvarez Lleras N°6). 1994. p. 521-543.

\_\_\_\_\_ **CASAÑAS, O. L. & N. GÓMEZ.** Análisis florístico y estructural de dos selvas de niebla en el departamento del Cauca. Proyecto de investigación #14, documento interno de trabajo, Vice-rectoría de Investigaciones, Universidad del Cauca. Popayán. 2000. 56 p.

**SILVERSTONE, P. & J. RAMOS.** Floristic exploration and phytogeography of the Cerro del Torrá, Chocó, Colombia. En: S. Churchill, H. Baslev, E. Forero & J. L. Luteyn (eds.), *Biodiversity and conservation of neotropical montane forest*. The New York Botanical Garden. 1995. p. 169-186.

**SINGER, R.** Pollination biology of *Habenaria parviflora* (Orchidaceae:Habenariinae) in southeastern Brazil. *Darwiniana*. 2001. 39(3-4):201-297.

\_\_\_\_\_ The pollination biology of *Sauroglossum elatum* Lindl. (Orchidaceae:Spiranthinae): moth pollination and protandry in neotropical Spiranthinae. *Botanical journal of the Linnean Society*. 2002. 138:9-16.

**SINGER, R. & M. SAZIMA.** Flower morphology and pollination mechanism in three sympatric Goodyerinae orchids from southeastern Brazil. *Annals of Botany*. 2001b. 88:989-997.

\_\_\_\_\_ & \_\_\_\_\_ The pollination mechanism in the “*Pelexia alliance*” (Orchidaceae:Spiranthinae). *Botanical journal of the Linnean Society*. 1999. 131:249-262.

**SINGER, R. & M. SAZIMA.** The pollination mechanism of three sympatric *Prescottia* (Orchidaceae:Prescottinae) species in southeastern Brazil. *Annals of Botany*. 2001a. 88:999-1005.

**STREINER, N.** ---. Bioestadística. Mosby / Doyma libros. 260 p.

**SUIN, L.** Distribución de las orquídeas epífitas sobre árboles maduros en el área de bosque y vegetación protectora Tambillo, Morona Santiago. *Ciencia Agrícolas*. 1999. 30(1-2):51-63.

**SVENNING, J. C.** Small canopy gaps influence plant distributions in the rain forest understory.

**URIBE, A.** Absorción de agua y nutrientes en plantas epífitas. *Actualidades Biológicas*. 1985. 14(52):64-69.

**VISAUTA, B.** Análisis estadístico para el programa SPSS para Windows. *Estadística Multivariante*. España: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA. 1998. 358 p.

**VILLEE, C., SOLOMON, E.P., MARTIN, C., MARTIN, D., BERG, L. & P. W. DAVIS.** *Biología*. México: INTERAMERICANA. McGRAW-HILL. 1992. 1404.

**WILLIAMS, N.** The biology of orchids and Euglossine bees. En: Arditti, J (ed.). *Orchids biology: Reviews and perspectives II*. Cornell Univ. Press. Ithaca. 1982. p. 119-171.

**WILLIAMS-LINERA, G., SOSA, V. & T PLATAS.** The fate of epiphytic orchids after fragmentation of a Mexican cloud forest. *Selbyana*. 1995. 16(1):36-40.

## ANEXO A

Índice de valor de importancia para las especies arbóreas del bosque en regeneración avanzada flanco occidental.

FAMILIA	ESPECIE	n	D. Rel	Do. rel.	F. Rel.	IVI	IVI Flia
Aquifoliaceae	<i>Ilex sp. 1</i>	1	0.63	0.25	0.70	1.57	
	<i>Ilex sp. 2</i>	4	2.50	2.09	1.40	5.99	8.64
Araliaceae	<i>Schefflera sp. 2</i>	6	3.75	1.28	2.80	7.82	
	<i>Schefflera violaceae</i> Cuatrec.	1	0.63	0.30	0.70	1.62	9.12
Arecaceae	<i>Geonoma undata</i> Klotzsch	5	3.13	2.25	3.50	8.88	
	<i>Wettinia lanata</i> R. Bernal	7	4.38	5.39	3.50	13.26	18.32
Asteraceae	<i>Critoniopsis sp. 1</i>	3	1.88	3.33	2.10	7.30	
	<i>Critoniopsis sp. 2</i>	2	1.25	0.84	1.40	3.49	
	<i>Pentacalia sp. 2</i>	1	0.63	1.05	0.70	2.38	
	<i>sp. 1</i>	1	0.63	0.09	0.70	1.42	16.04
Caprifoliaceae	<i>Viburnum jamesonii</i> (Oerst.) Killip & A.C. Sm	1	0.63	0.07	0.70	1.40	
	<i>Viburnum pichinchense</i> Benth.	1	0.63	0.66	0.70	1.99	5.16
Chlorantaceae	<i>Hedyosmum goudotianum</i> Solms – laub.	10	6.25	4.00	4.90	15.15	11.84
Clethraceae	<i>Clethra fagifolia</i> Kunth.	6	3.75	1.42	3.50	8.67	6.76
Clusiaceae	<i>Clusia alata</i> Triana & Planch.	2	1.25	1.65	1.40	4.30	
	<i>Clusia aff bracteosa</i> Cuatrec.	1	0.63	0.21	0.70	1.54	
	<i>Clusia discolor</i> Cuatrec.	2	1.25	1.84	1.40	4.49	
	<i>Clusia hydrogera</i> Cuatrec.	1	0.63	2.77	0.70	4.09	
	<i>Chrysochlamys sp. 1</i>	5	3.13	5.08	2.80	11.01	26.37
Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	9	5.63	6.27	5.59	17.49	13.48
Cyclanthaceae	<i>Sphaeradenia sp. 1</i>	10	6.25	2.98	4.90	14.12	10.82



Ericaceae	<i>Psammisia sp. 2</i>	1	0.63	0.52	0.70	1.85	2.73
Euphorbiaceae	<i>Sapium sp. 1</i>	2	1.25	1.49	1.40	4.14	3.08
	<i>Alchornea coelophylla</i> Pax & K. Hoffm.	2	1.25	0.30	0.70	2.25	4.38
Flacourtiaceae	<i>Banara sp. 1</i>	2	1.25	0.86	1.40	3.51	3.69
Gesneriaceae	<i>Besleria flavo-virens</i> Nees & Mart.	2	1.25	0.81	1.40	3.46	3.64
Lauraceae	<i>Ocotea sp. 1</i>	1	0.63	1.92	0.70	3.25	4.14
Lecythidaceae	<i>Eschweilera sessilis</i> A. C. Sm	3	1.88	3.87	2.10	7.84	7.33
Melastomataceae	<i>Miconia sp. 1</i>	3	1.88	3.74	2.10	7.71	
	<i>Miconia sp. 4</i>	5	3.13	2.43	2.80	8.35	
	<i>Miconia sp. 5</i>	2	1.25	0.26	1.40	2.91	
	<i>Miconia sp. 6</i>	2	1.25	1.80	1.40	4.44	
	<i>Miconia sp. 8</i>	1	0.63	0.40	0.70	1.72	
	<i>Miconia sp. 13</i>	1	0.63	0.18	0.70	1.50	
	<i>Miconia sp. 14</i>	1	0.63	1.29	0.70	2.61	
	<i>Osaea sp. 1</i>	1	0.63	0.33	0.70	1.65	
	<i>Tibouchina sp. 1</i>	5	3.13	3.43	2.80	9.35	
	<i>sp. 1</i>	1	0.63	0.68	0.70	2.00	44.15
	<i>sp. 1</i>	1	0.63	0.07	0.70	1.40	2.28
Meliaceae	<i>Siparuna aff aspera</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	1	0.63	0.41	0.70	1.73	2.62
Moraceae	<i>Ficus sp. 1</i>	2	1.25	4.82	1.40	7.47	7.65
Myrsinaceae	<i>Geissanthus sp. 1</i>	2	1.25	1.01	1.40	3.66	
	<i>Myrsine sp. 1</i>	1	0.63	4.14	0.70	5.46	10.19
Myrtaceae	<i>Mycia aff fallax</i> (Rich.) DC.	2	1.25	1.27	1.40	3.92	
	<i>Myrcianthes sp. 1</i>	1	0.63	0.68	0.70	2.00	7.00
Piperaceae	<i>Piper sp. 1</i>	1	0.63	0.04	0.70	1.36	2.25
Proteaceae	<i>Panopsis aff polystachya</i> (Kunth) Kuntze	1	0.63	0.65	0.70	1.98	
	<i>aff Euplassa</i>	1	0.63	0.21	0.70	1.53	5.28
Rubiaceae	<i>Dioicodendron dioicum</i> (Schum. & Krause) Steyerem.	2	1.25	3.12	1.40	5.76	
	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth.	1	0.63	1.05	0.70	2.38	
	<i>Palicourea lasiantha</i> K. Krouse.	10	6.25	1.27	6.29	13.81	
	<i>Palicourea sp. 2</i>	1	0.63	2.77	0.70	4.09	
	<i>Palicourea sp. 3</i>	1	0.63	0.22	0.70	1.55	

	<i>Palicourea sp. 4</i>	2	1.25	0.72	1.40	3.37	
	<i>Palicourea sp. 5</i>	3	1.88	0.64	2.10	4.61	
	<i>Elaeagia sp. 1</i>	3	1.88	0.69	2.10	4.67	
	<i>Faramea sp. 1</i>	2	1.25	1.19	1.40	3.84	
	<i>Psychotria sp. 1</i>	2	1.25	0.15	1.40	2.80	
	<i>Psychotria sp. 2</i>	2	1.25	0.57	2.80	4.61	47.98
Solanaceae	<i>Solanum sp. 1</i>	1	0.63	0.22	0.70	1.55	2.43
Theaceae	<i>Freziera sessiliflora</i> AH. Gentry.	1	0.63	3.30	0.70	4.62	
	<i>Ternstroemia macrocarpa</i> Triana & Planch.	1	0.63	0.25	0.70	1.58	7.98
Verbenaceae	<i>Aegiphila novogranatensis</i> Moldenke	1	0.63	2.42	0.70	3.74	4.63
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>300</b>

## ANEXO B

Área basal y cobertura para las especies arbóreas del bosque en regeneración avanzada flanco occidental.

FAMILIA	ESPECIE	AB. (cm)	COB.
Aquifoliaceae	<i>Ilex sp. 1</i>	2.77	3.22
	<i>Ilex sp. 2</i>	23.56	18.95
Araliaceae	<i>Schefflera sp. 2</i>	14.38	20.95
	<i>Schefflera violaceae</i> Cuatrec.	3.36	1.89
Arecaceae	<i>Geonoma undata</i> Klotzsch	25.40	20.83
	<i>Wettinia lanata</i> R. Bernal	60.74	35.35
Asteraceae	<i>Critoniopsis sp. 1</i>	37.52	19.00
	<i>Critoniopsis sp. 2</i>	9.45	3.38
	<i>Pentacalia sp. 2</i>	11.84	2.00
	<i>sp. 1</i>	1.03	2.00
Caprifoliaceae	<i>Viburnum jamesonii</i> (Oerst.) Killip & A.C. Sm	0.81	0.50
	<i>Viburnum pichinchense</i> Benth.	7.49	1.25
Chlorantaceae	<i>Hedyosmum goudotianum</i> Solms – laub.	45.07	35.53
Clethraceae	<i>Clethra fagifolia</i> Kunth.	16.03	19.21
Clusiaceae	<i>Clusia alata</i> Triana & Planch.	18.57	17.25
	<i>Clusia aff bracteosa</i> Cuatrec.	2.41	10.00
	<i>Clusia discolor</i> Cuatrec.	20.76	16.80
	<i>Clusia hydrogera</i> Cuatrec.	31.20	15.00
	<i>Chrysochlamys sp. 1</i>	57.26	13.85

Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	70.57	50.05
Cyclanthaceae	<i>Sphaeradenia</i> sp. 1	33.54	31.83
Ericaceae	<i>Psammisia</i> sp. 2	5.89	5.00
Euphorbiaceae	<i>Sapium</i> sp. 1	16.76	11.50
	<i>Alchornea coelophylla</i> Pax & K. Hoffm.	3.34	3.00
Flacourtiaceae	<i>Banara</i> sp. 1	9.65	11.50
Gesneriaceae	<i>Besleria flavo-virens</i> Nees & Mart.	9.09	4.85
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp. 1	21.66	7.20
Lecythidaceae	<i>Eschweilera sessilis</i> A. C. Sm	43.59	33.58
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp. 1	42.09	26.50
	<i>Miconia</i> sp. 4	27.40	20.20
	<i>Miconia</i> sp. 5	2.95	6.88
	<i>Miconia</i> sp. 6	20.23	15.75
	<i>Miconia</i> sp. 8	4.48	2.00
	<i>Miconia</i> sp. 13	1.99	2.00
	<i>Miconia</i> sp. 14	14.50	10.00
	<i>Osaea</i> sp. 1	3.68	3.00
	<i>Tibouchina</i> sp. 1	38.65	22.25
	sp. 1	7.64	6.40
Meliaceae	sp. 1	0.81	1.50
Monimiaceae	<i>Siparuna aff aspera</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	4.60	3.50
Moraceae	<i>Ficus</i> sp. 1	54.26	20.80
Myrsinaceae	<i>Geissanthus</i> sp. 1	11.35	8.38
	<i>Myrsine</i> sp. 1	46.60	7.88
Myrtaceae	<i>Mycia aff fallax</i> (Rich.) DC.	14.34	12.00
	<i>Myrcianthes</i> sp. 1	7.64	5.76
Piperaceae	<i>Piper</i> sp. 1	0.42	0.50
Proteaceae	<i>Panopsis aff polystachya</i> (Kunth) Kuntze	7.33	5.25
	aff <i>Euplassa</i>	2.32	0.50
Rubiaceae	<i>Dioicodendron dioicum</i> (Schum. & Krause) Steyerm.	35.09	36.00
	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth.	11.84	2.50
	<i>Palicourea lasiantha</i> K. Krouse.	14.29	18.93

	<i>Palicourea sp. 2</i>	31.20	1.50
	<i>Palicourea sp. 3</i>	2.50	4.20
	<i>Palicourea sp. 4</i>	8.16	2.90
	<i>Palicourea sp. 5</i>	7.21	4.90
	<i>Elaeagia sp. 1</i>	7.82	5.25
	<i>Faramea sp. 1</i>	13.39	11.00
	<i>Psychotria sp. 1</i>	1.69	3.50
	<i>Psychotria sp. 2</i>	6.37	4.00
Solanaceae	<i>Solanum sp. 1</i>	2.50	3.75
Theaceae	<i>Freziera sessiliflora</i> AH. Gentry.	37.13	4.50
	<i>Ternstroemia macrocarpa</i> Triana & Planch.	2.86	0.50
Verbenaceae	<i>Aegiphila novogranatensis</i> Moldenke	27.24	7.88
	<b>TOTAL</b>	<b>1126.31</b>	<b>707.83</b>

## ANEXO C

Índice de valor de importancia para las especies arbóreas del bosque maduro flanco oriental.

FAMILIA	ESPECIE	n	D. Rel.	Do. Rel.	F. Rel.	IVI	IVI Flia.
Aquifoliaceae	<i>Ilex sp. 1</i>	2	1.25	1.13	1.32	3.70	
	<i>Ilex sp. 3</i>	1	0.63	0.67	0.66	1.95	
	<i>Ilex sp. 4</i>	2	1.25	0.79	1.32	3.36	12.09
Araliaceae	<i>Schefflera sp. 1</i>	1	0.63	0.18	0.66	1.47	2.93
Arecaceae	<i>Ceroxylon vogelianum</i> (Engel) H. Wendl.	1	0.63	0.80	0.66	2.09	
	<i>Geonoma orbignyana</i> Mart.	2	1.25	0.32	1.32	2.89	
	<i>Geonoma undata</i> Klotzsch	5	3.13	0.70	2.65	6.47	13.21
Asteraceae	<i>Pentacalia sp. 1</i>	1	0.63	0.06	0.66	1.35	2.81
Brunelliaceae	<i>Brunellia sp. 1</i>	4	2.50	5.65	2.65	10.80	10.28
Caprifoliaceae	<i>Viburnum jamesonii</i> (Oerst.) Killip & AC. Sm.	6	3.75	1.07	3.31	8.13	
	<i>Viburnum pichinchense</i> Benth.	2	1.25	1.09	1.32	3.66	11.41
Chlorantaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i> R. & P.	2	1.25	0.64	1.32	3.22	4.02
Clhetraceae	<i>Clethra fagifolia</i> Kunth.	11	6.88	6.30	6.62	19.80	15.30
Clusiaceae	<i>Clusia alata</i> Triana & Planch.	15	9.38	11.90	7.95	29.22	
	<i>Clusia aff bracteosa</i> Cuatrec.	3	1.88	2.94	1.99	6.80	
	<i>Clusia discolor</i> Cuatrec.	7	4.38	4.46	3.97	12.81	
	<i>Clusia hydrogera</i> Cuatrec.	1	0.63	0.03	0.66	1.32	44.09
Cunnoniaceae	<i>Weinmannia aff ovata</i> Cav.	2	1.25	2.72	1.32	5.30	
	<i>Weinmannia sp. 1</i>	1	0.63	1.33	0.66	2.61	10.18

Cyclanthaceae	<i>Sphaeradenia sp. 1</i>	7	4.38	1.11	4.64	10.12	7.61
Ericaceae	<i>Macleania sp. 1</i>	1	0.63	0.17	0.66	1.46	
	<i>Psammisia sp. 1</i>	4	2.50	0.35	2.65	5.50	
Euphorbiaceae	<i>sp. 2</i>	2	1.25	0.44	1.32	3.01	11.72
	<i>Alchornea verticillata</i>	9	5.63	10.60	5.96	22.18	
	<i>Hyeronima macrocarpa</i> Miill. Arg.	1	0.63	0.54	0.66	1.83	21.65
Gentianaceae	<i>Macrocarpaea macrophylla</i> (Kunth) Gilg	1	0.63	0.04	0.66	1.32	2.79
Lauraceae	<i>Ocotea aff bofo</i> Kunth.	4	2.50	2.39	1.99	6.87	
	<i>Ocotea sp. 1</i>	7	4.38	3.74	4.64	12.75	
	<i>sp. 1</i>	3	1.88	0.51	1.99	4.37	21.76
Melastomataceae	<i>Huilaea occidentalis</i> Lozano & N. Ruiz	1	0.63	2.45	0.66	3.74	
	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	1	0.63	0.15	0.66	1.44	
	<i>Miconia sp. 8</i>	1	0.63	0.08	0.66	1.37	
	<i>sp. 1</i>	3	1.88	0.72	1.99	4.58	15.67
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Schult.	6	3.75	1.83	3.97	9.55	
	<i>Cibianthus sp. 1</i>	1	0.63	0.06	0.66	1.35	
	<i>Geissanthus sp. 1</i>	3	1.88	1.50	1.99	5.36	16.02
Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp. 1</i>	1	0.63	0.05	0.66	1.34	2.18
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don ex Lamb.	2	1.25	3.92	1.32	6.49	7.30
Rubiaceae	<i>Ladenbergia macrocarpa</i> (Vahl) Klotzsch	2	1.25	2.23	1.32	4.81	
	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth.	7	4.38	0.69	4.64	9.71	
	<i>Palicourea sp. 1</i>	2	1.25	0.21	1.32	2.78	
	<i>Faramea sp. 1</i>	8	5.00	7.29	5.30	17.59	
	<i>Psychotria sp. 1</i>	1	0.63	0.07	0.66	1.36	33.63
Staphyleaceae	<i>Turpinia heterophylla</i> (Ruiz & Pav.) Tul	1	0.63	0.45	0.66	1.74	3.20
Styracaceae	<i>Styrax sp. 1</i>	1	0.63	0.04	0.66	1.32	2.79
Theaceae	<i>Freziera sessiliflora</i> AH. Gentry	7	4.38	13.71	3.97	22.05	
	<i>Ternstroemia macrocarpa</i> Triana & Planch.	4	2.50	1.91	2.65	7.06	26.75
<b>TOTAL</b>			<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>300</b>

## ANEXO D

Área basal y cobertura para las especies arbóreas del bosque en regeneración avanzada flanco oriental.

FAMILIA	ESPECIE	AB. (cm)	COB (cm)
Aquifoliaceae	<i>Ilex sp. 1</i>	20.03	11.84
	<i>Ilex sp. 3</i>	11.84	2.8
	<i>Ilex sp. 4</i>	13.96	2.13
Araliaceae	<i>Schefflera sp. 1</i>	3.16	3.68
Arecaceae	<i>Ceroxylon vogelianum</i> (Engel) H. Wendl.	14.29	27.3
	<i>Geonoma orbignyana</i> Mart.	5.65	14.07
	<i>Geonoma undata</i> Klotzsch	12.42	26.85
Asteraceae	<i>Pentacalia sp. 1</i>	1.09	0.75
Brunelliaceae	<i>Brunellia sp. 1</i>	100.38	107.14
Caprifoliaceae	<i>Viburnum jamesonii</i> (Oerst.) Killip & AC. Sm.	18.92	26.7
	<i>Viburnum pichinchense</i> Benth.	19.30	16.11
Chlorantaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i> R. & P.	11.39	7.45
Clhetraceae	<i>Clethra fagifolia</i> Kunth.	111.91	68.83
Clusiaceae	<i>Clusia alata</i> Triana & Planch.	211.31	140.71
	<i>Clusia aff bracteosa</i> Cuatrec.	52.14	36.33
	<i>Clusia discolor</i> Cuatrec.	79.21	52.33
	<i>Clusia hydrogera</i> Cuatrec.	0.50	0.44
Cunnoniaceae	<i>Weinmannia aff ovata</i> Cav.	48.34	46.57
	<i>Weinmannia sp. 1</i>	23.54	19.68
Cyclanthaceae	<i>Sphaeradenia sp. 1</i>	19.70	17.015
Ericaceae	<i>Macleania sp. 1</i>	3.06	3.5



	<i>Psammisia sp. 1</i>	6.23	7.7
	<i>sp. 2</i>	7.80	4.66
Euphorbiaceae	<i>Alchornea verticillata</i>	188.22	155.96
	<i>Hyeronima macrocarpa</i> Miill. Arg.	9.63	8.36
Gentianaceae	<i>Macrocarpaea macrophylla</i> (Kunth) Gilg.	0.67	0.84
Lauraceae	<i>Ocotea aff bofo</i> Kunth.	42.39	18.63
	<i>Ocotea sp. 1</i>	66.33	43.89
	<i>sp. 1</i>	9.01	10.55
Melastomataceae	<i>Huilaea occidentalis</i> Lozano & N. Ruiz	43.57	8.74
	<i>Miconia theaezans</i> (Bonpl.) Cogn.	2.68	3.04
	<i>Miconia sp. 8</i>	1.40	1.08
	<i>sp. 1</i>	12.84	5.25
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) Roem. & Schult	32.42	32.26
	<i>Cibianthus sp. 1</i>	1.09	2.7
	<i>Geissanthus sp. 1</i>	26.62	10.25
Myrtaceae	<i>Myrcianthes sp. 1</i>	0.87	1.53
Podocarpaceae	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don ex Lamb.	69.60	33
Rubiaceae	<i>Ladenbergia macrocarpa</i> (Vahl) Klotzsch	39.62	51.95
	<i>Palicourea angustifolia</i> Kunth.	12.33	19.74
	<i>Palicourea sp. 1</i>	3.69	6.76
	<i>Faramea sp. 1</i>	129.44	95.17
Rubiaceae	<i>Psychotria sp. 1</i>	1.27	1.87
Staphyleaceae	<i>Turpinia heterophylla</i> (Ruiz & Pav.) Tul	7.96	15.5
Styracaceae	<i>Styrax sp. 1</i>	0.62	1.12
Theaceae	<i>Freziera sessiliflora</i> AH. Gentry	243.38	109.15
	<i>Ternstroemia macrocarpa</i> Triana & Planch.	33.92	17
	<b>TOTAL</b>	<b>1775.74</b>	<b>1298.925</b>



## ANEXO E

Lista de las especies de orquídeas terrestres encontradas en el sector La Romelia, P.N.N.  
Munchique.

SUBFAMILIA	ESPECIE
<b>Orchidoideae</b>	<i>Habenaria amalfitana</i> Lehm. & Krzl. <i>Aspidogyne boliviensis</i> (Cogn.) Garay <i>Cranichis ciliata</i> (H.B.K.) Kunth <i>Cranichis polyantha</i> Schltr.
<b>Spiranthoideae</b>	<i>Gomphichis cf. cundinamarcense</i> Renz. <i>Gomphichis caucana</i> Schltr. <i>Prescottia cordifolia</i> Rchb. f. <i>Bractia andina</i> Rchb. f. <i>Cytochilum annulare</i> Rchb. f. <i>Cyrtochilum superbiens</i> Rchb. f. <i>Elleanthus aurantiacus</i> (Ldl) Rchb. f. <i>Elleanthus aureus</i> (P. & E.) Rchb.f. <i>Elleanthus ensatus</i> (ldl.) Rchb. f. <i>Elleanthus lancifolius</i> Presl. <i>Elleanthus sp1</i> (BESN 393) <i>Elleanthus virgatus</i> (Rchb. f.) C. Schweinf. <i>Epidendrum cylindrostachys</i> Rchb. f. & Warsc. <i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth.
<b>Epidendroideae</b>	<i>Epidendrum macrostachyum</i> Ldl. <i>Epidendrum aff. decurviflorum</i> Schltr. <i>Epidendrum sp1</i> (BESN 077) <i>Epidendrum xylostachyum</i> <i>Liparis cf. colombiana</i> <i>Malaxis aff. fastigiata</i> (Rchb. f.) O. Ktze. <i>Malaxis sp. 1</i> (BESN 523) <i>Maxillaria alticola</i> C. Schweinf. <i>Maxillaria floribunda</i> Ldl. <i>Maxillaria ringens</i> Rchb. f. <i>Maxillaria sp. 1</i> (BESN 333 - 496) <i>Maxillaria sp. 2</i> (BESN 377) <i>Maxillaria sp. 3</i> (BESN 385) <i>Maxillaria sp. 4</i> (BESN 386)

**Epidendroideae**

*Maxillaria sp. 5* (BESN 392 - 394)  
*Maxillaria sp. 6* (BESN 082)  
*Maxillaria speciosa* Rchb. f.  
*Odontoglossum cristatellum* Rchb. f.  
*Odontoglossum ramosissimum* Ldl.  
*Odontoglossum sp1* (BESN )  
*Oncidium cultratum* Ldl.  
*Oncidium sp. 1* (BESN 374 - 522)  
*Oncidium sp. 2* (BESN 372)  
*Oncidium sp. 3* (BESN 373)  
*Oncidium sp. 4* (BESN 337)  
*Pleurothallis bivalvis* Ldl.  
*Pleurothallis sp. 1* (BESN 086)  
*Pleurothallis sp. 2* (BESN 097)  
*Pleurothallis sp. 3* (BESN 141)  
*Pleurothallis sp. 4* (BESN 142)  
*Pleurothallis sp. 5* (BESN 143)  
*Pleurothallis sp. 6* (BESN 396)  
*Pleurothallis sp. 7* (BESN 485)  
*Pleurothallis sp. 8* (BESN 497)  
*Pleurothallis sp. 9* (BESN 491 - 501)  
*Pleurothallis sp. 10* (BESN 495)  
*Pleurothallis sp. 11* (BESN 525)  
*Psilochilus sp. 1* (BESN 345)  
*Sobralia rosea* P. & E.  
*Stelis cupuligera* Rchb. f.  
*Stelis sp. 1* (BESN 078)  
*Stelis sp. 2* (BESN 375)  
*Stelis sp. 3* (BESN 391)  
*Telipogon lehmanni* Schltr.  
*Warreopsis purpurea* Ortiz  
 BESN 499  
 BESN 520

---

## ANEXO F

Número de individuos por especie para las unidades de vegetación evaluadas.

ESPECIES	B. OCC.	B. OR.	T. OCC.	T. OR.	TOTAL
<i>Aspidogyne boliviensis</i> (Cogn.) Garay	1				1
<i>Bracthia andina</i> Rchb. f.			3		3
<i>Cranichis ciliata</i> (H.B.K.) Kunth			1		1
<i>Cranichis polyantha</i> Schltr.			4	1	5
<i>Cytochilum annulare</i> Rchb. f.			3		3
<i>Cyrtochilum superbiens</i> Rchb. f.				1	1
<i>Elleanthus aurantiacus</i> (Ldl) Rchb. f.			137	211	348
<i>Elleanthus aureus</i> (P. & E.) Rchb.f.			3		3
<i>Elleanthus ensatus</i> (ldl.) Rchb. f.				3	3
<i>Elleanthus lancifolius</i> Presl.			1		1
<i>Elleanthus sp. 1</i> (BESN 393)				7	7
<i>Elleanthus virgatus</i> (Rchb. f.) C. Schweinf.			3		3
<i>Epidendrum aff decurviflorum</i>	1		23		24
<i>Epidendrum cylindrostachys</i> Rchb. f. & Warsc.				2	2
<i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth.			55		55
<i>Epidendrum macrostachyum</i> Ldl.			11		11
<i>Epidendrum sp. 1</i> (BESN 077)			1		1
<i>Epidendrum xylostachyum</i>			4		4
<i>Gomphichis cf. cundinamarcense</i> Renz.				1	1
<i>Gomphichis caucana</i> Schltr.			2		2
<i>Habenaria amalfitana</i> Lehm. & Krzl.				3	3
<i>Liparis cf. colombiana</i>			3		3
<i>Malaxis aff fastigiata</i> (Rchb. f.) O. Ktze.	3				3
<i>Malaxis sp. 1</i> (BESN 523)	2				2
<i>Maxillaria alticola</i> C. Schweinf.			75	1	76
<i>Maxillaria floribunda</i> Ldl.			2		2
<i>Maxillaria ringens</i> Rchb. f.			1		1
<i>Maxillaria sp. 1</i> (BESN 082)			7		7

<i>Maxillaria sp. 2</i> (BESN 333 - 496)			19		<b>19</b>
<i>Maxillaria sp. 3</i> (BESN 377)			2		<b>2</b>
<i>Maxillaria sp. 4</i> (BESN 385)			1		<b>1</b>
<i>Maxillaria sp. 5</i> (BESN 386)			4		<b>4</b>
<i>Maxillaria sp. 6</i> (BESN 392-394)				2	<b>2</b>
<i>Maxillaria speciosa</i> Rchb. f.			3		<b>3</b>
<i>Odontoglossum cristatellum</i> Rchb. f.				1	<b>1</b>
<i>Odontoglossum ramosissimum</i> Ldl.			7	3	<b>10</b>
<i>Odontoglossum sp1</i>			1		<b>1</b>
<i>Oncidium cultratum</i> Ldl.			1		<b>1</b>
<i>Oncidium sp. 1</i> (BESN 374 - 522)			3		<b>3</b>
<i>Oncidium sp. 2</i> (BESN 372)				3	<b>3</b>
<i>Oncidium sp. 3</i> (BESN 373)			1	5	<b>6</b>
<i>Oncidium sp. 4</i> (BESN 337)			1		<b>1</b>
<i>Pleurothallis bivalvis</i> Ldl.			2		<b>2</b>
<i>Pleurothallis sp. 1</i> (BESN 086)			3		<b>3</b>
<i>Pleurothallis sp. 2</i> (BESN 097)			2		<b>2</b>
<i>Pleurothallis sp. 3</i> (BESN 141)				2	<b>2</b>
<i>Pleurothallis sp. 4</i> (BESN 142)				3	<b>3</b>
<i>Pleurothallis sp. 5</i> (BESN 143)				2	<b>2</b>
<i>Pleurothallis sp. 6</i> (BESN 396)				1	<b>1</b>
<i>Pleurothallis sp. 7</i> (BESN 485)			2		<b>2</b>
<i>Pleurothallis sp. 8</i> (BESN 491 - 501)			8		<b>8</b>
<i>Pleurothallis sp. 9</i> (BESN 495)			2		<b>2</b>
<i>Pleurothallis sp. 10</i> (BESN 497)			2		<b>2</b>
<i>Pleurothallis sp. 11</i> (BESN 525)			17		<b>17</b>
<i>Prescottia cordifolia</i> Rchb. f.		1			<b>1</b>
<i>Psilochilus sp. 1</i> (BESN 345)	2				<b>2</b>
<i>Sobralia rosea</i> P. & E.			2		<b>2</b>
<i>Stelis cupuligera</i> Rchb. f.			4		<b>4</b>
<i>Stelis sp. 1</i> (BESN 078)			3		<b>3</b>
<i>Stelis sp. 2</i> (BESN 375)			2	1	<b>3</b>
<i>Stelis sp. 3</i> (BESN 391)			2		<b>2</b>
<i>Telipogon lehmanni</i> Schltr.			1		<b>1</b>
<i>Warreopsis purpurea</i> Ortiz			1		<b>1</b>
BESN 499	1				<b>1</b>
BESN 520	2				<b>2</b>
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>434</b>	<b>253</b>	<b>697</b>

## ANEXO G

Número de individuos, Densidad, Frecuencia y Cobertura relativas para las unidades de vegetación evaluadas.

• **Talud flanco occidental.**

ESPECIE	n	Fr	Dr	Cor	AVI	BIOMASA (g)
BESN 499	1	1.02	0.23	0.07	1.32	15.3
<i>Brachtia andina</i> Rchb. f.	3	2.04	0.69	0.35	3.08	21.3
<i>Cranichis ciliata</i> (H.B.K.) Kunth	1	1.02	0.23	0.13	1.38	6.4
<i>Cranichis polyantha</i> Schltr.	4	2.04	0.92	0.56	3.52	29.7
<i>Cytochilum annulare</i> Rchb. f.	3	3.06	0.69	1.66	5.41	379
<i>Elleanthus aurantiacus</i> (Ldl) Rchb. f.	137	17.35	31.49	52.41	101.25	4549.9
<i>Elleanthus aureus</i> (P. & E.) Rchb.f.	3	1.02	0.69	1.98	3.69	210
<i>Elleanthus lancifolius</i> Presl.	1	1.02	0.23	0.04	1.29	12.1
<i>Elleanthus virgatus</i> (Rchb. f.) C. Schweinf.	3	1.02	0.69	0.04	1.75	6.5
<i>Epidendrum aff. decurviflorum</i> Schltr.	23	9.18	5.29	4.04	18.51	672
<i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth.	55	10.20	12.64	3.82	26.66	121.5
<i>Epidendrum macrostachyum</i> Ldl.	11	3.06	2.53	1.73	7.32	578.9
<i>Epidendrum sp. 1</i> (BESN 077)	1	1.02	0.23	1.47	2.72	68.3
<i>Epidendrum xylostachyum</i>	4	1.02	0.92	0.29	2.23	49.2
<i>Gomphicis caucana</i> Schltr.	2	2.04	0.46	0.32	2.82	10.4
<i>Liparis cf. colombiana</i>	3	1.02	0.69	1.10	2.81	13.9
<i>Maxillaria alticola</i> C. Schweinf.	75	3.06	17.24	5.96	26.26	1779.3
<i>Maxillaria floribunda</i> Ldl.	2	1.02	0.46	0.29	1.77	56.8
<i>Maxillaria ringens</i> Rchb. f.	1	1.02	0.23	0.06	1.31	17.4
<i>Maxillaria sp. 1</i> (BESN 082)	7	3.06	1.61	2.10	6.77	532.8
<i>Maxillaria sp. 2</i> (BESN 333 - 496)	19	2.04	4.37	4.38	10.79	343.1
<i>Maxillaria sp. 3</i> (BESN 377)	2	1.02	0.46	0.16	1.64	36.46

<i>Maxillaria sp. 4</i> (BESN 385)	1	1.02	0.23	0.13	1.38	34.7
<i>Maxillaria sp. 5</i> (BESN 386)	4	3.06	0.92	0.66	4.64	117.12
<i>Maxillaria speciosa</i>	3	2.04	0.69	2.76	5.49	78.4
<i>Odontoglossum ramosissimum</i> Ldl.	7	2.04	1.61	2.77	6.42	231.8
<i>Odontoglossum sp. 1</i>	1	1.02	0.23	0.21	1.46	15.2
<i>Oncidium cultratum</i> Ldl.	1	1.02	0.23	0.17	1.42	5.8
<i>Oncidium sp. 3</i> (BESN 373)	1	1.02	0.23	0.06	1.31	3.5
<i>Oncidium sp. 1</i> (BESN 374 - 522)	3	2.04	0.69	2.05	4.78	33
<i>Oncidium sp. 4</i> (BESN 337)	1	1.02	0.23	0.83	2.08	152
<i>Pleurothallis bivalvis</i> Ldl.	2	1.02	0.46	0.25	1.73	52.3
<i>Pleurothallis sp. 1</i> (BESN 086)	3	1.02	0.69	0.79	2.50	18.7
<i>Pleurothallis sp. 2</i> (BESN 097)	2	1.02	0.46	0.50	1.98	11.8
<i>Pleurothallis sp. 7</i> (BESN 485)	2	1.02	0.46	1.21	2.69	17.5
<i>Pleurothallis sp. 8</i> (BESN 491 - 501)	8	2.04	1.84	0.18	4.06	45.8
<i>Pleurothallis sp. 9</i> (BESN 495)	2	1.02	0.46	0.21	1.69	15
<i>Pleurothallis sp. 10</i> (BESN 497)	2	1.02	0.46	0.01	1.49	15.6
<i>Pleurothallis sp. 11</i> (BESN 525)	17	2.04	3.91	0.80	6.75	14.1
<i>Sobralia rosea</i> P. & E.	2	2.04	0.46	2.63	5.13	100.8
<i>Stelis cupuligera</i> Rchb. f.	4	1.02	0.92	0.18	2.12	11.3
<i>Stelis sp. 1</i> (BESN 078)	3	1.02	0.69	0.27	1.98	5.2
<i>Stelis sp. 2</i> (BESN 375)	2	1.02	0.46	0.01	1.49	2.1
<i>Stelis sp. 3</i> (BESN 391)	2	1.02	0.46	0.27	1.75	12.1
<i>Telipogon lehmanni</i> Schltr.	1	1.02	0.23	0.08	1.33	6.2
<b>TOTAL</b>	<b>435</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>10510.28</b>



• **Talud flanco oriental**

ESPECIE	n	Fr	Dr	Cor	AVI	BIOMASA (g)
<i>Cranichis polyantha</i> Schltr.	1	2.94	0.40	0.10	3.44	12.9
<i>Cyrtochilum superbiens</i> Rchb. f.	1	2.94	0.40	1.16	4.50	191.7
<i>Elleanthus aurantiacus</i> (Ldl) Rchb. f.	211	38.24	83.40	85.90	207.53	4906.6
<i>Elleanthus ensatus</i> (Ldl.) Rchb. f.	3	2.94	1.19	0.35	4.48	84.3
<i>Elleanthus sp. 1</i> (BESN 393)	7	2.94	2.77	3.96	9.66	393
<i>Epidendrum cylindrostachys</i> Rchb. f. & Warsc.	2	2.94	0.79	0.17	3.90	38.9
<i>Gomphichis cf. cundinamarcense</i> Renz.	1	2.94	0.40	0.23	3.57	26.4
<i>Habenaria amalfitana</i> Lehm. & Krzl.	3	5.88	1.19	0.01	7.08	27.3
<i>Maxillaria alticola</i> C. Schweinf.	1	2.94	0.40	0.08	3.42	61.2
<i>Maxillaria sp. 6</i> (BESN 392-394)	2	5.88	0.79	2.20	8.88	115.7
<i>Odontoglossum cristatellum</i> Rchb. f.	1	2.94	0.40	0.16	3.50	35.2
<i>Odontoglossum ramosissimum</i> Ldl.	3	2.94	1.19	2.45	6.57	84.2
<i>Oncidium sp. 2</i> (BESN 372)	3	2.94	1.19	0.26	4.39	65.4
<i>Oncidium sp. 3</i> (BESN 373)	5	5.88	1.98	1.68	9.54	387.9
<i>Pleurothallis sp. 3</i> (BESN 141)	2	2.94	0.79	0.37	4.10	42.5
<i>Pleurothallis sp. 4</i> (BESN 142)	3	2.94	1.19	0.40	4.53	34.1
<i>Pleurothallis sp. 5</i> (BESN 143)	2	2.94	0.79	0.34	4.07	30.6
<i>Pleurothallis sp. 6</i> (BESN 396)	1	2.94	0.40	0.07	3.40	8.4
<i>Stelis sp. 2</i> (BESN 375)	1	2.94	0.40	0.10	3.44	8.2
<b>TOTAL</b>	<b>253</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>6554.50</b>

• **Bosque en regeneración avanzada flanco occidental**

ESPECIE	n	Dr	Fr	Cor	AVI	BIOMASA (g)
<i>Aspidogyne boliviensis</i> (Cogn.) Garay	1	8.33	12.5	6.368	27.20	16.9
<i>Epidendrum aff. decurviflorum</i> Schltr.	1	8.33	12.5	27.776	48.61	4.7
<i>Malaxis aff. fastigiata</i> (Rchb. f.) O. Ktze.	3	25.00	12.5	2.368	39.87	12.8
<i>Malaxis sp. 1</i> (BESN 523)	2	16.67	12.5	12.544	41.71	9.9
<i>Psilochilus sp. 1</i> (BESN 345)	2	16.67	12.5	2.016	31.18	1.8
<i>Warreopsis purpurea</i> Ortiz.	2	16.67	25	46.848	88.51	29.3
BESN 520	1	8.33	12.5	2.08	22.91	9.8
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>	<b>85.2</b>

- **Bosque en regeneración avanzada flanco oriental**

<b>ESPECIE</b>	<b>n</b>	<b>Dr</b>	<b>Fr</b>	<b>Cor</b>	<b>AVI</b>	<b>BIOMASA (g)</b>
<i>Prescottia cordifolia</i> Rchb. f.	1	100	100	100	300	16.5
<b>TOTAL</b>		100.00	100.00	100.00	300.00	16.5

## ANEXO H

Distribución de las orquídeas terrestres en los taludes.

ESPECIES	Varianza	Media	Chi <sup>2</sup>	Probabilidad	Distribución
BESN 499	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Bracthia andina</i> Rchb. f.	4.5	1.5	3	0.0793352	Aleatoria
<i>Cranichis polyantha</i> Schltr.	0.5	1.5	0.3333	0.5710661	Aleatoria
<i>Liparis cf. colombiana</i>	4.5	1.5	3	0.0793352	Aleatoria
<i>Cytochilum annulare</i> Rchb. f.	4.5	1.5	3	0.0793352	Aleatoria
<i>Cyrtochilum superbiens</i> Rchb. f.	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Elleanthus aurantiacus</i> (Ldl) Rchb. f.	2738	174	15.7356	0.0001233	Agregada
<i>Elleanthus aureus</i> (P. & E.) Rchb.f.	4.5	1.5	3	0.0793352	Aleatoria
<i>Elleanthus ensatus</i> (ldl.) Rchb. f.	4.5	1.5	3	0.0793352	Aleatoria
<i>Elleanthus lancifolius</i> Presl.	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Elleanthus sp. 1</i> (BESN 393)	24.5	3.5	7	0.0080196	Agregada
<i>Elleanthus virgatus</i> (Rchb. f.) C. Schweinf.	4.5	1.5	3	0.0793352	Aleatoria
<i>Epidendrum cylindrostachys</i> Rchb. f. & Warsc.	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth.	1512.5	27.5	55	0	Agregada
<i>Epidendrum macrostachyum</i> Ldl.	60.5	5.5	11	0.0010781	Agregada
<i>Epidendrum aff. decurviflorum</i> Schltr.	264.5	11.5	23	5.90E-06	Agregada
<i>Epidendrum sp. 1</i> (BESN 077)	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Epidendrum xylostachys</i>	8	2	4	0.0429466	Aleatoria
<i>Gomphichis cf. cundinamarcense</i> Renz.	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Gomphichis caucana</i> Schltr.	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Habenaria amalfitana</i> Lehm. & Krzl.	4.5	1.5	3	0.0793352	Aleatoria
<i>Maxillaria alticola</i> C. Schweinf.	2738	38	72.0526	0	Agregada
<i>Maxillaria floribunda</i> Ldl.	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Maxillaria ringens</i> Rchb. f.	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Maxillaria sp. 1</i> (BESN 082)	24.5	3.5	7	0.0080196	Agregada
<i>Maxillaria sp. 2</i> (BESN 333 – 496)	180.5	9.5	19	3.03E-05	Agregada
<i>Maxillaria sp. 3</i> (BESN 377)	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Maxillaria sp. 4</i> (BESN 385)	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Maxillaria sp. 5</i> (BESN 386)	8	2	4	0.0429466	Aleatoria
<i>Maxillaria sp. 6</i> (BESN 392 – 394)	2	1	2	0.1532059	Aleatoria

<i>Maxillaria speciosa</i> Rchb. f.	4.5	1.5	3	0.0793352	Aleatoria
<i>Odontoglossum cristatellum</i> Rchb. f.	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Odontoglossum ramosissimum</i> Ldl.	8	5	1.6	0.2029316	Aleatoria
<i>Odontoglossum sp. 1</i>	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Oncidium cultratum</i> Ldl.	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Oncidium sp. 1</i> (BESN 374 – 522)	4.5	1.5	3	0.0793352	Aleatoria
<i>Oncidium sp. 2</i> (BESN 372)	4.5	1.5	3	0.0793352	Aleatoria
<i>Oncidium sp. 3</i> (BESN 373)	8	3	2.6667	0.098219	Aleatoria
<i>Oncidium sp. 4</i> (BESN 337)	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Pleurothallis bivalvis</i> Ldl.	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Pleurothallis sp. 1</i> (BESN 086)	4.5	1.5	3	0.0793352	Aleatoria
<i>Pleurothallis sp. 2</i> (BESN 097)	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Pleurothallis sp. 3</i> (BESN 141)	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Pleurothallis sp. 4</i> (BESN 142)	4.5	1.5	3	0.0793352	Aleatoria
<i>Pleurothallis sp. 5</i> (BESN 143)	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Pleurothallis sp. 6</i> (BESN 396)	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Pleurothallis sp. 7</i> (BESN 485)	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Pleurothallis sp. 8</i> (BESN 491 – 501)	32	4	8	0.004761	Agregada
<i>Pleurothallis sp. 9</i> (BESN 495)	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Pleurothallis sp. 10</i> (BESN 497)	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Pleurothallis sp. 11</i> (BESN 525)	144.5	8.5	17	7.10E-05	Agregada
<i>Cranichis ciliata</i> (H.B.K.) Kunth	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Sobralia rosea</i> P. & E.	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Stelis cupuligera</i> Rchb. f.	8	2	4	0.0429466	Aleatoria
<i>Stelis sp. 1</i> (BESN 078)	4.5	1.5	3	0.0793352	Aleatoria
<i>Stelis sp. 2</i> (BESN 375)	0.5	1.5	0.3333	0.5710661	Aleatoria
<i>Stelis sp. 3</i> (BESN 391)	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Telipogon lehmanni</i> Schltr.	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria

## ANEXO I

Distribución de las orquídeas terrestres en los bosques en regeneración avanzada.

<b>ESPECIES</b>	<b>Varianza</b>	<b>Media</b>	<b>Chi <sup>2</sup></b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Distribución</b>
<i>BESN 520</i>	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Aspidogyne boliviensis</i> (Cogn.) Garay	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Epidendrum aff decurviflorum</i> Schltr.	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Malaxis aff fastigiata</i> (Rchb. f.) O. Ktze.	4.5	1.5	3	0.0793352	Aleatoria
<i>Malaxis sp. 1</i> (BESN 523)	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Prescottia cordifolia</i> Rchb. f.	0.5	0.5	1	0.318676	Aleatoria
<i>Psilochilus sp. 1</i> (BESN 435)	2	1	2	0.1532059	Aleatoria
<i>Warreopsis purpurea</i> Ortiz.	2	1	2	0.1532059	Aleatoria

## ANEXO J

Prueba de Chi 2 para las variable altitud en especies con distribución agregada.

ESPECIES	Varianza	Media	Chi2	Probabilidad	Distribución
<i>Elleanthus aurantiacus</i> (Ldl.) Rchb. f.	170.4107	17.125	69.656	0	Agregada
<i>Elleanthus sp. 1</i> (BESN 393)	6.125	0.875	49	1.00E-07	Agregada
<i>Epidendrum aff decurviflorum</i> Schltr.	10.9821	2.875	26.739	0.0004202	Agregada
<i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth.	84.9821	6.875	86.527	0	Agregada
<i>Epidendrum macrostachyum</i> Ldl.	12.2679	1.375	62.454	0	Agregada
<i>Maxillaria alticola</i> C. Schweinf.	681.9821	9.375	509.213	0	Agregada
<i>Maxillaria sp. 1</i> (BESN 082)	2.125	0.875	17	0.0174396	Agregada
<i>Maxillaria sp. 2</i> (BESN 333)	25.125	2.375	74.052	0	Agregada
<i>Pleurothallis sp. 8</i> (BESN 491)	6	1	42	9.00E-07	Agregada
<i>Pleurothallis sp. 11</i> (BESN 525)	21.2679	2.125	70.058	0	Agregada

## ANEXO K

Prueba de Chi 2 para las variable cobertura en especies con distribución agregada.

ESPECIES	Varianza	Media	Chi2	Probabilidad	Distribución
<i>Elleanthus aurantiacus</i> (Ldl.) Rchb. f.	1591.58	34.25	139.4088	0	Agregada
<i>Elleanthus sp. 1</i> (BESN 393)	12.25	1.75	21	0.0001437	Agregada
<i>Epidendrum aff decurviflorum</i> Schltr.	40.9167	5.75	21.3478	0.0001237	Agregada
<i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth.	230.917	13.75	50.3818	0	Agregada
<i>Epidendrum macrostachyum</i> Ldl.	30.25	2.75	33	9.00E-07	Agregada
<i>Maxillaria alticola</i> C. Schweinf.	1356.92	18.75	217.1067	0	Agregada
<i>Maxillaria sp. 1</i> (BESN 082)	8.25	1.75	14.1429	0.0029012	Agregada
<i>Maxillaria sp. 2</i> (BESN 333 - 496)	90.25	4.75	57	0	Agregada
<i>Pleurothallis sp. 8</i> (BESN 491 - 501)	11.3333	2	17	0.0008207	Agregada
<i>Pleurothallis sp. 11</i> (BESN 525)	72.25	4.25	51	0	Agregada

## ANEXO L

Prueba de Chi 2 para las variable orientación en especies con distribución agregada.

<b>ESPECIES</b>	<b>Varianza</b>	<b>Media</b>	<b>Chi2</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Distribución</b>
<i>Elleanthus aurantiacus</i> (Ldl.) Rchb. f.	2738	174	15.7356	0.0001233	Agregada
<i>Elleanthus sp. 1</i> (BESN 393)	24.5	3.5	7	0.0080196	Agregada
<i>Epidendrum aff decurviflorum</i> Schltr.	288	12	24	3.90E-06	Agregada
<i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth.	1512.5	27.5	55	0	Agregada
<i>Epidendrum macrostachyum</i> Ldl.	60.5	5.5	11	0.0010781	Agregada
<i>Maxillaria alticola</i> C. Schweinf.	2738	38	72.0526	0	Agregada
<i>Maxillaria sp. 1</i> (BESN 082)	24.5	3.5	7	0.0080196	Agregada
<i>Maxillaria sp. 2</i> (BESN 333 - 496)	180.5	9.5	19	3.03E-05	Agregada
<i>Pleurothallis sp. 8</i> (BESN 491 - 501)	32	4	8	0.004761	Agregada
<i>Pleurothallis sp. 11</i> (BESN 525)	144.5	8.5	17	7.10E-05	Agregada



## ANEXO M

Prueba de Chi 2 para las variable tipo de vegetación en especies con distribución agregada.

<b>ESPECIES</b>	<b>Varianza</b>	<b>Media</b>	<b>Chi2</b>	<b>Probabilidad</b>	<b>Distribución</b>
<i>Elleanthus aurantiacus</i> (Ldl.) Rchb. f.	60552	174	348	0	Agregada
<i>Elleanthus sp. 1</i> (BESN 393)	24.5	3.5	7	0.00802	Agregada
<i>Epidendrum aff decurviflorum</i> Schltr.	242	12	20.167	1.86E-05	Agregada
<i>Epidendrum fimbriatum</i> Kunth.	1512.5	27.5	55	0	Agregada
<i>Epidendrum macrostachyum</i> Ldl.	60.5	5.5	11	0.001078	Agregada
<i>Maxillaria alticola</i> C. Schweinf.	2888	38	76	0	Agregada
<i>Maxillaria sp. 1</i> (BESN 082)	24.5	3.5	7	0.00802	Agregada
<i>Maxillaria sp. 2</i> (BESN 333 - 496)	180.5	9.5	19	3.03E-05	Agregada
<i>Pleurothallis sp. 8</i> (BESN 491 - 501)	32	4	8	0.004761	Agregada
<i>Pleurothallis sp. 11</i> (BESN 525)	144.5	8.5	17	7.10E-05	Agregada

