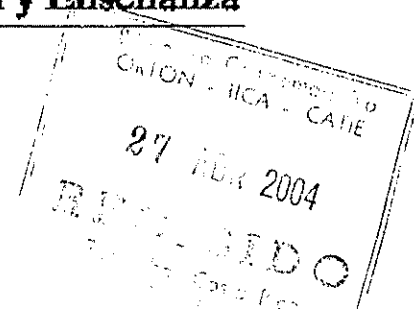


Biblioteca Comemorativa
ORTON - IICA - CATIE
27 JUN 2004
RECIBIDO

Caracterización Florística de dos sitios en el Bosque Húmedo
Costero Cabecera de Muisne, Esmeraldas - Ecuador.

CARMITA BONIFAZ BALSECA



**CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DE DOS SITIOS EN EL BOSQUE HÚMEDO
COSTERO CABECERA DE MUISNE, ESMERALDAS – ECUADOR**

Por

CARMITA BONIFAZ BALSECA

Turrialba, Costa Rica

2003

CARACTERIZACIÓN FLORÍSTICA DE DOS SITIOS EN EL BOSQUE HÚMEDO
COSTERO CABECERA DE MUISNE, ESMERALDAS – ECUADOR

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para
el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y
Enseñanza como requisito parcial para optar el grado de:

Magíster Scientiae

Por

CARMITA BONIFAZ BALSECA

Turrialba, Costa Rica
2003

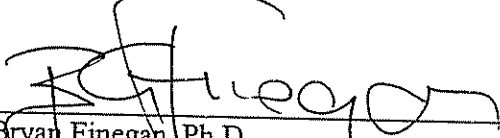
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

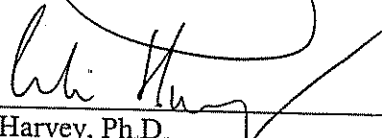
FIRMANTES:




Bastiaan Louman, M.Sc.
Consejero Principal



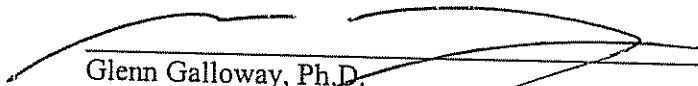
Bryan Finegan, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



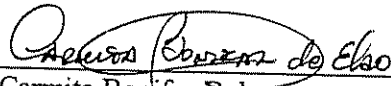
Celia Harvey, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Wilson Pozo, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Glenn Galloway, Ph.D.
**Director Programa de Educación y
Decano de la Escuela de Posgrado**



Carmita Bonifaz Balse
Candidata

DEDICATORIA

A mi tesoro esperado, mi hija Denise, por su amor, compañía y paciencia en CATIE, a mi esposo por su amor y apoyo a la distancia, y a Papá (†) y Mamá por siempre creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, primeramente por haberme permitido realizar mis estudios de posgrado en CATIE.

Al Rectorado de la Universidad de Guayaquil, por su apoyo financiero, mediante la sección de posgrado de la Facultad de Ciencias Naturales, en especial al señor rector Ab. León Roldós Aguilera, Decano Geol. José Cuenca y Director de posgrado Dr. Wilson Pozo, que hicieron posible parte de mi permanencia en CATIE.

Al Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), por su apoyo en información, en especial a Magno Matamoros y Milton Arciniegas. Al programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios PROMSA.

A la Reserva Mache Chindul, a su personal técnico, en especial a Wellington Montenegro por su apoyo logístico, a sus residentes, principalmente a Luis Cabrera, por dejar sus faenas de trabajo y servirme como guía.

A mis consejeros principales Markku Kanninen (2002) y Bastiaan Louman (2003) por su apoyo, dirección y lo más importante su amistad.

A los miembros de mi comité, Bryan Finegan, por sus precisas observaciones y a Celia Harvey por su sabia orientación.

A Hugo Brenes, por su gran paciencia, predisposición para ayudarme y amistad. A Lissethe Brenes por su apoyo y amistad.

A todos los funcionarios de CATIE, desde posgrado, administración, contabilidad, transporte y personal de servicio, quienes siempre me proporcionaron confianza y amabilidad.

INDICE

| | |
|---|-----------|
| Dedicatoria | iv |
| Agradecimientos | v |
| Índice..... | vi |
| Lista de cuadros | viii |
| Lista de figuras..... | ix |
| Resumen..... | x |
| Summary..... | xi |
| 1. INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1. Justificación | 1 |
| 1.2. Objetivos..... | 3 |
| 1.1. Objetivo General..... | 3 |
| 1.2. Objetivos específicos | 3 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1. Variación florística en bosques tropicales | 4 |
| 2.2. Variaciones florísticas y factores ambientales..... | 5 |
| 2.3. Aspectos metodológicos para la determinación de la variación florística..... | 7 |
| 2.4. Composición, estructura y diversidad florística | 9 |
| 2.5. Antecedentes de estudios florísticos en el área..... | 10 |
| 2.6. La investigación y el manejo forestal en el Ecuador | 12 |
| 3. MATERIALES Y METODOS..... | 15 |
| 3.1. Descripción del área de estudio | 15 |
| 3.1.1. Localización..... | 15 |
| 3.2. Muestreo | 17 |
| 3.2.1. Atributos y Variables medidos en las parcelas de 0.25 ha (2500 m ²) | 19 |
| 3.3. Análisis de los datos | 20 |
| 4. RESULTADOS | 24 |
| 4.1. Caracterización general del área de estudio..... | 24 |
| 4.2. Caracterización florística | 24 |
| 4.2.2. Análisis de conglomerados | 27 |
| 4.3. Suelos..... | 29 |
| 4.4. Diversidad, composición y estructura de los dos tipos de bosques | 30 |
| 4.4.1. Riqueza y Diversidad..... | 30 |
| 4.4.2. Composición..... | 32 |
| 4.4.3. Estructura..... | 33 |
| 4.5. Especies endémicas presentes en Cuchilla de Bunca y Quebra perol | 36 |
| 4.5.1. Estrategias de conservación de las especies endémicas..... | 37 |
| 5. DISCUSIÓN..... | 38 |
| 5.1. Generalidades Florísticas del área de estudio | 38 |
| 5.2. Caracterización de los bosques de cabecera de Muisne, cordillera de Bunca | 39 |
| 5.3. Las variables de suelo presentes en los bosques de cabecera de Muisne, cordillera de Bunca | 45 |

| | |
|--|-----------|
| 5.4. Implicaciones del presente estudio en las estrategias de conservación para los bosques Cuchilla de Bunca y Quiebra perol..... | 47 |
| 6. CONCLUSIONES..... | 50 |
| 7. RECOMENDACIONES..... | 51 |
| 8. LITERATURA CITADA | 52 |
| 9. ANEXOS..... | 59 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Abundancia relativa y absoluta de las 5 especies arbóreas más importantes de Cuchilla de Bunca (Bosque 1) y Quebra perol (Bosque 2) en la Cabecera de Muisne, sector cordillera de Bunca..... | 26 |
| Cuadro 2. Descripción de las medias del IVI (desviación estándar) de las 21 especies que marcaron la diferencia entre Cuchilla de Bunca y Quebra perol, agrupadas por el análisis de conglomerados..... | 28 |
| Cuadro 3. Valores totales de las variables de suelo presentes en los tipos de suelo Hapludoll y Eutropet en los dos tipos de bosques..... | 29 |
| Cuadro 4. Promedio de las variables de suelo en Bosque 1 (Cuchilla de Bunca) y Bosque 2 (Quebra perol)..... | 30 |
| Cuadro 5. Índices de diversidad de α Fisher, H' Shanon, D' Simpson, medias (error estándar), en Cuchilla de Bunca (bosque 1) y Quebra perol (bosque 2) en cabecera de Muisne, sector Cordillera de Bunca..... | 32 |
| Cuadro 6. Familias con más géneros, especies e individuos en Cuchilla de Bunca (bosque1) y Quebra perol (bosque 2) en la cabecera de Muisne, sector Cordillera de Bunca..... | 32 |
| Cuadro 7. Distribución de medias de abundancia (desviación estándar) por clases diamétricas de Cuchilla de Bunca y Quebra perol en la Cabeceras de Muisne, sector Cordillera de Bunca..... | 34 |
| Cuadro 8. Distribución de medias de área basal (desviación estándar) por clases diamétricas de Cuchilla de Bunca y Quebra perol en cabeceras de Muisne, sector Cordillera de Bunca..... | 35 |
| Cuadro 9. IVI promedio (desviación estándar) de las especies endémicas de los bosques de Cabecera de Muisne, sector cordillera de Bunca..... | 36 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Localización de la zona de estudio | 15 |
| Figura 2. Puntos de muestreo en la zona de estudio..... | 18 |
| Figura 3. Ubicación de las parcelas a 200 snm, sitio Cuchilla de Bunca y a 400 snm, sitio Quiebra Perol en suelos tipo Hapludoll y Eutropet..... | 18 |
| Figura 4 Parcelas de 0.25 ha con subdivisiones de 10m x 10m, con una distancia entre ellas de 200 m..... | 19 |
| Figura 5. Diagrama de ordenación de análisis de correspondencia DECORANA..... | 25 |
| Figura 6. Dendrograma de clasificación de tipos de bosque por similitud florística..... | 27 |
| Figura 7. Número de familias, géneros y especies presentes en los bosques de Cabecera de Muisne, Cordillera de Bunca a elevaciones de 400 snm y 200 snm..... | 30 |
| Figura 8. Curva de acumulación de especies – área para Cuchilla de Bunca (bosque 1) y Quiebra perol(bosque 2)..... | 31 |
| Figura 9. Distribución del total de individuos por clases diamétricas en Cuchilla de Bunca y Quiebra perol en la cabecera de Muisne, sector cordillera de Bunca..... | 34 |
| Figura 10. Distribución del total del área basal por clases diamétricas en Cuchilla de Bunca y Quiebra perol de Cabecera de Muisne, sector cordillera de Bunca..... | 35 |

Bonifaz, C. 2003. Caracterización Florística de dos sitios en el Bosque Húmedo costero cabecera de Muisne, Esmeraldas – Ecuador.

Palabras clave: Caracterización, bosque húmedo costero, cabecera de Muisne, Ecuador, especies endémicas.

Resumen

Se estudió la identidad florística de dos sitios del bosque húmedo costero de la cabecera de Muisne, sector cordillera de Bunca en la provincia de Esmeraldas Ecuador con el fin de contribuir a la formulación de una estrategia para su conservación y manejo.

Los sitios de muestreo fueron seleccionados previamente en el mapa de Zonificación Ecológica de la Provincia de Esmeraldas (ZEEPE 2000) y se ubicaron a 200 y 400 msnm respectivamente. Se identificó y midió todos los árboles de ≥ 10 cm de d.a.p. presentes en 8 parcelas de 0.25 ha en cada sitio. Mediante los análisis de correspondencia DECORANA y el análisis de conglomerados del IVI de las especies en cada parcela se definió las parcelas en dos grupos que coincidieron con la separación geográfica de los sitios. La diferencia en IVI entre los dos grupos fue significativa para 21 especies, indicando de que se trata de dos tipos de bosques diferentes. En cada uno de los bosques identificados se analizó las variables diversidad, riqueza, composición, densidad y área basal y la diferencia de estas variables entre ambos bosques. A nivel de composición de familias, los dos sitios fueron similares, con el mayor número de géneros y especies en las familias Moraceae, Rubiaceae y Arecaceae. Tampoco presentaron diferencias en diversidad (Fisher, Shannon y Simpson). A nivel de especie, aparte de las diferencias en IVI de 21 especies, ambos bosques mostró diferencia en estructura (Tukey $\alpha=0.05$) el bosque a 200 msnm posee más árboles pequeños (árboles en la clase diamétrica 10 – 19 cm), mientras que el bosque a 400 msnm aloja más árboles con diámetros grandes. Las especies endémicas revelaron poblaciones con pocos individuos, exhibiendo casos críticos ej. *Matisia palenquiiana* que presentó un solo individuo en el bosque a 400 msnm. Los resultados estructurales encontrados para las especies endémicas en los dos tipos de bosques conllevaron a sugerir estrategias para conservarlas en el área de estudio.

Bonifaz, C. 2003. Floristic characterization of two sites of coastal wet forest Cabecera Muisne, Esmeraldas – Ecuador.

Key words: Characterization, coastal wet forest, upper watershed of Muisne, Ecuador, endemic species.

Summary

The author studied floristic identity of two sites in the wet coastal forest of the upper watershed of Muisne, in the mountain range of Bunca in the Esmeraldas province, Ecuador with the objective to contribute to the formulation of a conservation and management strategy for these forest.

The sampling sites were selected from the map of Ecological Zonification of the Esmeraldas province and were located at 200 and 400 masl respectively. In each site, all trees of 10 cm of diameter present in 8 plots of 0.25 has were identified and measured. The plots were divided into two groups, using correspondence (DECORANA) and the conglomerates analysis based on the IVI of each species. This grouping coincided with the geographical location of the plots. The difference in IVI between the two groups was significant for 21 species, indicating two different types of forest.

In each of the identified forests the author analyzed diversity, species richness, composition, density and basal area, and the difference among these variables between both forests. Both sites were similar in floristic composition at family level, Moraceae, Rubiaceae y Arecaceae being the families with the greater number of genera and species. The sites did not present differences in diversity (Fisher, Shannon y Simpson) either. At species level, besides showing differences in IVI of 21 species, both forest showed differences in structure (Tukey= α 0.05) the site at 200 masl showing more small trees (diametric class 10 – 19 cm), and the forest at 400 masl more trees with larger diameters. The endemic species revealed populations with few individuals exhibiting critical cases e.g. *Matisia palenquiana* that display a single individual in the forest at 400 masl. The structural results found for the endemic species of both types of forest let to suggestions on strategies for their conservation in the study area.

1. INTRODUCCION

1.1. Justificación

En el Ecuador, el bosque occidental tiene aproximadamente 80.000 km² y constituye el 29% del área total de la República del Ecuador. Un 40% (32.000 km²) de este bosque era bosque húmedo y muy húmedo tropical, formando una franja de cerca de 20 km de ancho en el norte del Ecuador, reduciéndose hacia el sur, y conectando el bosque húmedo tropical colombiano con el de Perú. Este bosque es uno de los ecosistemas de la tierra más amenazados por la deforestación y de otras actividades por parte del hombre (Myers 1988; Dodson & Gentry 1991) con el riesgo de extinción biológica de diferentes especies (ej. *Nectandra guaripito*)¹. De este bosque solo 1500 km² (4%) permanecen (Dodson & Gentry 1991).

Según Gentry (1982) el bosque húmedo de la costa del Ecuador es la prolongación más al sur de el Chocó y la extensión más lejana de esta flora registrada dentro de América del Sur. Encontró que los bosques en la costa del Ecuador y la estribación occidental de la cordillera de los Andes eran similares, sugiriendo que originalmente fueron parte de un mismo bloque continuo de bosque de la Flora de Chocó.

De las 25 zonas de vida del Ecuador, 12 (48%) se encuentran en el Ecuador occidental (Cañadas & Estrada 1978); la diversidad de zonas de vida dentro de una menor porción terrestre del país se deba a una amplia gama de procesos ambientales de clima que varían a lo largo de un gradiente espacio temporal, generando diversidad de hábitats y tipos de vegetación.

El punto donde la corriente fría de Humboldt con dirección sur - norte choca con la corriente tibia de Panamá con cambios hacia el norte y hacia el sur durante el año, es lo que afecta al clima de esta zona. Cerca del océano, se presenta una neblina, que provee de humedad atmosférica sustancial, especialmente en las crestas de montañas costeras. La precipitación anual aumenta gradualmente con la disminución de la influencia de la corriente de Humboldt hacia el norte del Ecuador, variando desde 2000 mm hasta 7000 mm

¹ Registro oficial N° 29, resolución N° 046, sept. 1996.

cerca de la frontera con Colombia.

La humedad proveniente del mar, tiende a formar bosques húmedos en las partes altas y en las estribaciones de las montañas costeras (> 400 SNM). La existencia de la humedad sobre las crestas, pendientes y barrancos durante todo el año tiende a prevenir la formación de comunidades distintas. Muchas especies pueden ser encontradas en una gradiente desde la cresta hasta las partes bajas y en abundancia similar, aunque algunas prefieren solo las partes escarpadas de las crestas montañosas (Foster 1992), o son localmente comunes o dominantes en algunas áreas y rara o ausente dentro de sitios aparentemente similares como la distribución agregada que presentan algunas especies vegetales, en el sur este de la Reserva Mache Chindul, en las cabeceras del Río Dogola, en la estación Biológica Bilsa (Clark 1999).

A fin de evaluar el grado de destrucción creciente de los bosques de la provincia de Esmeraldas, Fundación Natura auspició la ejecución de varias investigaciones científicas en 1991 y 1993, entre ellas la *Determinación de Áreas de Bosques Remanentes de la Región Occidental Ecuatoriana* y la *Evaluación y Priorización de Remanentes de Bosques Occidentales*.

El diagnóstico de la Situación de los Recursos Forestales de la provincia de Esmeraldas realizado por Natura en 1994, identificó cinco áreas críticas como ecosistemas amenazados, entre ellas, la de Mache Chindul. Luego el programa de Evaluación Rápida de Conservación Internacional (1992), reconoció a la zona de Bilsa ahora dentro de la Reserva Mache-Chindul, como uno de los sitios de mayor interés para la conservación de la biodiversidad en la costa ecuatoriana. Un área que, al formar parte de la Ecoregión del Bosque Húmedo Occidental de Ecuador y Colombia, es considerada de prioridad para la conservación de la biodiversidad regional.

La cordillera costera necesita más estudios de conservación y manejo (Conservation International 1992) incluso ni siquiera consta en los mapas ecológicos del país, por lo que caracterizar florísticamente los bosques localizados dentro de áreas protegidas como la cabecera del Río Muisne, sector cordillera de Bunca, contribuirá al conocimiento de la

identidad florística del bosque húmedo tropical de la Provincia de Esmeraldas, y apoyará estrategias de conservación y manejo del bosque húmedo tropical de la Reserva Ecológica Mache Chindul (REMACH).

1.2. Objetivos

1.1. Objetivo General

- bosque húmedo tropical (BHT) costero del área Cabecera del Muisne, Esmeraldas-Ecuador.

1.2. Objetivos específicos

1. Caracterizar la diversidad, composición y estructura, de las plantas leñosas ≥ 10 cm de DAP en Cuchilla de Bunca y Quebra perol.
2. Determinar la relación de los patrones florísticos del bosque a sus características ambientales de sitio.
3. Sugerir estrategias de conservación y manejo para los bosques caracterizados en base a criterios de conservación establecidos.

1.3. Hipótesis

- La característica florística de las parcelas difieren debido a las características ambientales (altura y suelos).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Variación florística en bosques tropicales

Entender la variación florística de los bosques tropicales integrando diferentes enfoques de análisis permitirá desarrollar propuestas de conservación y manejo adecuado de estos bosques. Un enfoque basado en precipitación, temperatura y la relación entre evapotranspiración potencial y precipitación, como el de Holdridge (1978) ha sido muy utilizado en los neotrópicos para trazar mapas de zonas de vida. La clasificación de Whitmore (1984) para definir formaciones forestales con base en características estructurales y fisonómicas de los bosques ha sido utilizado para planificar el manejo de una unidad de terreno.

En forma general la relación interactuante entre los factores ambientales del sitio y las especies que cohabitan en un espacio conjunto genera una diversidad de hábitats y tipos de vegetación (Mateucci & Colma 1982; Suárez & Ulloa 1993). Aunque cada zona de vida está descrita, existen diferentes patrones florísticos dentro de cada zona de vida siendo necesario identificar los diferentes tipos de bosques existentes (Gentry 1982).

Diferentes patrones florísticos originados por la diferente distribución de las plantas, como la teoría de los refugios que considera la alta diversidad de las plantas en determinadas áreas tropicales (e.g. Refugio del Chocó, sensu lato), además de una correlación fuerte de las distribuciones de las plantas con las zonas de vida de Holdridge (Gentry 1982) o con variaciones climáticas estacionales dentro de pequeñas distancias, reflejan variaciones florísticas en los bosques húmedos tropicales con diferentes patrones florísticos que exhiben un brusco cambio fisonómico en la vegetación (Van der Werff 1978).

Las variaciones florísticas y la alta diversidad también pueden ocurrir dentro de un mismo tipo de bosque y dentro de una misma zona de vida. Algunos estudios con diferentes orientaciones respaldan dicha posición. Así el bosque amazónico, el Choco Colombiano, catalogados generalmente como los de mayor diversidad, presentan variaciones a escalas locales, en respuesta a las condiciones edáficas y mosaicos sucesionales (Gentry & Ortiz

1993; Berry et.al. 1995).

En el caso del Ecuador la falta de conocimiento de las variaciones florísticas ha limitado la identificación de los diferentes tipos de bosque en los mapas de clasificación ecológica del país, ignorando hasta cierto punto la existencia de hábitats críticos, minimizando el impacto de la pérdida de especies endémicas (ej. *Caryodaphnopsis theobromifolia*) en ecosistemas naturales, en particular en las cordilleras costeras (Foster 1992).

En todo caso, la variación del bosque tropical existente requiere de mayores investigaciones cuantitativas, tendientes a conocer la variación florística y el mapeo de los diferentes tipos de bosque dentro de las zonas de vida. La identificación de los tipos de bosque a diferentes escalas espaciales constituye una herramienta útil para el manejo de los recursos naturales de un país.

2.2. Variaciones florísticas y factores ambientales

2.2.1. Vegetación - precipitación

La relación positiva entre la precipitación y la riqueza de especies de plantas a nivel de comunidad ha sido estudiada por Gentry (1982) quien determinó la riqueza de especies vegetales en correlación con la precipitación en 11 comunidades de plantas neotropicales en Centro y sud América; enumerando e identificando todas las plantas ≥ 2.5 cm DAP en unidades de muestreo de 1000 m^2 (0.1 ha). El resultado obtenido reveló que la diversidad de epifitas aumenta y la diversidad de las plantas dispersadas por el viento disminuyen en relación con la precipitación y la altura.

2.2.2. Relación vegetación - tiempo

La relación de las lluvias orográficas (neblina o bruma) con las asociaciones vegetales de las islas montañosas y cordilleras costeras y su contribución a la presencia de los bosques nublados no ha sido bien caracterizada en los bosques tropicales, debido a la falta de datos

locales exactos de humedad (Holdridge 1978). La cantidad de precipitación y la presencia o ausencia de una estación seca pronunciada es considerada determinante del tipo de vegetación dentro de dicha relación climática. Hartshorn (2002), sin embargo sugiere más bien que los patrones florísticos son inherentes a una asociación atmosférica, con dominancia de epifitas y el aumento de la altura de los árboles como producto de esta relación climática y con una mayor influencia en el lado montañoso a barlovento.

Estudios preliminares en la Cordillera costera Chongón Colonche (Ecuador), muestra que la captación del agua de las pendientes al viento es mayor en relación a las pendientes a sotavento (Becker & Bonifaz 1996), quien considera estos hábitats como críticos para la conservación y manejo de la biodiversidad y el mantenimiento del caudal de las corrientes y acuíferos (e.g. Las Lomas, Perú, Cordillera costera del Ecuador,).

En las islas Galápagos el factor “garúa”, sinónimo de precipitación horizontal es agente importante para la ocurrencia de los diferentes patrones florísticos en las diferentes islas. En las elevaciones bajas la precipitación horizontal se presenta débil pero se intensifica con el aumento en elevación, relacionada esta intensidad con la dirección del efecto “garúa”, siendo mayor sobre las montañas a barlovento y débil en las montañas a sotavento; reflejando este efecto en las cumbres de los volcanes altos de Isabela y Fernandina que no reciben la humedad de la garúa y permanecen secos durante ésta estación, presentando patrones florísticos diferentes al de las otras islas (Van der Werff, 1978).

2.2.3. Relación vegetación – suelo

Desde que se creó la clasificación de las zonas de vida, se sugirió que era necesario un sistema de clasificación de suelos que permita una clasificación natural de los ecosistemas, que con un enfoque de los tipos de suelos en un área determinada pueda derivarse la fisonomía de la vegetación Holdridge (1978). Frente a lo cual se opinó que el desarrollo mismo de los suelos es dirigido por el clima y afectado por las comunidades de las plantas presentes (Burnham 1984), encontrándose dentro de una misma zona de vida diferentes tipos de suelo. Las variaciones florísticas no aleatorias existen –variaciones más o menos relacionadas al sustrato, geológicas y geomorfológicas- y crean hábitats con condiciones

muy diversas de drenaje y riqueza de suelos, originando diferencias importantes en la estructura y composición florística de la vegetación (Tuomisto 1993)

Estudios realizados en la Guayana Venezolana identificaron una zona de alto endemismo denominado Pantepui, donde el 33 % de la especies de Pantepui son endémicos del área. Dado el tamaño pequeño del área del Pantepui (5000 km²), ésta sigue siendo una concentración notable de taxa endémicos. La asociación del alto endemismo a los substratos pobres que se derivan de la erosión de las rocas cristalinas y de la piedra de arenisca antigua permitió establecer patrones florísticos para asociaciones vegetales como la de Tepui y otras asociaciones vegetales en la Guayana venezolana en relación al suelo. Antes de este estudio la tasa de endemismo de Tepui era generalizado para el escudo de la Guayana. Estudios florísticos ambientales detallados permiten nuevas clasificaciones fitogeográficas (ej. Región Pantepui).

Conocer los diferentes patrones florísticos en relación a la variación del sustrato es un campo útil para el manejo del bosque húmedo tropical. El estudio de la relación de los factores edáficos con las plantas a nivel de paisaje puede explicar mejor la variación entre ellos, siendo necesario realizarlos para entender patrones florísticos que en estudios a nivel global -gradiente altitudinal- podrían no ser entendidos (Clark 2002).

2.3. Aspectos metodológicos para la determinación de la variación florística

La determinación de las características florísticas de diferentes tipos existentes de bosque y a diferentes escalas espaciales constituye una herramienta útil para generar los conocimientos necesarios para la elaboración de los planes de utilización, manejo y conservación de tipos de bosque, a partir del objetivo ambiental de la investigación ligado a la representatividad del muestreo. La escala puede ser pequeña para dar información exacta sobre las condiciones ecológicas del lugar muestreado, no siendo necesariamente representativas de la región o puede ser grande y laborioso, en cual caso es difícil repetir el estudio en distintos lugares. Si el objetivo de la investigación es cartografiar la vegetación

en base a muestras de vegetación o atributos (especies, formas de vida, etc.) la clasificación es el método más adecuado. Pero si el objetivo es determinar relaciones entre la vegetación y el ambiente, la ordenación sería el método más adecuado (Matteucci & Colma 1982).

2.3.1. La ordenación

El principio de la ordenación es obtener secuencias o gradientes al disponer los individuos (muestras o atributos) a lo largo de ejes de variación continua, expresando la variación en pocos ejes, en los cuales se recupera la máxima cantidad de información posible, permitiendo relacionar el espacio vegetacional con el espacio ambiental. En cuanto se refiere a los individuos ordenados a partir de los datos vegetacionales esta ordenación sería taxométrica. Pero si es para encontrar las relaciones entre las variaciones de la vegetación y los gradientes o patrones ambientales (e.j. factores edáficos) esta ordenación sería ecológica (Matteucci & Colma 1982; Clark 2002).

La relación que existe entre la distribución de una especie de planta y los factores edáficos se puede determinar por varios métodos. Estos son la ordenación, el análisis de correspondencia (DCA) y el análisis de conglomerados o "cluster" (Clark 2002). Cada situación requiere una evaluación particular para utilizar el método multivariado más adecuado, que permita extraer la máxima información posible del conjunto de datos, pero que a su vez garantice la validez de su aplicabilidad. Las técnicas multivariadas son muy potentes y pueden llevarnos a encontrar una justificación de su utilización, que no se sustente necesariamente en el análisis objetivo de la información recopilada (Pla 1986). Los análisis multivariados para datos de comunidades responden a propósitos generales como: evidenciar sus relaciones ambientales, o la relación de la comunidad con datos históricos sirviendo sus resultados para la mejor comprensión de las comunidades (Gauch 1982).

El mejor procedimiento para evaluar la efectividad de una ordenación consiste en comparar los resultados obtenidos con diferentes métodos y en interpretarlos en función de los gradientes ambientales y de los gradientes ambientales operantes (Matteucci & Colma 1982).

2.4. Composición, estructura y diversidad florística

Conocer la composición y estructura de un bosque se encuentra entre los principales criterios utilizados para determinar patrones florísticos por las siguientes razones:

- Mediante el análisis de la composición de un bosque se identifica las familias, géneros y especies presentes, que muchas veces puede ser un listado de especies o la riqueza de especies de una comunidad, en función de su abundancia.
- En una comunidad usualmente se encuentran especies similares con requerimientos aparentemente parecidos pero que difieren en su abundancia relativa (Gentry 1995).
- Muchas veces su abundancia es relativa a la cantidad de espacio, factores geográficas, factores ambientales o edáficos favorables o disponibles (Gentry 1995; Finegan & Delgado 2000; Chapin et. al. 2000).
- El análisis estructural indica el estado en que se encuentra la población, el mismo que considera la organización física de un ecosistema, que en un plano horizontal presentan variables cuantitativas como diámetro a la altura del pecho (DAP) y el área basal.
- La distribución del número de árboles por clases diamétricas o distribución diamétrica, permitirá predecir en forma confiable la representación proporcional de las diferentes etapas del desarrollo de la especie.
- La medición del DAP es considerado práctico de realizar dado que, relacionada con la altura del árbol, es una indicación del volumen del fuste, además de ser la base para el cálculo del área basal, la cual es considerada como el área del círculo con un diámetro igual al DAP (Delgado et. al 1997).

Muchos estudios de diversidad, han utilizado diámetros arbóreos o de lianas de más de 10 cm, otros incorporan diámetros desde 2.5 cm, como medida útil de la riqueza florística de un bosque tropical, incorporando en estos estudios individuos importantes en la riqueza florística total de ecosistemas tropicales, que hasta entonces eran excluidos (Gentry 1995).

En el aspecto de indicar la salud del ecosistema se utilizan índices de diversidad que permiten medir la diversidad de especies, bajo la consideración no solo del número de especies, sino la abundancia de las mismas, utilizando cantidades relativas para referirse a la contribución de cada especie a la comunidad (Matteucci & Colma 1982; Magurran

1988). Los índices más comunes son el índice de Alfa de Fisher (α), Shannon (H') y Simpson (D). Los mismos que consideran la diversidad con diferentes criterios como que la diversidad de especies esta relacionada al número de individuos muestreados (α), o que la diversidad se incrementa con el número de especies de la comunidad siendo sensible a la abundancia de especies raras (H') y que la diversidad es sensible a la abundancia de las especies más comunes (D).

2.5. Antecedentes de estudios florísticos en el área

Es conocido que el estudio completo de los bosques requiere que los inventarios florísticos (colección, identificación y descripción de las especies de plantas) sean complementados con inventarios ecológicos cuantitativos de los bosques (Neil & Ollgaard 1993) pero con una certeza en la identificación de las especies de la parcela y una estandarización metodológica de inventario (Berry 2002), que permitan comparaciones entre bosques y evitan confusiones de información.

Desde 1986 hasta el momento se elabora la Flora of Ecuador, publicándose 69 volúmenes correspondientes a más de 70 familias, que constituye un 20% del total de la Flora del Ecuador. Se presume que la obra se terminara de publicar en el año 2150. Existe al momento grandes esfuerzos de la comunidad botánica internacional en ayudar al conocimiento de grupos grandes no publicados en su totalidad como Pteridophyta, Orchidaceae, Rubiaceae, Poaceae, Arecaceae, Araceae, Asteraceae, Meliaceae.

Se cuenta con otros estudios florísticos en escala menor como Flora of the Galápagos Islands, (Wiggins & Porter 1971), y Árboles comunes de la provincia de Esmeraldas (Little 1969). A nivel de florulas tenemos Flora de Rió Palenque (Dodson & Gentry 1978); Flora de Jauneche (Dodson & Gentry 1986), Flora de Capeira (Dodson & Gentry en prensa), Flora del Bosque de Garúa (por publicar). Una actualización taxonómica de todas las Familias del Ecuador consta en el Catalogo de las Plantas vasculares del Ecuador (Jorgensen & León 1999) y el Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador (Valencia et al 2000).

A nivel de bases de datos florísticas se halla la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden (MO) con 100.000 registros, la base de plantas de la Universidad de Aarhus (AAU) con 90.000 registros, ambas de colecciones botánicas en Ecuador, y la base de datos del herbario de la Universidad de Guayaquil (GUAY) con 20.000 registros de plantas vasculares del Occidente del Ecuador.

En cuanto al panorama de inventarios cuantitativos en el Ecuador, se tiene como antecedente el realizado por Grubb *et al.* (1963), en el bosque montano cerca de Baeza en las estribaciones orientales de los Andes y un bosque de tierra baja de la Amazonía ecuatoriana, por el río Napo, muestreando una serie de parcelas diminutas de 0,0465 ha. Además, existe un inventario cuantitativo en la ribera del río Napo dentro del Parque Nacional Yasuni, en el sitio Añangu Balslev *et al.* (1987). Korning *et al.* (1991) inventariaron árboles de ≥ 10 cm de DAP, utilizando dos metodologías: transectos “no dimensionales” con un punto de muestreo cada 20 m; y parcelas de 1 ha. En algunas regiones del país se han utilizado parcelas de una hectárea para inventarios de bosque por ej: en el bosque montano alto del Volcán Pasochoa (Valencia & Jorgensen 1992), en la amazonía ecuatoriana, Cuyabeno (Valencia *et al.* 1994) en bosque seco, isla Puna y Parque Nacional Machalilla (Madsen *et al.* 2001).

En 1982, Gentry desarrolló una técnica para inventarios rápidos, utilizando transectos de 0.1 hectárea, incluyendo todas las plantas leñosas (árboles, arbustos, lianas) con un diámetro mínimo de 2.5 cm. Este muestreo se ha aplicado en muchos bosques tropicales del mundo, incluyendo varios de Ecuador: Río Palenque, Volcán Pasochoa, Volcán Sumaco, Jatun Sacha, Maquipucuna y remanentes de la cordillera costera de Manabí y Esmeraldas. La mayor información cuantitativa del occidente del Ecuador proviene de las Estaciones biológicas Río Palenque (1978), Jauneche (1986). En 1992, Conservación Internacional mediante su programa Rapid Assessment Program (RAP) realizó la evaluación de la Cordillera costera y de las áreas adyacentes del suroeste del Ecuador, utilizando el método Gentry (DAP ≥ 2.5 cm en 0.1 ha.).

En 1999 se elaboró el Catálogo de Plantas vasculares del Ecuador, el mismo que en una sección inicial analiza la composición florística del Ecuador por zonas de vida, mediante

análisis multivariados, siendo un estudio pionero con el uso de esta técnica en el Ecuador. Al 2002, el Missouri Botanical Garden publicó la recopilación de los transectos Gentry, analizando la diversidad de plantas ≥ 2.5 cm de d.a.p en 0.1 ha; entre estos análisis se encuentran los realizados en la región occidental del Ecuador, particularmente en cabecera de Bilsa.

2.6. La investigación y el manejo forestal en el Ecuador

Según Palacios (1993), el país cuenta con 11'473.000 ha. de bosques naturales, concentrados en la Amazonía (9'930.000 ha) y en el noroccidente ecuatoriano (1'080.000 ha). Con 66.100 ha adicionales de bosques plantados, la mismas que se ubican principalmente en la sierra, debiendo sumarse a todo esto más de 2'600.000 ha. con aptitud forestal, las cuales podrían ser objeto de plantaciones forestales. De los 11'473.000 ha de bosques naturales del país, 8'070.000 ha son considerados bosques productores, mientras que 3'483.000 ha son considerados bosques protectores.

De acuerdo a la Legislación forestal del Ecuador - Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre²; Normativa para el Manejo Forestal Sustentable para Aprovechamiento de Madera³ - es deber del estado el manejo forestal sustentable en el país, sin embargo la sustentabilidad no puede darse sin investigación forestal. Actualmente en el Ecuador se cuenta con pocos centros de investigación forestal entre ellos el Centro forestal de Conocoto, la estación experimental la Chiquita, y la estación experimental La Favorita, los mismos que al momento han abandonado sus actividades de investigación debido a la falta de recursos económicos. Las universidades, que tienen sus escuelas forestales especializadas, no cumplen con una actividad de investigación continua. El Ministerio del Ambiente que es la autoridad ambiental⁴ del país no cuenta con fondos suficientes para implementar su autoridad. El 23 de Octubre del 2003, el Tribunal constitucional invalidó la delegación del control forestal a la empresa privada suiza, Societé Générale de Surveillance S.A (SGS). Y el 18 de Noviembre 2003 el MAE asumió la

² L.74-PCL.RO 64: 24-ago-1981.

³ A-131.RO 249: 22-ene-2001.

⁴ DE: 3516.RO-E 2: 31-mar-2003.

entrega de licencias para planes de explotación forestal y el cobro de una tarifa por cada metro cúbico que se transporte por las diferentes carreteras del país.

Organizaciones indígenas con ayuda de ONG internacionales han venido y vienen desarrollando manejo forestal comunitario como el caso del plan de Manejo forestal de la Región Awá, desarrollado en la zona de influencia de la reserva Awá, en el noroccidente del Ecuador; el proyecto Pomaren con la federación de indígenas del Napo y actualmente el Centro Chachi Gualpí del Onzole, ubicado en Esmeraldas.

Dentro del contexto actual del manejo forestal en el Ecuador y la necesidad de investigación, se debe fomentar mayor investigación en el país mediante convenios o acuerdos entre el MAE y universidades nacionales y extranjeras, instituciones de nivel superior (posgrado), ONG, línea de acción que permitirá construir una base de información, dentro del marco de la importancia forestal del país.

2.6.1. Debilidades del manejo Forestal (FAO 2002)

- Los sistemas de información geográfica SIG son empleados en Ecuador pero aun no ha sido incorporada en el sistema de información forestal.
- La información forestal esta dispersa en diferentes instituciones públicas y privadas (e.g. Banco Central del Ecuador, Ministerio de Comercio exterior y pesca).
- El sistema de difusión de la información forestal no esta regularizada aunque existe publicaciones periódicas del Banco Central. No existe una red nacional de información forestal.

2.6.2. Potencialidades para el Manejo Forestal (FAO 2002)

- Pre-proyecto “Sistema Nacional de Estadísticas Forestales y Comercialización de la madera” con apoyo económico de la ITTO.

- La estrategia para el desarrollo forestal sustentable en el Ecuador constituye la base para establecer en el país las políticas y los objetivos del sector forestal en los próximos 20 años.
- Proyecto “Vigilancia verde” es un modelo en el control forestal con la participación de ONG ambientalistas y el sector público.
- El nuevo proyecto de Ley para el Desarrollo Forestal Sustentable, reconoce el pago por servicios ambientales que ofrece el bosque.
- La Regencia Forestal es una nueva área de control forestal.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Descripción del área de estudio

3.1.1. Localización

El área de estudio cabeceras del río Muisne, sector cordillera de Bunca, es parte de la Reserva Ecológica Mache – Chindul (REMACH) (Resolución No. 045 9/agosto/1996), con una superficie estimada de 119.172 ha. Pertenece al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP), localizada en la zona norte de la Región Costera del Ecuador, al sur de la provincia de Esmeraldas y norte de la provincia de Manabí. Se ubica según las coordenadas de longitud $79^{\circ} 30'$ y $80^{\circ} 15'$, latitud $00^{\circ}45'$ y $00^{\circ}30'$

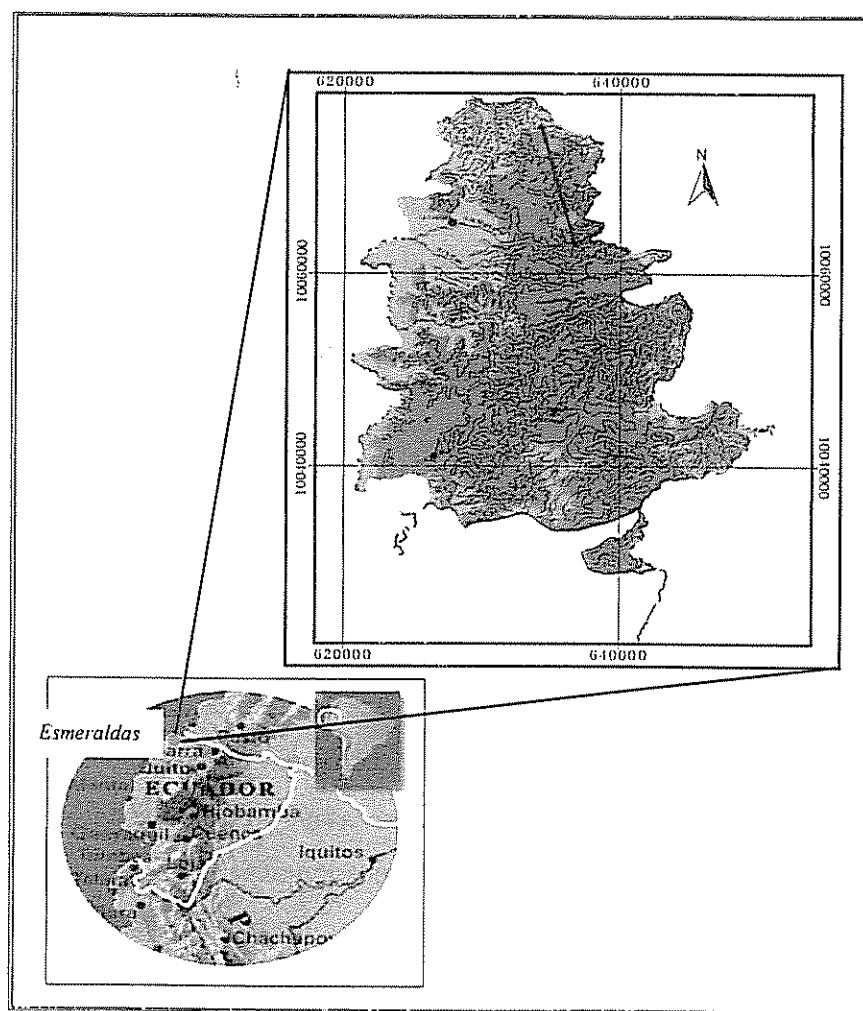


Figura 1. Localización de la zona de estudio

La cabecera del río Muisne es un sistema complejo de elevaciones montañosas costeras denominado las montañas de Muisne, al sur de la ciudad de Esmeraldas y al este de Muisne, de aproximadamente 20.000 ha. Este sistema de elevaciones montañosas aumenta gradualmente en altitud, desde los 200 hasta los 600 snm desde la costa hacia su interior. Las partes altas de las cabeceras del río Muisne (noroeste) y Cube (sureste) constituyen la Cordillera costanera de la REMACH, fuertemente ondulada y escarpada con pendientes que alcanzan desde 25 al 70%.

Se trata de un complejo de ecosistemas que incluye la zona de vida bosque húmedo tropical (bh – T) (Cañadas, 1983), posee una temperatura media anual que oscila entre 25.0 y 27.5 ° C con una precipitación media anual entre 2000 y 3000 mm. Esta cordillera separa la parte húmeda del norte del Chocó ecuatoriano y la seca del sur de la costa en el Ecuador.

Según el estudio Zonificación ecológica y económica de la Provincia de Esmeraldas (ZEEPE, 2000), en la REMACH se presentan suelos de tipo Eutrocept, Hapludoll, Sulfaquen, Tropudalf, Ushfluen, siendo predominantes los dos primeros, para la reserva y el área de estudio. Los suelos muestreados para la presente investigación corresponden a suelos de los grandes grupos⁵ Hapludolls y Eutrocepts pertenecientes a los órdenes Mollisol e Inceptisol. De acuerdo al mismo estudio las características más relevantes de estos dos grandes grupos de suelos son: i) *Hapludolls* suelos arcillosos a limo arcillosos, superficiales; sin estructura, drenaje moderado, colores variables, pardo oscuro en superficie a pardo claros en profundidad, a veces pedregosos en superficie y con afloramientos rocosos y cantos en el perfil; texturas variables y suelos profundos en los fluvents. El pH es semi ácido a neutro, 6,2 a 6,8, medianos contenidos de materia orgánica y nitrógeno, bajo en fósforo y potasio; fertilidad natural baja. Presentan pedregosidad y afloramientos rocosos ii) *Eutrocepts*: suelos limosos a arcillosos, generalmente de color pardo a pardo amarillentos y de color rojizo cuando hay predominio de óxidos de hierro, medianamente profundos o superficiales en las áreas colinadas, moderadamente drenados a mal drenados y saturados con agua en los valles que sufren inundaciones periódicas. El pH ligeramente ácido en las zonas colinadas poseen cantidades medias de materia orgánica,

⁵ Soil Taxonomy de los EE.UU.

nitrógeno y fósforo y altos contenidos de potasio, que les permite ser calificados de mediana fertilidad. Poseen rocas a poca profundidad.

3.2. Muestreo

La localización del sitio de estudio fue definido mediante el uso de sistema ArcView GIS 3.2, con la interpretación del mapa temático de suelos de la provincia de Esmeraldas del proyecto ZEEPE 2000, basado en las imágenes Landsat 1998. Primeramente se localizó en el mapa el sector cabecera del río Muisne, cordillera de Bunca, y se escogió en dicho sector dos tipos de suelo y dos alturas 200 (Cuchilla de Bunca) y 400 snm (Quebra Perol), estableciendo en el mapa el diseño de muestreo del presente estudio (Figura 2). En cada elevación se establecieron ocho parcelas de 50 m x 50 m, cuatro en cada tipo de suelo (hapludoll y eutropet) dando un total de una hectárea para cada tipo de suelo dentro de cada franja de elevación (Figura 3). La distancia entre los dos sitios fue de aproximadamente 12 km y entre parcelas 200 m. Según podemos observar en la Figura 2 el centro de la distribución de las parcelas en la elevación lo marca la unión de los dos tipos de suelo.

Determinado los sitios de muestreo en el mapa, se procedió a determinar las coordenadas de cada parcela en el mismo mapa (Anexo1). Dichas coordenadas fueron programadas en un GPS*Garmin y utilizando un GPS se ubicaron las unidades muestrales en el terreno. Las parcelas de 0.25 ha fueron subdivididas en 25 sub parcelas de 10 m x 10 m, para facilitar la estimación de la frecuencia de las diferentes especies de árboles (Mateucci & Colma 1982) (Figura 4).

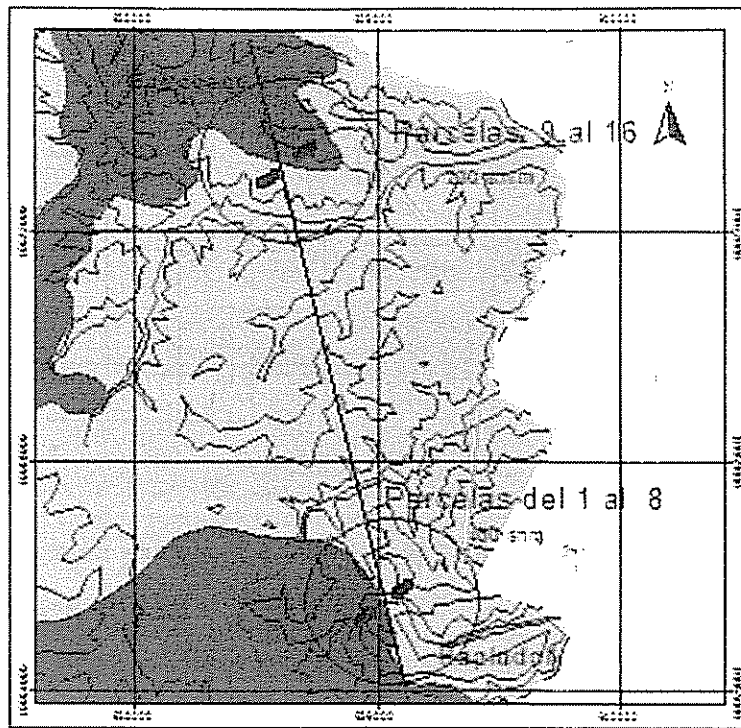


Figura 2. Puntos de muestreo en la zona de estudio

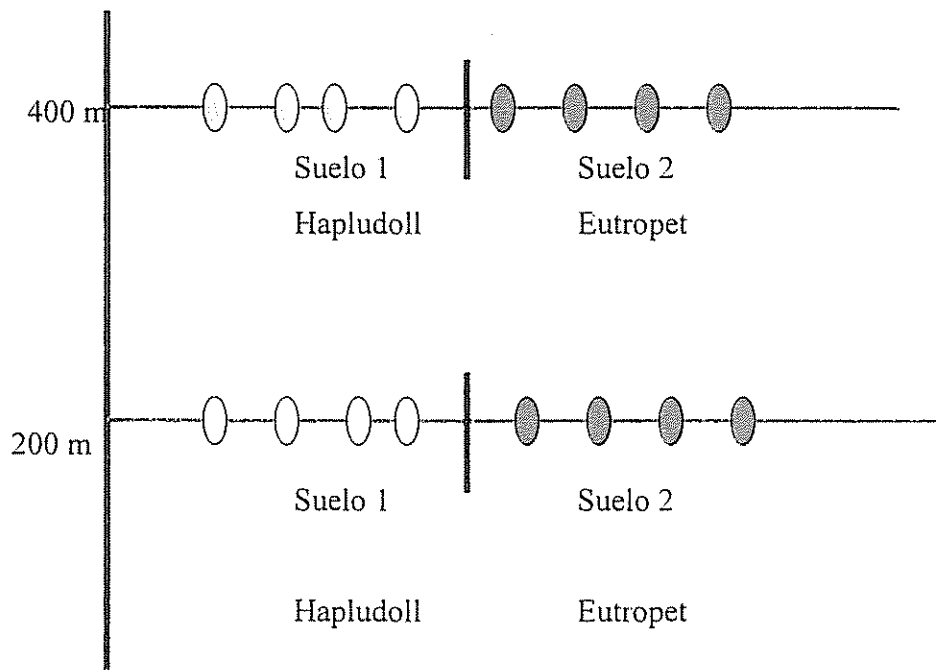


Figura 3. Ubicación de las parcelas a 200 snm, sitio Cuchilla de Bunca y a 400 snm, sitio Quebra Perol en suelos tipo Hapludoll y Eutropep con una distancia aproximada de 12 km.

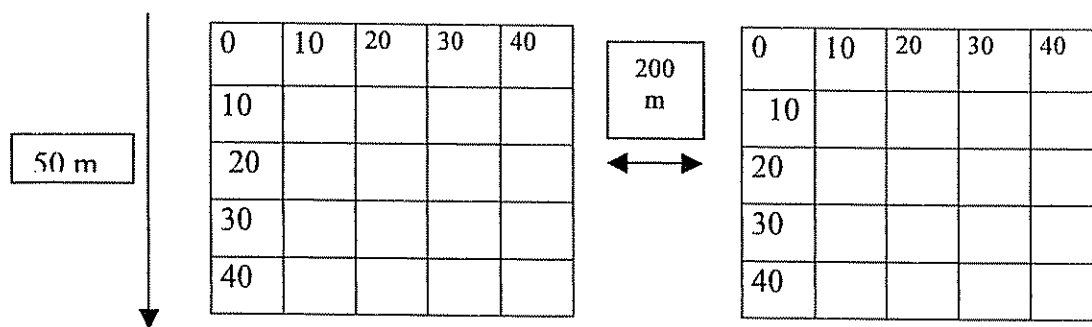


Figura 4. Unidades de parcelas de 0.25 ha con subdivisiones de 10 m x 10 m, con una distancia entre ellas de 200 m.

3.2.1. Atributos y Variables medidos en las parcelas de 0.25 ha (2500 m²)

Se midieron e identificaron todos los árboles presentes en las parcelas con diámetros a la altura del pecho (DAP) ≥ 10 cm (con una cinta diamétrica de una precisión de 1 mm), En el cuaderno de campo se registró el nombre común del árbol, el mismo que fue proporcionado por el guía de campo, Sr. Luis Cabrera. De cada especie se anotó características taxonómicas (familia, género y especie) proporcionado por la autora del presente estudio y el Biol. Xavier Cornejo⁶. Todos los individuos arbóreos ≥ 10 cm de dap fueron colectados, de cada uno se cogió muestra vegetal, siendo cuatro duplicados en caso de disponer de material fértil y dos duplicados en caso de material estéril.

Las muestras botánicas fértiles previo montaje forman parte de la colección del Herbario de la Universidad de Guayaquil (GUAY), los duplicados están en proceso de envío al Herbario Nacional del Ecuador (QCNE) y Missouri Botanical Garden (MO). Además, particularmente duplicados de las especies de las familias Rubiaceae y Lauraceae han sido enviadas a especialistas del Missouri Botanical Garden (MO), para su respectiva

⁶ Curador Herbario GUAY

determinación definitiva. Los datos de campo fueron transcritas a planillas electrónicas Excel, las que se complementaron con las identificaciones realizadas en el campo y en el Herbario GUAY, llegando a un 93 % de identificación a nivel de especie, 5 % a nivel de afinidad (vel. aff) y compárese con (cf.) y 2 % de individuos desconocidos. Siendo esta la planilla base con información florística y mediciones diamétricas utilizada para los diferentes análisis de ordenación realizados. Se tomó una muestra de suelo por cada grupo de cuatro parcelas ubicadas en los suelos Hapludoll y Eutropet y situadas en las elevaciones de 200 snm y 400 snm. Estos fueron analizadas de acuerdo a sus características físico - química por el Dr. Jorge Fuentes del laboratorio de Análisis Agrícola de su propiedad.

3.3. Análisis de los datos

3.3.1. Caracterización florística

Para conocer las diferencias florísticas entre las 16 parcelas del área de estudio y lo concerniente a los tipos de bosque existentes se realizó el análisis de correspondencia DECORANA. Dentro del proceso se utilizó una matriz primaria con los datos de un total de 80 especies con sus respectivos IVI's y con frecuencia mayor a uno. En este análisis no se utilizaron las especies que se presentaron una sola vez o en una sola parcela y las desconocidas. Los resultados del análisis de correspondencia DECORANA fueron graficados incluyendo tanto las parcelas de muestreo como las especies que estaban distribuyendo las parcelas en un gradiente de composición β (diferencias o semejanzas en composición entre las parcelas) (Magurran 1988). Se graficaron las cinco especies con mayor peso ecológico (% IVI) en cada una de las dieciséis parcelas evaluadas. Los ejes 1 y 2 fueron graficados, debido a que expresan el mayor porcentaje de las variaciones ambientales y su gradiente de composición.

El análisis de conglomerados fue utilizado para corroborar la asociación florística de las parcelas exhibida en el análisis de correspondencia DECORANA. Este análisis relacionó el número de especies comunes y el total de las especies encontradas en los dos grupos que se compararon, considerando cada parcela como un conglomerado y haciendo comparaciones en pares de parcelas por cada especie, agrupando las parcelas más parecidas con respecto a la menor varianza en especies compartidas sin eliminar el peso que puedan tener las

especies no compartidas. Previamente este análisis generó la prueba “ Pseudo t” que sugiere el número de conglomerados (Anexo 3). Como resultado gráfico este análisis generó un dendrograma, el mismo que muestra una agrupación de parcelas basado en la varianza mínima o distancia Euclidiana entre ellas, mostrando las uniones o divisiones que se van realizando en cada nivel del proceso de construcción de conglomerados, jerarquizando la distribución de las parcelas agrupándolas y facilitando la definición de los tipos de bosque. Los valores de fusión de las parcelas agrupadas por conglomerados son transformados a valores del coeficiente de correlación r . Este análisis utilizó la misma matriz resumen con las 80 especies utilizadas en el análisis de correspondencia DECORANA, complementándolo con un análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0.05$), la misma que mostró cuales especies con mayor IVI fueron las que contribuyeron más a la definición de los grupos. Para las variables IVI, índices de diversidad, abundancia, área basal, se corrió análisis de varianza ($F = t^2$) y pruebas de comparación múltiple de Tukey a un nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

3.3.2. Análisis de diversidad, composición y estructura de los bosques tipificados

3.3.2.1. Diversidad, riqueza y composición

Para el análisis de diversidad se calculó tres índices de diversidad; el índice Alfa de Fisher (α), Shannon (H') y Simpson (D). El índice α o de la serie logarítmica representa la relación entre el número de especies y el número de individuos de cada especie, por lo cual el parámetro α es bajo o alto dependiendo si el número de especies en una comunidad determinada es baja o alta dependiendo también del tamaño del área de estudio (Magurran, 1988; Berry 2002). El índice de Shannon es un índice basado en la abundancia proporcional de especies, es sensible a la abundancia de especies raras, el valor del índice recae entre 1.5 y 3.5 y solo raramente sobrepasa 4.5 y puede llegar a > 5.0 (Margalef 1972; May 1975 citado por Magurran 1988). El índice de Simpson es un índice basado en medidas de dominancia, ya que se pondera según la abundancia de las especies más comunes. Utiliza la forma recíproca ($1/D$), la cual asegura que el índice aumente con el incremento de la diversidad, variando sus resultados entre 0 (baja diversidad) y 1 (mayor

diversidad). La elaboración de la curva de acumulación de especies para cada sitio utilizó el número de individuos de cada especie en cada una de las parcelas. El procesamiento de los datos de las curvas de acumulación de especies fueron realizados mediante el programa Estimate v 5.0 y para ilustrar el nivel de riqueza del bosque 1(Cuchilla de Bunca) y 2 (Quebra perol) los resultados fueron graficados mediante el programa Sigmaplot 5.0.

Los tipos de bosques identificados fueron analizados en términos de su composición a nivel de familias más importantes, según el número de géneros y especies representados en cada tipo de bosque, contribuyendo al conocimiento de la identidad florística de los tipos de bosque determinados. Los resultados fueron graficados en histogramas que muestran la riqueza de familias, géneros y especies para el bosque 1 (Cuchilla de Bunca) y bosque 2 (Quebra perol).

3.3.2.2. Estructura

El análisis de la estructura en los tipos de bosques determinados, estuvo en función de la proporción del número de individuos y de área basal por clase diamétrica (10 – 19.9 cm, 20 – 29.9 cm, 30 – 39.9 cm, 40 – 49.9 cm, 50 – 59.9 cm y 60 – 69.9 cm, 70 – 79.9 cm, 80 – 89.9 cm > 90 cm). Los resultados fueron graficados mediante histogramas para el bosque 1 (400 snm) y 2 (200 snm). Para las variables abundancia y área basal se realizó la prueba de Tukey para las 9 clases diamétricas, siendo esta prueba equivalente a una prueba de t ($F=t^2$) la misma que puede ser utilizada dado que son dos muestras a comparar.

El análisis de los datos requirió la utilización de diferentes programas de computación así: el análisis de ordenación utilizó la técnica multivariada DECORANA versión 2.1h; el programa SAS Windows NT, 1999, versión 5.1.2600 fue utilizado para los análisis de varianza ($P > F$ Tukey $\alpha=0.05$) y análisis de conglomerados, generando este último la salida gráfica en forma de dendrograma; el programa SigmaPlot 2000 permitió la graficación de las cinco especies con mayor IVI del análisis de correspondencia DECORANA, además este programa fue utilizado para graficar curvas de acumulación de especies para cada uno de los tipos de bosque; el programa Estimate S, 1997, versión 5.0.1. calculó los índices de diversidad de Fisher, Shannon y Simpson, además de la curva de acumulación de especies.

Todo el proceso de análisis de datos y estadístico para el presente estudio ha sido realizado con la supervisión y ayuda del Departamento de Recursos Naturales y Ambiente y la Unidad de Bioestadística de CATIE.

4. RESULTADOS

4.1. Caracterización general del área de estudio.

En un conjunto de 16 parcelas muestreadas (4 ha) se identificaron un total de 1490 individuos arbóreos (≥ 10 cm), distribuidos en 132 especies, 82 géneros y 34 familias. El 36 % de las especies presentaron un solo individuo. En todas las parcelas se realizó la identificación taxonómica de las especies de todos los árboles ≥ 10 cm, quedando como desconocidos 37 individuos. Las especies con un solo individuo y los desconocidos fueron excluidos de los análisis multivariados debido a su baja frecuencia, para los demás análisis las especies con un solo individuo fueron incluidos y los desconocidos fueron considerados como una sola especie desconocida.

4.2. Caracterización florística

4.2.1. Comparación de las parcelas para la vegetación ≥ 10 cm d.a.p.

Los resultados del análisis de correspondencia DECORANA muestran la variabilidad de las especies con mayor IVI de las 16 parcelas del área de estudio. Los primeros dos ejes de la ordenación (Figura 5) explican el 24 % y 12 % de la variación en los datos florísticos de las parcelas, con su correspondiente valor propio (eigenvalue) de 0.48 y 0.24.

El eje 1 muestra una distribución de las parcelas de acuerdo a las semejanzas en composición que existe entre ellas, pudiéndose diferenciar dos grupos de parcelas con especies asociadas. Así en el extremo derecho de esta distribución en un rango continuo de valores en el eje 1 entre 200 y 300 se distribuyeron las parcelas 1-8 de la elevación a 400 snm sitio cuchilla de Bunca. Entre las especies asociadas en el grupo 1, figuran *Iriartea deltoidea* y *Otoba novogranatensis*, siendo su presencia en 7 y 8 parcelas respectivamente de las 8 parcelas del primer grupo, además que exhiben el mayor IVI para este primer grupo de parcelas (Cuadro 1). Hacia el extremo izquierdo del eje 1, en un rango igual, entre 0 y 100 se distribuyeron las parcelas 9-16 de la elevación a 200 snm, sitio Quiebra

Perol. Las especies asociadas en el grupo 2, como *Wettinia aequatorialis* y *Dacryodes occidentalis* incurren en las 7 y 8 parcelas respectivamente de las 8 parcelas del segundo grupo, y en el caso de la especie *D. occidentalis* presenta el mayor IVI de este segundo grupo de parcelas (Cuadro 1).

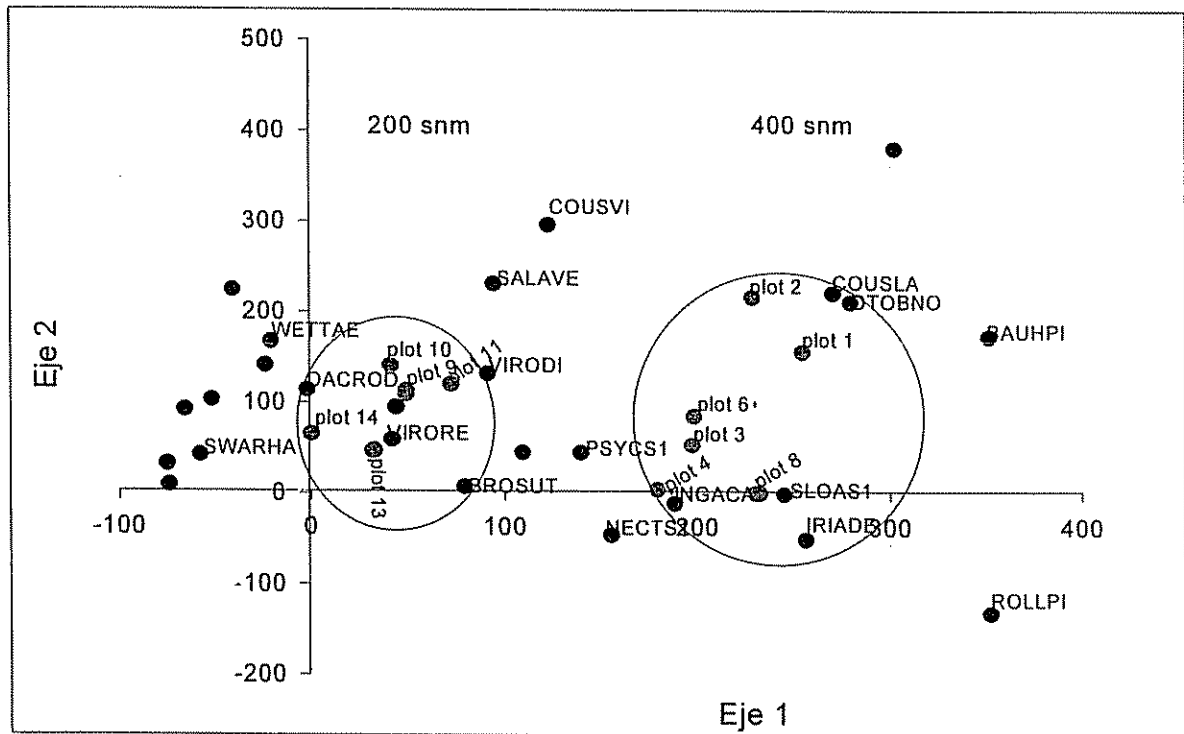


Figura 5 . Diagrama de ordenación del análisis de correspondencia DECORANA mostrando la interrelación de las especies con mayor IVI en las 16 parcelas en el bosque 1 y bosque 2. Los puntos rojos muestran las parcelas y los puntos negros muestran las especies. Los códigos por especie son: BAUPI, *Bauhinia pichinchensis*, BROSUT, *Brosimum utile*, COUSLA, *Coussarea latifolia*, COUSVI, *Coussapoa villosa*, DACROD, *Dacryodes occidentalis*, INGACA, *Inga carinata*, IRIADE, *Iriartea deltoidea*, NECTS, *Nectandra sp 1*, OTOBNO, *Otoba novogranatensis*, PSYCS1, *Psychotria sp1*, ROLLPI, *Rollinia pittieri*, SALAVE *Salacia sp*, SLOAS1, *Sloanea sp1*, SWARHA, *Swartzia haughtii*, VIRODI, *Virola dixonii*, VIRORE, *Virola reidii*, WETTAE, *Wettinia aequatorialis*.

El eje 2 de la ordenación en DECORANA, proporciona una información adicional pequeña, reflejando la presencia de especies alejadas del centro de asociación de los grupos de parcelas, como la especie *Coussapoa villosa* que presenta pocos individuos (1 ind /ha)

siendo árboles de gran tamaño (> 90 cm d.a.p). Los nombres científicos de todas las especies (coesp) utilizadas en el análisis de ordenación se detallan en el Anexo 2A.

Una vez identificados los dos tipos de bosques, de aquí en adelante se los denominara con su nombre de sitio Cuchilla de Bunca (400 snm) bosque 1 y Quebra perol (200 snm) bosque 2. Las especies con mayor frecuencia en ambos sitios y presentes en la asociación según el análisis de correspondencia DECORANA, además presentan el mayor IVI para cada grupo de parcelas en cada sitio. Algunas de estas especies estuvieron presentes en parcelas del otro sitio pero en algunos casos con valores de IVI más bajos (por ej. *Sloaena sp*). El IVI de especies como *I. deltoidea*, esta más influenciado por la abundancia de esta especie en las parcelas a 400 snm, mientras que el IVI de *O. novogranatensis* está más influenciado por la mayor área basal que exhibe esta especie en este bosque. De igual manera observamos que en el bosque 2 el IVI de *W. aequatorialis* está influenciado por la mayor abundancia de esta especie en las parcelas a 200 snm exhibiendo *D. occidentalis* mayor área basal en este bosque (Cuadro 1).

Cuadro 1. Abundancia relativa y absoluta de las 5 especies arbóreas más importantes de Cuchilla de Bunca (400 snm) bosque 1 y Quebra perol (200 snm) Bosque 2 en la Cabecera de Muisne, sector cordillera de Bunca.

| | Especies | Densidad | | Área basal | | Frecuencia | | Importancia % IVI |
|----------|---|--------------|--------------|--------------------|--------------|--------------|------------|----------------------|
| | | n/ha | % | m ² /ha | % | n parcela | % | |
| Bosque 1 | <i>Iriartea deltoidea</i> | 50.0 | 13.7 | 2.62 | 7.6 | 7 | 88 | 10.5 |
| | <i>Otoba novogranatensis</i> | 33.5 | 9.19 | 3.69 | 10.73 | 8 | 100 | 9.6 |
| | <i>Coussarea latifolia</i> | 19.5 | 5.34 | 0.68 | 1.97 | 7 | 88 | 4.1 |
| | <i>Sloaena sp</i> | 16.0 | 4.38 | 1.74 | 5.06 | 7 | 88 | 4.8 |
| | <i>Bauhinia pichinchensis</i> | 12.5 | 3.43 | 0.66 | 1.91 | 5 | 63 | 3.1 |
| | Subtotal para 5 spp. | 132 | 36.17 | 9.09 | 26.4 | | | 31.4 |
| | Total 87 spp. | 364 | 100 | 34.38 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Bosque 2 | <i>Dacryodes occidentalis</i> | 29.0 | 7.64 | 2.20 | 9.97 | 8 | 100 | 8.5 |
| | <i>Wettinia aequatorialis</i> | 38.0 | 10.0 | 0.50 | 2.26 | 7 | 88 | 6.3 |
| | <i>Pseudolmedia rigida</i> <i>subs. eggersii</i> | 28.0 | 7.37 | 1.28 | 5.80 | 7 | 88 | 7.3 |
| | <i>Pouteria sp.</i> | 11.0 | 2.89 | 1.06 | 4.80 | 8 | 100 | 4.0 |
| | <i>Matisia idroboi</i> | 17.0 | 4.44 | 0.74 | 3.35 | 7 | 88 | 3.7 |
| | Subtotal para 10 spp. | 134.0 | 35.27 | 5.12 | 23.19 | | | 30.3 |
| | Total 92 spp. | 379.5 | 100 | 22.06 | 100 | 100 | 100 | 100 |

4.2.2. Análisis de conglomerados

El análisis de conglomerados nos muestra una prueba inicial denominada “pseudo t” (Anexo 3) en donde el número de cluster recomendado, es correspondiente al momento en que los valores de t en el gráfico descienden y se estabilizan. Este análisis sugiere considerar dos cluster o grupos. Estos son mostrados en el dendrograma (Figura 6), en donde al analizar la fusión en el eje vertical (valores de r) el valor de fusión 0.15 indica dos grandes grupos jerárquicos, la correlación entre cada bosque clasificado nos muestra distribuidas las parcelas en dos grandes jerarquías, sugiriendo al igual que el análisis de DECORANA dos grupos o conglomerados de parcelas. El primer cluster reúne las parcelas 1, 2, 3, 4, 6, 5, 8 y 7 a 400 snm y el segundo cluster reúne las parcelas 9, 10, 14, 11, 12, 13, 15 y 16 a 200 snm confirmando así la agrupación sugerida por el análisis DECORANA.

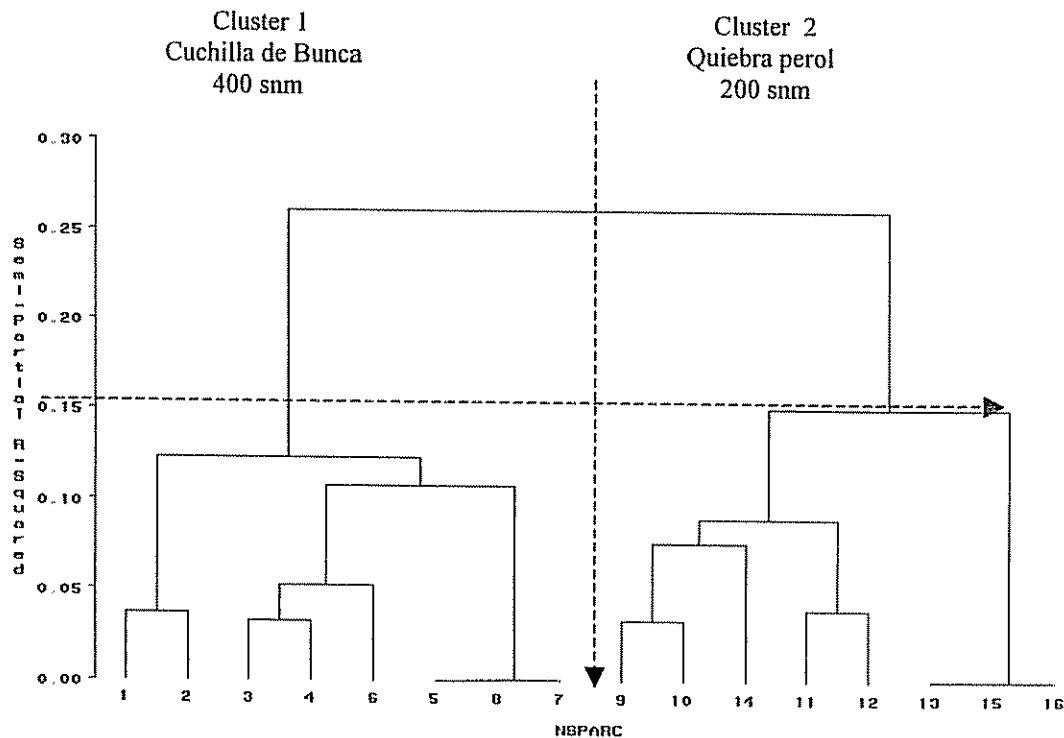


Figura 6. Dendrograma de clasificación de tipos de bosque por similitud florística. Los cluster (grupos) corresponden a las 16 parcelas del estudio en los dos sitios. La línea roja indica el valor de fusión (r) para las parcelas, la línea negra indica la separación de los cluster

La prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para los IVIS de las 80 especies utilizadas en el análisis de correspondencia DECORANA, mostró una diferencia estadísticamente significativa (Anexo 2), para 21 especies, las cuales contribuyeron para la diferenciación de los dos cluster o dos grupos de parcelas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Descripción de las medias del IVI (desviación estándar) de las 21 especies que marcaron la diferencia de las 16 parcelas de los sitios Cuchilla de Bunca y Quebra perol y agrupadas por el análisis de conglomerados.

| Especie | Nombre común | IVI promedio Cuchilla de Bunca (400 snm) Bosque 1 | IVI promedio Quebra perol (200 snm) Bosque 2 | P > F |
|--------------------------------|-----------------------|---|---|---------|
| <i>Bauhinia pichinchensis</i> | | 3.11(3.04)A | 0.10(0.28)B | 0.014 |
| <i>Cecropia angustifolia</i> | Guarumo | 0.45(0.48)A | 0.00(0.00)B | 0.019 |
| <i>Chrysophyllum sp.</i> | Caimitillo | 1.01(0.88)A | 0.12(0.35)B | 0.030 |
| <i>Clarisia racemosa</i> | Moral bobo | 0.00(0.00)B | 1.18(1.19)A | 0.014 |
| <i>Coccoloba williamsii</i> | Quebra fierro | 2.01(0.92)A | 0.13(0.38)B | <0.0001 |
| <i>Compsoeura mutisii</i> | Bota sangre | 0.00(0.00)B | 2.17(2.38)A | 0.022 |
| <i>Cousarea latifolia</i> | | 4.13(2.83)A | 0.88(1.32)B | 0.010 |
| <i>Dacryodes occidentalis</i> | Anime | 1.22(1.29)B | 8.51(3.66)A | <0.0001 |
| <i>Eschweilera caudiculata</i> | Mate | 0.00(0.00)B | 2.11(1.84)A | 0.006 |
| <i>Genipa</i> | | 1.87(1.78)A | 0.32(0.44)B | 0.032 |
| <i>Iriartea deltoidea</i> | Pambil | 10.5(8.24)A | 1.18(1.63)B | 0.007 |
| <i>Matisia idroboi</i> | Molino | 0.00(0.00)B | 3.70(3.59)A | 0.011 |
| <i>Otoba novogranatensis</i> | Sangre de gallo | 9.62(3.77)A | 1.36(1.98)B | <0.0001 |
| <i>Pouteria sp.</i> | Cauje | 0.00(0.00)B | 4.06(2.05)A | <0.0001 |
| <i>Pseudolmedia rigida</i> | Guión | 0.08(0.24)B | 7.36(5.10)A | 0.001 |
| <i>Pterocarpus sp.</i> | | 0.00(0.00)B | 0.45(0.48)A | 0.019 |
| <i>Rollinia pittieri</i> | Chirimollo de montaña | 2.26(2.49)A | 0.00(0.00)B | 0.022 |
| <i>Simira sp.</i> | Manglillo | 2.63(1.40)A | 0.10(0.28)B | 0.0002 |
| <i>Sloaena sp.</i> | Achotillo | 4.86(2.68)A | 1.16(1.92)B | 0.006 |
| <i>Trichospermum galeottii</i> | Chillalde | 0.76(0.68)A | 0.00(0.00)B | 0.006 |
| <i>Wettinia aequatorialis</i> | Bola de tabaco | 0.00(0.00)B | 6.33(6.42)A | 0.014 |

* Medias IVI calculadas por la prueba de comparación de Tukey.

Letras distintas entre especies indican que su presencia es estadísticamente diferente ($P > F \alpha = 0.05$)

4.3. Suelos

Luego de la identificación de los dos tipos de bosque mediante los análisis de correspondencia DECORANA y conglomerados, se analizó las variables de suelo presentes en los dos tipos de suelo (Hapludoll y Eutropet) en los dos tipos de bosque identificados (Cuadro 3)

Cuadro 3. Valores totales de las variables de suelo presentes en los tipos de suelo Hapludoll y Eutropet en los dos tipos de bosques.

| Variables de suelo | Bosque 1 (400 snm) Cuchilla de Bunca | | Bosque 2 (200 snm) Quebra perol | |
|--------------------|---|----------|------------------------------------|----------|
| | Hapludoll | Eutropet | Hapludoll | Eutropet |
| PH | 4.9 | 4.3 | 6 | 6 |
| N | 0.38 | 0.2 | 0.29 | 0.29 |
| Na | 0.39 | 0.30 | 0.25 | 0.24 |
| Ca | 9.8 | 8.1 | 18 | 18.2 |
| Fe | 271 | 169 | 63.6 | 63 |
| Mn | 19.6 | 21.7 | 4.8 | 5 |

En el cuadro 3 observamos que las variables de suelo determinadas para el grupo de parcelas en los tipos de suelos Hapludoll y Eutropet dentro de cada bosque identificado en las elevaciones a 400 snm y 200 snm fueron pH, N, Na, Ca, Fe y Mn, notando que los valores de las variables de suelo varían más entre tipos de bosques que entre tipo de suelos. La variación es notoria para el pH y los cationes Na, Ca y Fe a nivel de tipos de bosque o sea entre el bosque 1 (400 m) y bosque 2 (200 m), lo cual se observa en el cuadro 3 mediante los valores totales exhibidos.

Cuadro 4. Promedio de las variables de suelo en Bosque 1 (Cuchilla de Bunca) y Bosque 2 (Quebra perol).

| Variables suelo | Promedio | |
|-----------------|----------|----------|
| | Bosque 1 | Bosque 2 |
| | 400 snm | 200 snm |
| pH | 4.6 | 6.00 |
| N | 0.29 | 0.29 |
| Na | 0.34 | 0.24 |
| Ca | 8.95 | 18.10 |
| Fe | 220.4 | 63.30 |
| Mn | 20.65 | 4.90 |

En el cuadro 4 observamos que de las dos mediciones realizadas para cada tipo de suelo el pH difiere en los dos tipos de bosque localizados a 400 snm y 200 snm. Además que los cationes Na, Fe y Mn exhiben mayor cantidad en el bosque 1 (400 snm), presentando incluso el catión Fe en el bosque 1 un nivel tóxico, cantidad considerada nociva para actividades agrícolas. Mientras que el Ca muestra mayor valor en el bosque 2 (200 snm).

4.4. Diversidad, composición y estructura de los dos tipos de bosques

4.4.1. Riqueza y Diversidad

Cuchilla de Bunca mostró 87 especies distribuidas en 60 géneros y 31 familias entre 730 individuos, mientras que el Quebra perol mostró 94 especies distribuidas en 67 géneros y 32 familias entre 760 individuos (Figura 7).

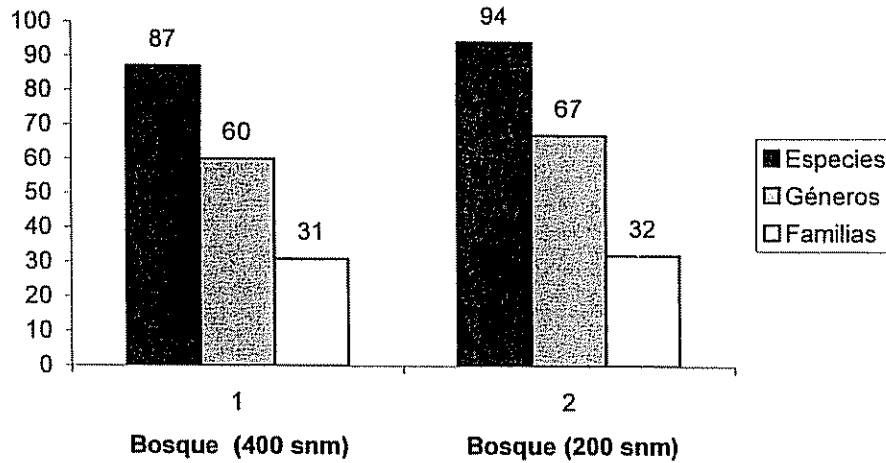


Figura 7. Número de familias, géneros y especies presentes en los sitios Cuchilla de Bunca y Quebra perol de Cabecera de Muisne, Cordillera de Bunca.

Los sitios Cuchilla de Bunca (400 snm) y Quebra perol (200 snm) presentan similitud en el número de familias, géneros y especies presentes.

La riqueza de los bosques de cordillera de Bunca expresada mediante la curva de acumulación de especies-área indicó igual riqueza para Cuchilla de Bunca (400 snm) y Quebra perol (200 snm) (Figura 8). Además sugiere que un mayor muestreo incrementaría el número de especies registradas.

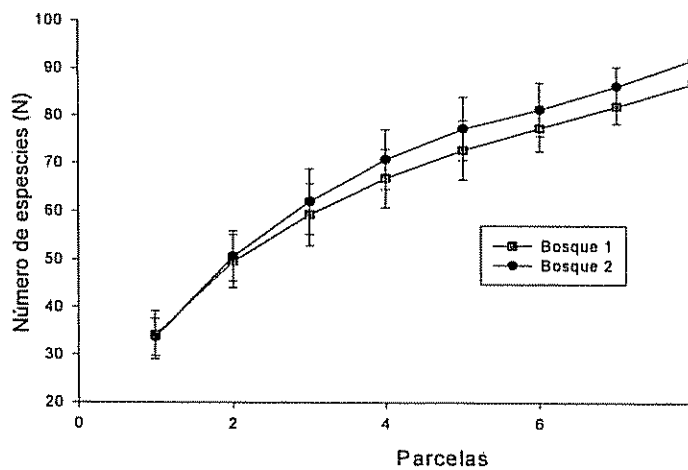


Figura 8. Curva de acumulación especies – parcelas para Cuchilla de Bunca (400 snm) bosque 1 y Quebra perol (200 snm) bosque 2.

Los índices de diversidad Fisher (α), Shannon (H') y Simpson (D'), no indicaron diferencia en diversidad entre el bosque 1 (400 snm) y el bosque 2 (200 snm) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Índices de diversidad de α Fisher, H' Shannon, D' Simpson, medias (error estándar), en Cuchilla de Bunca (bosque 1) y Quebra perol (bosque 2) en cabecera de Muisne, sector Cordillera de Bunca.

| Bosque | Fisher (α) | Shannon (H') | Simpson (D') |
|----------|---------------------|------------------|------------------|
| Bosque 1 | 20.85 (2.4) | 3.11 (0.09) | 0.05 (0.01) |
| Bosque 2 | 19.05 (1.05) | 3.15 (0.07) | 0.05 (0.00) |
| P > F | 0.5064 | 0.7542 | 0.6172 |

4.4.2. Composición

Cuchilla de Bunca (400 snm) bosque 1 y Quebra perol (200 snm) bosque 2 presentan una composición florística constituida principalmente por las familias Moraceae, Rubiaceae y Arecaceae, las mismas que presentan mayor número de géneros y especies (Cuadro 6).

Cuadro 6. Familias con más géneros, especies e individuos en Cuchilla de Bunca (bosque 1) y Quebra perol (bosque 2) en la cabecera de Muisne, sector Cordillera de Bunca.

| Familia | Bosque 1 400 snm | | | Bosque 2 200 snm | | | |
|--------------------|---------------------|---------|------------|---------------------|---------|------------|-----|
| | Género | Especie | Individuos | Género | Especie | Individuos | |
| Moraceae | 7 | 9 | 32 | 8 | 9 | 105 | |
| Rubiaceae | 6 | 10 | 131 | 7 | 11 | 59 | |
| Arecaceae | 4 | 5 | 143 | 4 | 5 | 108 | |
| Lauraceae | 3 | 8 | 35 | 3 | 3 | 24 | |
| Sapotaceae | 2 | 4 | 18 | 2 | 5 | 36 | |
| Bombacaceae | 2 | 4 | 16 | - | - | - | |
| Myristicaceae | 2 | 3 | 75 | 3 | 4 | 65 | |
| Burseraceae | 2 | 3 | 29 | 2 | 2 | 68 | |
| Hippocrateaceae | - | - | - | 3 | 3 | 46 | |
| Fabaceae/Caesalpi. | 2 | 3 | 28 | - | - | - | |
| Fabaceae/Papilion. | - | - | - | 3 | 3 | 12 | |
| Total | 31/32 | 60/ | 87 | 730 | 67 | 94 | 760 |

Otras familias diversas como Lauraceae, Sapotaceae, Myristicaceae Bursearaceae, y Sapotaceae también están presentes en ambos sitios mientras las familias Bombacaceae, Fabaceae e Hippocrateaceae son abundantes en solo uno de los dos sitios. De acuerdo a Jorgensen, & Yánez (1999), algunos de los taxones aquí reportados, principalmente Moraceae, Rubiaceae y Arecaceae corresponden a los taxones de árboles más diversos por región y zona altitudinal en la costa del Ecuador hasta 500 snm. De las familias más diversas en Cuchilla de Bunca (bosque 1), la familia Arecaceae esta representada por la especie *Iriartea deltoidea*, la familia Myristicaceae por la especie *Otoba novogranatensis*; en Quebra perol (bosque 2), la familia Arecaceae por la especie *Wettinia aequatorialis* y la familia Burseraceae por la especie *Dacryodes occidentalis*, presentando estas especies mayor frecuencia (parcelas) y mayor IVI respectivamente (Cuadro 2); la Familia Elaeocarpaceae está presente en Cuchilla de Bunca aunque presenta un solo género (Sloanea), sin embargo por su densidad, área basal e IVI (AB⁷ 1.74, en la clases diamétricas 50-70 cm y 4.6 %) es importante en este bosque (Cuadro 1 y 2).

En Cuchilla de Bunca (400 snm) y Quebra Perol (200 snm) las familias Moraceae y Rubiaceae presentan el mayor número de géneros y especies, 22% y 21% respectivamente; mientras que la familia Arecaceae, presenta el mayor número de individuos en ambos bosques 20% y 15%. Siendo la familia Moraceae y Rubiaceae las familias que presentan mayor número de géneros y especies y caracterizan el patrón florístico de composición en ambos bosques.

4.4.3. Estructura

El bosque 1 (400 snm) y el bosque 2 (200 snm) presentaron diferencias significativas (Tukey $\alpha=0.05$) en la abundancia de individuos por hectárea (N) en las clases diamétricas 10-19 y > 90 cm (Cuadro 7). En el bosque 1 (400 snm) sitio Cuchilla de Bunca y en el bosque 2 (200 snm) sitio Quebra Perol el mayor número de árboles se encuentran en las clases diamétricas menores a 40 cm dap con 90% y 94% respectivamente. La abundancia total de individuos por hectárea en el bosque 1 es 364.5 ind/ha y en el bosque 2 de 379.5 ind/ha, las mismas que no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre bosques ($P>F 0.53$).

⁷ Área basal.

Cuadro 7. Distribución de medias de abundancia (desviación estándar) por clases diamétricas (cm) en 8 parcelas en Cuchilla de Bunca y en 8 parcelas en Quebra perol en la Cabeceras de Muisne, sector Cordillera de Bunca.

| Clase diamétrica | 10-19 | 20-29 | 30-39 | 40-49 | 50-59 | 60-69 | 70-79 | 80-89 | > 90 |
|------------------|--------------|------------|-----------|---------|----------|--------|--------|---------|-----------|
| Bosque 1 | 143 (39.4) B | 116 (38.7) | 56(24.6) | 14(2.1) | 7.5(3.9) | 9.5(9) | 3(2.8) | 7.5(4) | 7.5(5.8)A |
| Bosque 2 | 202 (36.6)A | 102 (34.8) | 38 (15.9) | 15 (6) | 8 (4.7) | 3.5(3) | 2(3) | 6 (6.0) | 2 (3.02)B |
| P>F | 0.007* | 0.46 | 0.10 | 0.67 | 0.82 | 0.10 | 0.50 | 0.58 | 0.03* |

*Letras distintas entre bosques son estadísticamente diferentes ($\alpha = 0.05$).

El número de árboles por clases diamétricas va disminuyendo conforme aumenta el d.a.p formando una curva en la forma de una J invertida lo cual corrobora lo expresado como típico del bosque tropical denso (Clark & Clark 1992) (Figura 9).

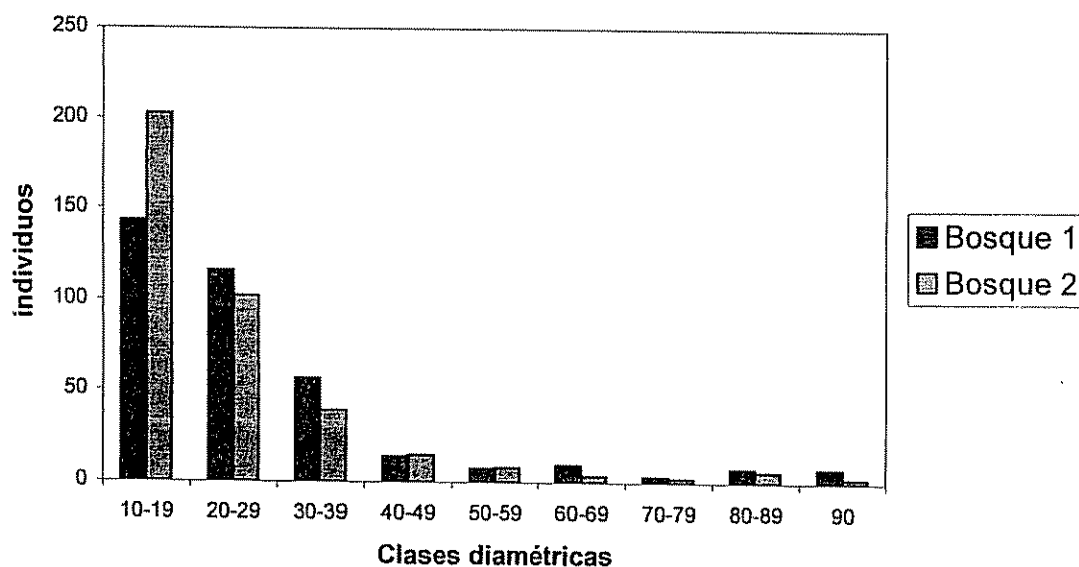


Figura 9. Distribución del total de individuos por clases diamétricas en Cuchilla de Bunca (400 snm) bosque 1 (■) y Quebra perol (200 snm) bosque 2 (▨) en la Cabecera de Muisne, sector Cordillera de Bunca,

La distribución del área basal en todas las clases diamétricas es irregular en Cuchilla de Bunca (400 snm) bosque 1 y Quebra perol (200 snm) bosque 2 (Figura 10), siendo

estadísticamente significativa la diferencia en área basal entre bosques en las clases diamétrica 10 –19 y > 90 cm d.a.p. (Cuadro 7). El área basal total para el bosque 1 es de 34 m² y en el bosque 2 de 22 m², las mismas que presentaron diferencias estadísticamente significativas (P>F 0.017). Aporta mayormente a la diferencia, la presencia de árboles grandes con diámetro mayor a 90 cm d.a.p. como *Coussapoa villosa* (2.04 m²) presentes en Cuchilla de Bunca.

Cuadro 8. Distribución de medias de área basal (desviación estándar) por clases diamétricas (cm) en 8 parcelas de Cuchilla de Bunca y 8 parcelas en Quebra perol en cabeceras de Muisne, sector Cordillera de Bunca.

| Clases diamétricas | 10-19 | 20-29 | 30-39 | 40-49 | 50-59 | 60-69 | 70-79 | 80-89 | > 90 | Total |
|--------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| Bosque 1 | 2.57 (0.50)B | 5.28 (1.92) | 5.15 (2.25) | 2.0 (0.29) | 1.61 (0.88) | 2.74 (2.53) | 1.26 (1.14) | 3.95 (2.36) | 9.78 (14.4)A | 34 (10.3) A |
| Bosque 2 | 3.25 (0.32)A | 4.54 (1.55) | 3.35 (1.50) | 2.05 (0.74) | 1.77 (1.07) | 1.02 (1.55) | 0.79 (1.22) | 3.11 (3.29) | 2.15 (3.73)B | 22 (7.8) B |
| P>F | 0.005* | 0.41 | 0.08 | 0.86 | 0.75 | 0.10 | 0.44 | 0.56 | 0.01* | 0.017* |

*Letras distintas entre bosques son estadísticamente diferentes ($\alpha = 0.05$).

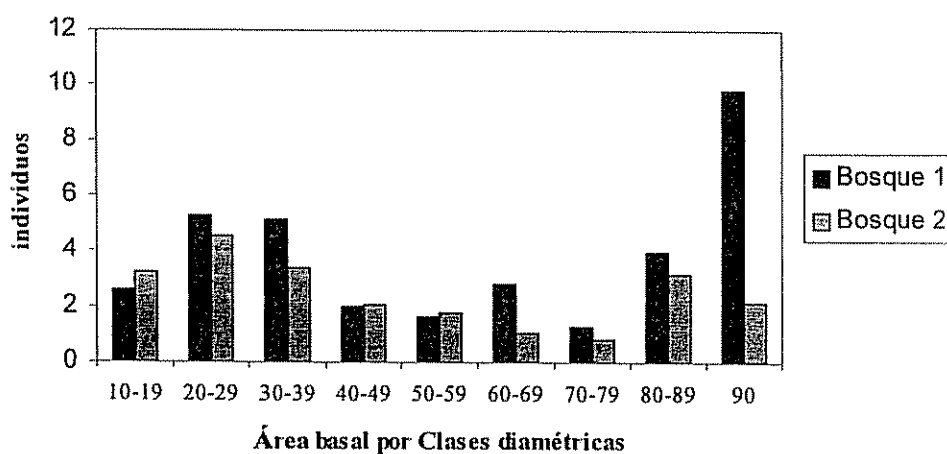


Figura 10. Distribución del área basal total por clases diamétricas en Cuchilla de Bunca (400 snm) bosque 1 (■) y Quebra perol (200 snm) bosque 2 (▨) de cabecera de Muisne, sector Cordillera de Bunca.

4.5. Especies endémicas presentes en Cuchilla de Bunca y Quebra perol

En los patrones florísticos identificados en Cuchilla de Bunca (400 snm) bosque 1 y Quebra perol (200 snm) bosque 2 en cabecera de Muisne, sector Cordillera de Bunca se registraron especies endémicas arbóreas como: *Bauhinia pichinchensis*, *Browneopsis disepala*, *Inga carinata*, *Matisia grandifolia*, *Matisia palenquiana*, *Swartzia haughtii*, las mismas que constan en el Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000 y son endémicas del noroccidente del Ecuador.

Las especies endémicas *Bauhinia pichinchensis*, *Inga carinata*, *Swartzia haughtii* estuvieron presentes en Cuchilla de Bunca y Quebra perol presentando un mayor número de individuos *Bauhinia pichinchensis* en sitio Cuchilla de Bunca, mientras que *Inga carinata* y *Swartzia haughtii* no presentaron diferencias significativas en número de individuos entre los dos sitios. Las especies como *Browneopsis disepala*, *Matisia grandifolia* y *Matisia palenquiana* solo fueron registradas en Cuchilla de Bunca. Las poblaciones de todas estas especies endémicas se encuentran en las clases diamétricas menores a 50 cm, a excepción de *Inga carinata* cuyos individuos se encuentran hasta la clase diamétrica de 70 cm y *Matisia palenquiana* de la cual el único individuo registrado exhibió un diámetro de 80 cm de d.a.p.

Cuadro 9. IVI promedio (desviación estándar) de las especies endémicas de los bosques de Cabecera de Muisne, sector cordillera de Bunca.

| Especies endémicas Nombre científico | Familia | IVI promedio Bosque 1 400 snm | IVI promedio Bosque 2 200 snm |
|---|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <i>Bauhinia pichinchensis</i> | Fabaceae | 3.11(3.04) A | 0.10 (0.28) B |
| <i>Browneopsis disepala</i> ** | Fabaceae | 0.13 - | - |
| <i>Inga carinata</i> | Fabaceae | 1.56 (2.37) | 1.05 (1.44) |
| <i>Matisia grandifolia</i> | Bombacaceae | 0.51 (0.77) | - |
| <i>Matisia palenquiana</i> ** | Bombacaceae | 0.19 - | - |
| <i>Swartzia haughtii</i> | Fabaceae | 0.15 (0.42) | 0.98 (1.59) |

*Letras distintas entre bosques son estadísticamente diferentes ($P > F$ Tukey $\alpha = 0.05$).

**No presentan datos de desviación estándar debido a que *B. disepala* posee solo dos individuos en el área de estudio de 28 cm de dap y *M. palenquiana* solo un individuo de 80 cm de dap.

Bauhinia pichinchensis figura entre las 5 especies más importantes del bosque I (400 snm) (Cuadro 1) que ayudaron a definir los dos tipos de bosque en el análisis de conglomerados.

4.5.1. Estrategias de conservación de las especies endémicas

Las estrategias de conservación para las especies endémicas presentes en Cuchilla de Bunca y Quebra perol deben considerar algunas de las especies que se encuentran presentes con pocos individuos (ej. *Browneopsis disepala* presenta dos individuos y *Matisia palenquiama* presenta un solo individuo adulto en el bosque a 400 msn) además de estrategias de recuperación de especies como la actividad de reforestación con el fin de incrementar la población de especies que poseen escasos individuos y que son requeridas por su alto valor maderable (Ver detalles de estas especies en Anexo 5). La legislación ambiental de la República del Ecuador (Texto Unificado de Legislación Ambiental DE-3516. RO-E 2: 31-mar-2003) y del Artículo 170 consideran entre las actividades permitidas en un área protegida la preservación, protección e investigación. Es particularmente importante fomentar estos aspectos para las especies endémicas de los bosques húmedos costeros de cabecera de Muisne, cordillera de Bunca, protegidas por la ley (Libro IV, Título II, Art. 61⁸). Se necesita información sobre el estado poblacional pues su presencia con pocos individuos en clases diamétricas inferiores muestra la necesidad de complementar datos de composición con datos de estructura además de estudios de los procesos dinámicos como la mortalidad y reclutamiento de estas especies – sucesión y el ciclo de regeneración – como base más firme para la conservación y manejo de poblaciones de especies en extinción en este sector. Además la ley forestal de la Republica del Ecuador debe exhibir entre las especies prohibidas para el aprovechamiento a las especies endémicas y con riesgo de extinción particularmente *Matisia palenquiama* y *Browneopsis disepala* para el sector Cabecera de Muisne, Cordillera de Bunca. Pues estas medidas preventivas legales permitirá conservarlas hasta que datos de sus procesos dinámicos sean complementados.

⁸ Libro rojo de las especies amenazadas: quedan legalmente protegidas, las especies constantes en los libros rojos de especies amenazadas del Ecuador, cuyo contenido podrá ser modificado y oficializado mediante Resolución ministerial, conforme se disponga de información complementaria, particularmente sobre su situación poblacional.

5. DISCUSIÓN

5.1. Generalidades Florísticas del área de estudio

Los análisis multivariados de correspondencia y conglomerados mostraron un ordenamiento de las parcelas por diferencias en patrones de composición, dichos patrones estuvieron caracterizados por diferencias en IVI de 21 especies utilizadas para la definición de los dos tipos de bosque, el uno localizado a los 400 snm y el otro a los 200 snm; los análisis de varianza ($F=t^2$) y la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$), permitieron distinguir las diferencias significativas entre los tipos de bosque en los IVI de estas especies. La caracterización de la comunidad arbórea ≥ 10 cm de d.a.p de los bosques identificados en términos de composición y estructura presentan patrones florísticos generales similares, mientras ambos tipos incluyen especies endémicas. La diversidad y riqueza evaluada mediante los índices de Fisher, Simpson y Shannon, y la curva de acumulación de especies área no presentan diferencias entre los dos tipos de bosques. Las características ambientales presentes en cada sitio podrían ser parte de la causa de la variación florística de los dos tipos de bosque, sin embargo esto requiere más estudios.

Para efectos de discusión y que permitan explicar en algo las diferencias florísticas presentes en el área de estudio con respecto a las existentes en la reserva, se ha tomado en cuenta estudios florísticos realizados en otros lugares de esta reserva. Estos estudios son considerados representativos de la composición de bosques húmedos costeros de la República del Ecuador (Foster 1992; Gentry 1992; Jorgensen & León-Yanez 1999; Phillips & Miller 2002). En el presente estudio – cabecera de Muisne, sector cordillera de Bunca, se dejan los inicios para más estudios en bosques costeros, para que sean conocidas sus características florísticas y sea evaluada su relación con factores ambientales (ej. altura y suelos), que en cierta forma influyen en la caracterización florística en el área de estudio, a un nivel local. Los resultados de este estudio muestran que un mejor conocimiento florístico y su relación con factores ambientales de sitio de estos bosques húmedos costeros permitirán orientar mejores pautas para el manejo y conservación de estos bosques en el Ecuador.

5.2. Caracterización de los bosques de cabecera de Muisne, cordillera de Bunca

5.2.1. Características florísticas y estructurales del bosque a 400 snm, sitio Cuchilla de Bunca

La composición a nivel de taxa superior del bosque a 400 snm, está dominada por las familias Moraceae, Rubiaceae y Arecaceae. Las mismas presentan el mayor número de géneros y especies, a excepción de Arecaceae que presente el mayor número de individuos. Siendo además abundantes las familias Lauraceae, Sapotaceae, Bombacaceae, Myristicaceae, Burseraceae y Fabaceae /Caesalpinaceae reuniendo estas familias el 69 % del total de individuos de este bosque. Especies características por su IVI son la especie maderable *Otoba novogranatensis* (Myristicaceae) y la palma *Iriartea deltoidea*. La especie *O. novogranatensis* presenta mayor área basal e *I. deltoidea* mayor abundancia, influyendo estas características estructurales en su mayor IVI (Anexo 4).

En el bosque a los 400 snm, el 90% de los individuos se encuentra en las clases diamétricas < 50 cm dap y existen, árboles grandes en la clase diamétrica mayor a 90 cm de dap. El número de individuos total (≥ 10 cm) es de 364.5 ind./ha y el área basal de 34 m² / ha.

Entre las especies que aportaron a la clase diamétrica > 90 cm en este bosque, encontramos dos especies del género *Virola* que son maderables, como *Virola dixonii* (coco) y *V. reidii*; al igual que árboles grandes de *Otoba novogranatensis* (sangre de gallo). Entre estos árboles grandes la especie no maderable *Coussapoa villosa* (matapalo) esta presente.

5.2.2. Características florísticas y estructurales del bosque a 200 snm, sitio Quebra perol

Al igual que el bosque localizado a los 400 snm, el bosque localizado a 200 snm sitio Quebra perol esta caracterizado por las familias Moraceae, Rubiaceae y Arecaceae. Las mismas presentaron el mayor número de géneros y especies, exhibiendo Arecaceae el mayor número de individuos además de Lauraceae, Sapotaceae, Myristicaceae, Fabaceae/Papilionacea e Hippocrateaceae, reuniendo estas familias el 69% del total de

individuos de Quebra perol. Entre las especies más características por su IVI en este bosque constan la especie maderable *Dacryodes occidentalis* (Ánime) y la palma *Wettinia aequatorialis*. Mostrando *D. occidentalis* mayor área basal y *W. aequatorialis* mayor abundancia. La incurrencia de individuos de estas dos especies en las diferentes clases diamétricas difiere para ambas especies. La especie *D. occidentalis* presentó sus individuos en todas las clases diamétricas, mientras que *W. aequatorialis* concentra sus individuos en las categorías diamétricas inferiores a < 40 cm d.a.p (Anexo 4). Este bosque presentó 90% de sus individuos en la clase diamétricas < 50 cm dap con una abundancia de 379.5 ind./ha y un área basal de 22 m² /ha.

5.2.3. Comparación florística entre sitios

Las familias Moraceae, Rubiaceae y Arecaceae caracterizan la composición florísticas de los dos sitios (200 snm y 400 snm), presentando un mayor número de géneros y especies en ambos bosques. Siendo notoria la presencia de la familia Bombacaceae solo en Cuchilla de Bunca. La riqueza es similar en ambos bosques. Sin embargo a nivel de especies hay una diferencia estadística demostrada por los análisis de correspondencia DECORANA y Conglomerados. De las 21 especies de la matriz primaria de los análisis multivariados y que ayudaron a definir los dos tipos de bosques 12 especies son más abundantes en el sitio Cuchilla de Bunca. De éstas entre las cuales *Iriartea deltoidea* y *Otoba novogranatensis* exhiben el mayor IVI. Mientras 9 especies tienen una mayor abundancia en Quebra Perol, donde *Dacryodes occidentalis* y *Wettinia aequatorialis* exhiben mayor IVI.

Los sitios Cuchilla de Bunca y Quebra perol presentan abundancias semejantes concentrando la mayoría de sus individuo en las clases diamétricas menores a 50 cm de dap, con diferencias significativas en las clases diamétricas 10 – 19 cm y > 90 cm de dap, con mayor número de individuos en la clase diamétrica 10 – 19 cm en Quebra perol, mientras que la diferencia en la clase diamétrica > 90 cm fue significativa para Cuchilla de Bunca, debido a que este bosque muestra más individuos grandes. Ambos bosques no presentaron una diferencia significativa con respecto a su abundancia total. La presencia de estos árboles grandes en el Cuchilla de Bunca se ve reflejada en el área basal total para

este bosque, siendo esta significativamente mayor (34 m² / ha) que el de Quebra perol (22 m² / ha).

5.2.4. Comparación florística con otros bosques

Los patrones florísticos de composición encontrados en la cabecera de Muisne, sector cordillera de Bunca, concuerdan con patrones filogenéticos arbóreos propios de bosques tropicales en donde la dispersión, el sistema sexual, o la polinización tienen influencia en la caracterización del bosque (Chazdon et. al 2003). La presencia de familias como Myristicaceae, Burseraceae y Arecaceae en la zona de estudio, son las mismas que generalmente contribuyen a los patrones florísticos de bosques maduros en tierras bajas neotropicales (Gentry & Ortiz 1993). Muchas veces la mayor presencia de antedichas familias, particularmente en el bosque húmedo tropical, se lo asocia a su forma de dispersión por animales, el tener flores inconspicuas, y a la polinización por insectos (Gentry 1982). Muchas veces la distribución del bosque húmedo demuestra una cierta tendencia a ser restringido dentro de ciertos grupos filogenéticos, por aspectos del sistema sexual - dioico o monoico – ó por el mayor desarrollo del síndrome de zoocoria⁹ que exhiben sus especies (Finegan & Delgado 2000; Chazdon et. al. 2003).

Las diferencias entre sitios en los IVI de especies maderables como *Otoba novogranatensis* y *Dacryodes occidentalis* y de palmas como *Iriartea deltoidea*, *Wettinia aequatorialis*, responde a una heterogeneidad estructural, aspecto que en algo puede ser explicada en términos de las condiciones de sitio (Finegan & Delgado 2000). Los resultados de las especies de árboles más comunes para el área de estudio como *Otoba novogranatensis*, usualmente indicadora de suelos ricos (Foster 1992) y *Dacryodes occidentalis* especie oportunista de claros (Hutchinson 1987), concuerdan los registros de estas especies con otros registros para la reserva (Foster 1992; Gentry 1992; Clark 1999). En cuanto a las especies monoicas de palmas como *Iriartea deltoidea* y *Wettinia aequatorialis*, su abundante presencia es semejante hacia el sur este de la reserva, siendo particularmente *I. deltoidea* común en la Estación Biológica Bilsa (Clark 1999). La misma también es

⁹ Dispersión por animales

considerada característica de subdosel, principalmente para las tierras bajas de la amazonía ecuatoriana (Jorgensen & León-Yané 1999). La presencia de esta especie en los hábitats húmedos denota la huella de las actividades humanas (Hamburg and Sanford 1986 citado por Clark et. al. 1995) en áreas consideradas prístinas. Esta especie presenta requerimientos variables en su distribución, siendo común en bosques que han sido usados, al igual que *W. aequatorialis* que incurre en parches de bosque alto, en zonas agrícolas del occidente ecuatoriano (Henry Balslev comunicación personal 2003).

En lo que se refiere a la abundancia de otras especies maderables reportadas por Foster (1992) y Clark (1999) como *Virola dixonii* y *Carapa guianensis* nominadas como “árboles comunes de dosel” para Cabecera de Bilsa, área aledaña a la presente área de estudio; *Virola dixonii* sí, se encuentra presente en las parcelas de este estudio en el bosque localizado a los 400 m y 200 m, pero no es abundante. Presenta una abundancia entre 1.5 y 3 ind /ha y un área basal de 0.71 a 0.89 m²/ha, con algunos individuos en la clase diamétrica mayor a 50 cm. En cuanto a la especie *Carapa guianensis* no fue registrada en ninguno de los dos sitios del presente estudio. En cuanto a la permanencia en la actualidad de algunos individuos con un diámetro mayor a 50 cm de *V. dixonii* (Coco) posiblemente se deba a que con la inclusión de este sector (año 2000) dentro de la Reserva Ecológica Mache Chindul existe un poco más de control en la tala de estos árboles o no han sido localizados todavía.

La composición florística del pacífico del Ecuador es asociada a nivel de la región occidental del Ecuador (Jorgensen & León-Yanez 1999), relacionando las provincias costeras de Esmeraldas y Los Ríos. Sin embargo, Clark (1999) por sus colecciones realizadas (2500 números), considera que la flora de la provincia de Esmeraldas, sector cabecera del río Dogola, estación biológica Bilsa, difiere de la flora de la provincia de los Ríos (Río Palenque) localizada a 110 km. al sur de la Estación Bilsa, debido a que la estación Bilsa presenta características de bosque húmedo tropical y premontano, con presencia de familias típicas de bosques nublados, haciéndola más diversa y diferente que Río Palenque; y considera incluso que la flora de la Estación Bilsa difiere de la Flora de la Cabecera de Bilsa, lugar contiguo a la presente área de estudio y localizado a 25 km al norte de la Estación Bilsa. Según el mismo autor, la diferencia florística en la estación Bilsa

se debe a que las especies presentan un patrón de distribución agregada e incluso muchas solo se concentran en un solo lugar de la estación y no se la encuentra en sitios parecidos dentro del área de la misma estación. Sin embargo admite la carencia de datos cuantitativos que respalden su hipótesis de una posible distribución agregada de la flora de la estación Bilsa. Los datos florísticos del presente estudio muestran que la composición florística de Cuchilla de Bunca y Quebra perol corresponden a dos tipos de bosques marcando esta diferencia con especies que presentan un mayor IVI influenciado por una mayor abundancia y área basal en uno de los dos sitios.

Los índices de diversidad calculados para los dos bosques no mostraron una diferencia significativa. Phillips & Miller (2002), reportan un índice de Fisher mayor para un sector cercano al área de estudio (cabecera de Bilsa), dado que incluyeron además del estrato arbóreo las lianas, sin embargo no pueden ser comparados los datos de las metodologías utilizadas por el tipo de muestreo utilizado (transectos 0.1 ha vs parcelas cuadradas de 0.25 ha). También es necesario considerar que la diversidad del bosque occidental del Ecuador, en términos leñosos radica en la diversidad de los estratos que alberga (arbustos, lianas, y hemiepifitas) (Dodson & Gentry 1992).

De acuerdo a Jorgensen & León-Yáñez (1999), en el Ecuador, existe correlación entre el número de especies y las distintas zonas de elevación, estando restringidas las especies a sus rangos de elevación y distribución. Considera que la composición de especies en cualquier zona de elevación tiene el número más alto de especies en común con la siguiente zona de elevación siendo lo más importante que esta relación va en ambas direcciones, haciendo difícil detectar zonas discretas o rupturas en la composición de especies. El bosque húmedo costero cabecera de Muisne, cordillera de Bunca presentó una composición semejante a nivel de familias pero distinto a nivel de especies entre los 200 y 400 snm. Este estudio está limitado de aseverar la continuidad o discontinuidad de la composición florística en el área de estudio en una gradiente altitudinal en un sitio debido a que la altura corresponde a dos sitios que distan entre sí aproximadamente 12 km, siendo necesario complementar esta información con estudios florísticos a lo largo de gradientes altitudinales en Cabecera de Muisne, Cordillera de Bunca.

La distribución de las especies de las plantas es un aspecto muy importante para el manejo en bosques tropicales (Clark et. al 1995; Herrera & Finegan 1997; Pitman et. al. 1999), pudiendo ser expresada en términos de el número y clase de especies presentes en una región para ser comparadas con otros bosques (Hammel 1990).

Una forma de expresar la distribución de las especies arbóreas, en una forma fácil sería la utilización de la adaptación del esquema de clasificación de Rabinowitz realizado por Pitman et. al (1999), que considera la densidad de la población, en un rango geográfico y la especificidad de la especie al hábitat en que ocurre. Considera como escasa las especies cuya máxima abundancia local es ≤ 1 individuo /ha, común cuando las especies tienen una máxima abundancia local ≥ 1 individuo /ha; restringidas son todas las especies que ocurren en un solo tipo de bosque y generalistas aquellas especies que ocurren en mas de un tipo de bosque; especies de rango geográfico amplio si han sido reportadas en otras regiones y de rango geográfico específico (endémica) si nunca han sido registrada fuera de la región. Acorde a este esquema de clasificación (Pitman et. al 1999) las especies arbóreas que definen los bosques 1 y 2 como *Otoba novogranatensis* (33/ha) y *Dacryodes occidentalis* (29/ha) son abundantes y generalistas para el área de estudio y para otros sitios en la reserva (Foster, 1992; Gentry 1992; Clark 1999), siendo de rango geográfico amplio, en el caso de *Otoba novogranatensis*, que presenta una distribución desde el noroeste de Sudamérica (Ecuador y Colombia) hasta América Central (Panamá, Costa Rica y Nicaragua); y de rango geográfico regional *Dacryodes occidentalis* pues se distribuye en la región occidental de Ecuador y Colombia. En cuanto a las especies de palmas como *Iriartea deltoidea* y *Wettinia aequatorialis* son abundantes y generalistas y se encuentran en otras zonas de la reserva (Clark 1999) y de rango geográfico amplio. En el caso de la especie *Iriartea deltoidea* que se distribuye desde el Occidente del Ecuador hasta Centro América y en la Amazonía de Ecuador, Venezuela hasta Bolivia, y *Wettinia aequatorialis* en el occidente y la amazonía del Ecuador. Siendo esta clasificación para el caso de las especies endémicas de los bosques 1 y 2 diferente, pues en forma general las especies endémicas no llegan a ser abundantes en el área de estudio, exhibiendo diferentes rangos de distribución, especies como *Matisia palenquiana*, *Swartzia haughtii* y *Bauhinia pichinchensis* se encuentran restringidas al bosque noroccidental del Ecuador, mientras *Browneopsis disepala*, *Matisia grandifolia* y *Matisia palenquiana*, en el área de estudio, presentan una

restricción local ya que no incurren en el bosque a 400 snm, catalogando a estas especies según esta metodología como de rango geográfico específico o endémicas del noroccidente del Ecuador. Según Fernández (2001) la especie *M. grandifolia* es endémica de la bioregión del Choco, debido a un registro botánico de esta especie para el departamento de Nariño (Espriela) bosque cerca del río Conoapí.

En resumen los análisis de Decorana y conglomerados realizados en el presente estudio muestran la importancia que algunas especies tienen dentro de las parcelas, indicando que la composición florística varía en el bosque húmedo costero de cabeceras de Muisne, cordillera de Bunca en los dos bosques localizados a 200 m y 400 m. Además, las especies presentes responden a factores de sitio que necesitan ser mejor estudiados para poder establecer la magnitud de dicha relación, denotando que los bosques de la región occidental, aunque alberguen las dos terceras partes de las especies de otras áreas de la misma región (Gentry 1992) no podrían ser considerados dentro de un mismo esquema de conservación y manejo debido a la asociación particular de las especies, como la que exhiben las especies presentes en el sector del presente estudio y el endemismo presente en algunas especies, las mismas que pueden ser endémicas del bosque occidental ecuatoriano o de la bioregión del Chocó. Aparte de los factores discutidos en más detalle abajo (suelo) esta asociación puede estar influida por factores como el sistema sexual, y la dispersión de semillas, que permiten distribuciones restringidas como en el caso de las especies endémicas.

5.3. Las variables de suelo presentes en los bosques de cabecera de Muisne, cordillera de Bunca

Por razones de recursos se tomó una sola muestra de suelo por grupo de parcelas en cada sitio. Suponiendo que las cuatro grupos de parcelas estaban bien ubicadas en el mapa de suelos. Los resultados del análisis de estas muestras, tanto como los análisis de asociación florística DECORANA y el de conglomerados que agrupa las parcelas de acuerdo al mayor IVI, hacen sospechar que no fue el caso, ya que no se encontraron diferencias entre parcelas

a la misma altura (supuestamente en dos suelos diferentes) pero si entre los dos sitios, con mayor acidez a 400 snm sugiriendo que a 400 m el suelo es Eutropet y a 200 Hapludoll.

Un análisis más detallado del mapa de suelos hace sospechar que al sobreponer el mapa de suelos sobre el mapa topográfico, ambos mapas tenían escalas diferentes y al ajustar las escalas los límites de tipo de suelo ya no correspondieron con los análisis iniciales utilizados para definirlos. La cantidad de datos de suelos no fue suficiente para comprobar estas sospechas.

5.3.1. Comparación de la influencia de suelos en otros estudios

La influencia de los factores ambientales sobre la distribución de las especies, es un aspecto muy estudiado con fines de conservación y manejo tanto dentro de escalas espaciales – grandes o pequeñas – fitogeográficas y biogeográficas (ej. Gentry 1986, 1993; Johnston 1992; Berry 1995; Herrera & Finegan 1997; Clark et.al. 1995, 1998; Finegan & Delgado 2000). La aparente homogeneidad que presenta el bosque húmedo tropical podría variar dramáticamente a escalas locales en respuesta a las condiciones edáficas (Gentry 1993) por diferentes formaciones geológicas que originan diferencias importantes en la estructura y composición florística (Tuomisto 1993). Siendo las variaciones florísticas no aleatorias – relacionadas con el sustrato – contraria a la concepción de que los suelos de los bosques húmedos tropicales son uniformemente pobres (Clark 1999).

En los bosques de tierras bajas neotropicales, la presencia de familias como Bignoniaceae y Leguminosae son características de patrones florísticos de composición. Las mismas se encuentran relacionadas con la dispersión por el viento y suelos ricos en nutrientes o capacidad de intercambio de cationes, mientras que suelos pobres presentan algunos grupos asociados como *Eschweilera* y *Pourouma* (Foster 1992). En Cabeceras de Muisne, cordillera de Bunca la familia Leguminosae no es característica y Bignoniaceae no esta presente por lo menos en el estrato arbóreo muestreado. Foster (1992) cuando realizó un diagnóstico rápido en una zona contigua a la presente zona de estudio determinó a estos suelos como muy pobres o ácidos, calificando a su composición como una extraña mezcla

de grupos taxonómicos "*It is an odd mix of taxonomic groups*", mientras que Gentry (1992) por transectos realizados en el sector, consideró que las familias Leguminosae y Bignoniaceae son reemplazadas por las familias Moraceae y Rubiaceae, como las familias más especiosas en 0.1 ha, considerando a Moraceae indicadora de suelos ricos. Indicando como la más común de las especies de la zona de Cabecera de Bilsa, lugar cercano a la presente zona de estudio, a *Otoba novogranatensis* (Myristicaceae). Con respecto a *O. novogranatensis* fue común en el bosque localizado a los 400 m y en suelos que exhiben acidez. También la abundancia de *Ideltoidea* en estos mismos suelos respecto a lo cual difiere de la esperado de la literatura Jorgensen & León-Yáñez (1999) y Gentry (1992) indican que estas especies son comunes en suelos bien drenados y ricos. Estas contradicciones aparentes indican la necesidad de realizar investigaciones más detalladas de la relación suelos – vegetación en el área de estudio y en la REMACH.

La influencia de las diferentes características de suelo sobre la distribución espacial de las especies en función de la variación de las condiciones de sitio y requerimientos de nutrientes ha sido demostrado en otros bosques por algunos estudios, por ej. en el bosque tropical secundario la composición y estructura se puede correlacionar con la acidez del suelo y la concentración de aluminio (Herrera & Finegan 1997), o diferencias del pH y cantidad de nutrientes que pueden ser modificados por la pendiente (Johnston 1992). Además de asociaciones florísticas con sustratos pobres en nutrientes, en suelos que se derivan de la erosión de rocas cristalinas y piedras de areniscas como en el caso de la flora de la región de Tepui, en Guayana Venezolana. Debido a la distribución restringida y las limitaciones fisiológicas de las plantas en esos hábitats, se observa un mayor grado de endemismos de las plantas en estos tipos de suelos (Berry 1995).

5.4. Implicaciones del presente estudio en las estrategias de conservación para los bosques Cuchilla de Bunca y Quebra perol

El sector Cabecera de Muisne, Cordillera de Bunca, no registra estudios florísticos anteriores, aunque algunas percepciones florísticas cualitativas de las variaciones florísticas fueron dadas para sectores aledaños (Foster 1992; Clark 1999). Sin embargo no se ha

podido demostrar hasta el momento la causa de esas variaciones florísticas en forma cuantitativa.

El presente estudio demuestra diferencias florísticas en dos sitios en Cordillera de Bunca que difieren en altitud (200 y 400 snm) y en pH asociado con diferencias en la presencia de cationes como Na, Fe, Mn y Ca en sus suelos.

Quizás las características más importantes para el desarrollo de una estrategia de conservación es la presencia de algunas especies arbóreas con una distribución restringida en los dos sitios. Especies endémicas como *Browneopsis disepala* (chocho), *Matisia grandifolia* (molinillo) y *Matisia palenquiana* (molinillo) solo incurren a los 400 snm, en el sitio Cuchilla de Bunca. La restricción local de ciertas especies endémicas es una posible respuesta a las condiciones de sitio presentes. Además de la baja abundancia que exhiben como el caso de *M. palenquiana* que esta representada por un solo individuo adulto (80 cm dap). Todo esto nos hace capaz de sugerir conservar las especies endémicas presentes en la zona de estudio debido a su baja cantidad de individuos con amenaza de aprovechamiento y con altas posibilidades de extinción prohibiendo su tala y emprendiendo acciones de reforestación con estas especies. Además de estudios de fenología, polinización, dispersión, mortalidad y reclutamiento de las especies endémicas en la REMACH, lo cual proveerá información de la dinámica poblacional de estas especies, aspecto que permitirá entender los patrones de composición y estructura presentes en los sitios estudiados.

La contribución florística al conocimiento de los patrones florísticos de Cabecera de Muisne, Cordillera de Bunca dado en el presente estudio deberían ser considerados al momento de la elaboración del plan de manejo para toda la Reserva Ecológica Mache Chindul bajo el principio precautorio. La presente contribución científica sugiere que las variaciones florísticas existentes puedan deberse a variaciones en altura y pH de los suelos.

Además que al momento de la elaboración de los planes de manejo por parte de los adjudicatarios, los mismos tendrán que contemplar la conservación de las especies endémicas aquí reportadas, aspecto de conservación que muchas veces en los planes de

manejo son obviadas por no haber información local florística de los diferentes sitios a manejar.

En el caso de que se pretende sujetar el manejo forestal en los bosques aledaños al área de estudio y que no pertenecen al área protegida la certificación forestal debe seguir el principio 9 denominado Mantenimiento de bosques con alto valor de conservación de la FSC. Particularmente para las especies *Browneopsis disepala* y *Matisia palenquiana* deben recibir mayor atención, pues se encuentran en peligro por reducción de población por la tala y la demanda de su buena madera en el sector de estudio.

6. CONCLUSIONES

- Cabecera de Muisne cordillera de Bunca, presenta por lo menos dos tipos de bosque localizados a 400 snm, sitio Cuchilla de Bunca y a 200 snm, sitio Quebra Perol.
- Los dos tipos de bosque se distinguen sobre todo por el IVI de algunas especies características como: *Iriartea deltoidea* (pambil), *Otoba novogranatensis* (sangre de gallo) en el bosque localizado a 400 snm, sitio Cuchilla de Bunca y de *Dacryodes occidentalis* (ánime), *Wettinia aequatorialis* (bola de tabaco) en el bosque localizado a 200 snm, sitio Quebra perol.
- La distribución, abundancia y predominancia de las especies que distinguieron los tipos de bosques podrían estar influenciados por el pH y la presencia correspondiente de cationes como Na, Fe, Mn y Ca. Las especies *O.novogranatensis* e *I.deltoidea* caracterizan los suelos con mayor acidez a los 400 snm y las especies *D.occidentalis* y *W.aequatorialis* caracterizan a los suelos con menor acidez a los 200 snm.
- Las especies endémicas presentes como: *Bauhinia pichinchensis*, *Browneopsis disepala*, *Inga carinata*, *Matisia grandifolia*, *Matisia palenquiana*, y *Swartzia haughtii*, presentan poblaciones con pocos individuos. De estas especies endémicas, algunas presentan distribución restringida a una elevación, como *Browneopsis disepala* (Chocho), *Matisia grandifolia* (molinillo). *Matisia palenquiana* (molinillo), a los 400 snm, sitio Cuchilla de Bunca. *Matisia palenquiana* presenta un solo individuo de diámetro mayor a 80 cm de dap en el área de estudio.

7. RECOMENDACIONES

- Desarrollar más esfuerzos de investigación para el conocimiento de la relación de los tipos de suelos en la distribución de las especies en el área de estudio y en los bosques húmedos costeros de la Reserva Ecológica Mache Chindul (REMACH). En particular relacionados a las especies endémicas.
- Establecer parcelas permanentes sobre gradientes a diferentes alturas y con diferentes tipos de suelos, a fin de monitorear la fenología, polinización, dispersión y los procesos dinámicos – mortalidad y reclutamiento - de las especies endémicas existentes en el área de estudio y en la REMACH.
- En el área de estudio además de los factores de sitio examinados como altura y suelo deben estudiarse factores como la humedad provista por las corrientes marinas, la presión humana ancestral, el mismo que debe ser analizado en forma específica en relación con las especies vegetales presentes en los sitios de estudio.
- Establecer criterios de conservación para las especies endémicas con base a la poca abundancia de individuos que exhiben en Cabecera de Muisne, Cordillera de Bunca. Este criterio debe estar fundamentado en monitoreo de la mortalidad y reclutamiento y evidencia del potencial de reposición de las poblaciones después del aprovechamiento de las especies.
- Evitar la conversión del bosque localizado a 400 snm, sitio Cuchilla de Bunca a suelos agrícolas, por la alta concentración del catión Fe, el mismo que se encuentra en niveles tóxicos, siendo este suelo no apto para la agricultura y más bien mediante su transformación a otro uso como el agrícola se precipitaría procesos erosivos en estos suelos.
- Los criterios de conservación especialmente para las especies endémicas en Cabecera de Muisne, cordillera de Bunca deben ser elaborados con base a la escasa densidad poblacional que exhiben estas especies.

8. LITERATURA CITADA

- Balslev, H., J.L.; Luteyn, B; Ollgaard. B; Holm Nielsen L.B. 1987. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Ecuador. *Opera Botánica* 92: 37-57.
- Berry, P.E.; Huber, O.; Holst, B.K. 1995. Floristic analysis and phytogeography. In *Flora of the Venezuelan Guayana*. Ed. Berry, P.E.; Holst, B.K.; Yatskievych, K. Volume I. Timber Press, USA. 161-191 p.
- Berry, P.E. 2002. Diversidad y endemismo en los bosque neotropicales de bajura. In *Ecología y conservación de bosques neotropicales*. Ed. Guariguata, M; G.Kattan. LUR, CR. 84 – 95 p.
- Becker, C.D; Bonifaz, C. 1996. El Bosque Brumoso de la Comuna Loma. Informe Científico. INEFAN-PAN-EARTHWATCH. USA.
- Burnham, C.P. 1984. The forest environment: soils. In *Tropical Forest of the Far East*. Ed. Whitmore, T.C; Burnham, C.P. Oxford, Clarendon Press. 137-154 p.
- CATIE. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Ed. Orozco, L; Brumer C. Serie técnica. Manual técnico / CATIE; n° 50. Turrialba, CR. 264 p.
- Clark, D. A.; Clark, D. B. 1992. Life history diversity of canopy and emergent trees in a neotropical rain forest. *Ecological Monographs* Vol. 62 (3): 315 – 344.
- Clark, D.A.; Clark D. B.; Sandoval, R; Castro, M.V. 1995. Edaphic and human effects on landscape-scale distributions of tropical rain forest palms. *Ecology* 76 (8): 2581 – 2594
- Clark, D.B; Clark, D.A; Read, M.J. 1998. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. *Journal of Ecology* 86: 101 - 112
- Clark, J.L. 1999. Preliminary Floristic Inventory of the Bilsa Biological Station, Esmeraldas, Ecuador. Bilsa Plant: Survey Report. www.jatun_sacha

- Clark, D. 2002. Los Factores edáficos y la distribución de las plantas. In *Ecología y Conservación de bosques neotropicales*. Ed. Guariguata, M. R.; Kattan, G.H., Ediciones LUR, Cartago, Costa Rica. 60-81 p.
- Cañadas, L.; Estrada, W. 1978. Ecuador, mapa ecológico. PRONAREG/MAG. Quito.
- Cañadas, L. 1983. El mapa Ecológico y Bioclimático del Ecuador. MAG, Quito – Ecuador 210 p.
- Chapin, S. F. III; Zavaleta, E. S.; Eviner, T.V. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* Vol. 405: 234-242.
- Chazdon, R.L; Careaga, S.; Campbell, W.; Vargas, O. 2003. Community and Phylogenetic structure of reproductive traits of woody species in wet tropical forest. *Ecological Monographs*, 73 (3): 331 – 348.
- Convención Ramsar 2002. Plan de Manejo Ambiental de la laguna de Cube.
Ramsar@ramsar.org
- Corporación de Estudios y Publicaciones. 2003. Legislación Ambiental Forestal. Tomo III, Forestal. Quito, Ecuador.
- Delgado, D.; Finegan, B.; Zamora, N.; Meir, P. 1997. Efectos del aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural en un bosque húmedo del noreste de Costa Rica: Cambios en la riqueza y composición de la vegetación. Serie técnica. Informe técnico. CATIE : 298. Turrialba, C.R. 55 p.
- Dodson, C. H.; Gentry, A.H. 1978. Flora of the Río Palenque Science Center, Los Ríos Province, Ecuador. *Selbyana* 4: 1 – 628.
- Dodson, C. H.; Gentry, A.H.; Valverde, F.M. 1986. La Flora de Jauneche. Banco Central del Ecuador. Quito
- Dodson, C. H.; Gentry, A. H. 1991. Biological extinction in western Ecuador. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 78:273-295.

- FAO. 2002. Proyecto Información y Análisis para el Manejo Forestal Sostenible: Integrando Esfuerzos Nacionales e Internacionales en 13 países en América Latina (en línea). Consultado nov. 2003. Disponible en [http://www.rlc.fao.org/proyecto/1lea133ec/guia%20países%20\(1\)Ecuador.PDF](http://www.rlc.fao.org/proyecto/1lea133ec/guia%20países%20(1)Ecuador.PDF)
- Fernandez – Alonso, J. L. 2001. Bombacaceae Neotropicae. Novae vel minus cognite I. Novedades taxonómicas y corológicas en Matisia. Revista Académica Colombiana de Ciencias Vol. 25 (95): 191 – 193.
- Finegan, B. 1992. Bases ecológicas para la silvicultura. V Curso Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza CATIE. 164 p.
- Finegan, B; Delgado, D. 2000. Structural and Floristic Heterogeneity in a 30 Year – Old Costa Rican Rain Forest Restored on Pasture Through Natural Secondary Succession. Restoration Ecology. Vol.8, N° 4, 380 -393.
- Finegan, B; Palacios, W; Zamora, N; Delgado, D. 2001. Ecosystem - level Forest Biodiversity and Sustainability Assessments for forest Management. In Criteria and indicators for Sustainable Forest Management. Ed. Raison, R.J.; Brown, A.G.; Flinn, D.W. CABI Publishing – IUFRO
- Finegan, B. 2002. Sección 2: Diversidad y procesos ecológicos en bosques tropicales: Principios de análisis de comunidades. Curso Ecología y Biología de la Conservación. Documento de clase.
- Forero, L. A. 2001. Caracterización de la vegetación y efectos de borde en la comunidad árboles y lianas de remanentes de Bosque muy húmedo tropical Región Huetar Norte, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 89 p.
- Foster R. 1992. Cabeceras de Bilsa (Wet forest): Site description and vegetation. In Status of forest remnants in the Cordillera de la Costa and adjacent areas of southwestern Ecuador. Rapid Assessment Program. Ed. T. Parker and J. L. Carr. Conservation International. Washington D.C. 24-27 p.
- Gauch, H. Jr. 1982. Multivariate analysis in community ecology. Cambridge University Press.

- Gentry, H.A. 1982. Patterns of Neotropical Plant species diversity. *Evolutionary Ecology* 15: 1- 84.
- Gentry, H.A. 1983. Phylogeographic Patterns as Evidence for a Chocó Refuge. In *Biological Diversification in the Tropics* G.T.Prance, ed. Columbia University Pres, NY.
- Gentry, H.A.; Ortiz, R. 1993. Patrones de Composición Florística en la Amazonía Peruana. in *Amazonía Peruana – Vegetación Tropical en el Llano Subandino-*. Ed. Kalliola, R; Puhakka, M. & Danjoy. 155 – 166 p.
- Gentry, H.A. 1995 Diversity and floristic composition of neotropical dry forest.. In *Seasonally dry tropical forest*. Ed. Bullock, S.H.; Mooney, H.A.; Medina, E. Cambridge (RU). Cambridge University Press.
- Grubb. P.J.; Lloyd. T. D.; Pennington, T.D.; Whitmore, T.C. 1963. A comparison of montane and lowland rain forest in Ecuador. The forest structure, physiognomy and floristic. *Journal Ecology* 51: 567 – 601.
- Hammel, B. 1990. The distribution of diversity among Families, Genera, and Habit Types in the La Selva Flora. In *Four Neotropical Rain Forest*. Ed. Gentry Alwyn H. New York.
- Hartshorn, G.S. 2002. Biogeografía de los bosques neotropicales. In *Ecología y Conservación de bosques neotropicales*. Ed. Guariguata, M. R., Kattan, G.H., Ediciones LUR, Cartago, Costa Rica. 60-81 p.
- Herrera, B; Finegan, B. 1997. Substrate conditions, foliar nutrients and the distributions of two canopy tree species in a Costa Rican secondary rain forest. *Plant and soils* v 60 (1) 1 – 9 p.
- Holdridge, L.R. 1978. *Ecología basado en las zonas de vida*. IICA, San José, Costa Rica.
- Hutchinson, I.D. 1987. The management of Humid Tropical Forest to Produce Wood. In *Management of the Forest of Tropical America: Prospects and Technologies*, San Juan, Puerto Rico. Institute of Tropical Forestry Southern Forest Experiment Station U.S.D.A. Forest Service. 120 p.

- Johnston, M.H. 1992. Soil-vegetation relationships in a tabonuco forest community in the Lyquillo Mountains of Puerto Rico. *Journal of Tropical Ecology*. 8:253-263.
- Jorgensen, P.M; León-Yané, S. 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. *Monographs in Systematic Botany*. Missouri Botanical Garden 75.
- Korning, J.;Thomsen, K.; Ollgaard, B. 1991. Composition and structure of a species rich Amazonian rain forest obtained by two different methods. *Nordic Journal Botany* 11: 103 – 110.
- Little, P. 1969. Árboles Comunes de la Provincia de Esmeraldas. FAO/SF: 76: ECU 13. Rome.
- Madsen, J. E.; Mix, R.; Balslev, H. 2001. Flora of Puná Island. Plant resources on a neotropical Island. Aarhus University Press.
- Magurran, A. 1988. Diversidad ecológica y su medición. Traducción A. M.Cirer. Ed. Veda. España 200 p.
- Matteucci, A; Colma, A. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. OEA. Washington, D.C. 168 p.
- Myers, N. 1988. Threatened biotas: hot-spots in tropical forest. *The environmentalis* 8. 187-208 p.
- Neill, David. A; Ollgaard, B. 1993. Los inventarios botánicos en el Ecuador: Estado actual y prioridades In *La investigación para la conservación de la diversidad biológica en el Ecuador*. Ed. Mena, P.A.; Suárez, L. Ecociencia, Quito.
- Palacios, W. A. 1993. Investigación y manejo forestal en el Ecuador. In *La investigación para la conservación de la diversidad biológica en el Ecuador*. Ed. Mena, P.A.; Suárez, L. Ecociencia, Quito.
- Páez, G. 2002. Curso: Métodos estadísticos para investigadores Métodos I. Documento de apoyo. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

- Pérez, F. Ma. 2000. Composición y Diversidad de los Bosques de la Región Autónoma del Atlántico Norte Nicaragüense: Una base para el Manejo sostenible. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 120 p.
- Pitman, N.C.A; Terborgh, J.; Silman, M.R; Núñez, P. 1999. Tree species distributions in an upper Amazonian forest. *Ecology*. 80 (8): 2651 – 2661.
- Pla, E. L. 1986. Análisis multivariado: Método de componentes principales. OEA. Washington, D.C. 3-9 p.
- Parker, T.A; J.L.Carr (eds.) 1992. Status of forest remnants in the Cordillera de la Costa and adjacent areas of south western Ecuador. Conservation International, RAP Working Papers 2: 1 – 172.
- Phillips, O; Miller, J.S. 2002. Global Patters of Plant Diversity: Alwyn H. Gentry's Forest Transect Data Set. Monographs in Systematic Botany. Missouri Botanical Garden Press.
- Steel, Robert G.D.; Torrie, James H. 1988 Bioestadística: Principios y Procedimientos (segunda edición). McGraw-Hill, USA.
- Suárez, L; Ulloa, R. 1993. La Diversidad Biológica del Ecuador. In La investigación para la conservación de la diversidad biológica en el Ecuador. Ed. Mena, P.A.; Suárez, L. Ecociencia, Quito.
- Tuomisto, H. 1993. Clasificación de la vegetación en la Selva Baja Peruana. In Amazonía Peruana – Vegetación Tropical en el Llano Subandino-.Ed. R. Kalliola, M.Puhakka & Danjoy.
- Valencia, R.; Jorgensen, P. 1992. Composition and structure of a humid montane forest on the Pasochoa volcano, Ecuador. *Nordic Journal Botany* 12 (2): 239 – 247.
- Valencia, R.; Balslev, H.; Paz y Miño, G. 1994. High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador. *Biodiversity and Conservation* 3: 21 – 28

Valencia, R; Pitman, N, León-Yanez, S; Jorgensen, P.M. 2000. Libro rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

Wiggins, I. L.; Porter, D. M. 1971. Flora of the Galapagos Islands. Stanford University Press. Stanford.

Whitmore, T.C. 1984. Tropical Rain Forest of the Far East. Clarendon Press. Oxford.

Van der Werff, H. 1978. The vegetation of the Galápagos Islands. Thesis, State University. Utrecht.

ZEEPE. 2000. Zonificación Ecológica Económica de la Provincia de Esmeraldas. Clirsen.

9. ANEXOS

**Anexo 1. Características y localización (UTM) de las 16 parcelas en el bosque húmedo costero
Cabecera de Muisne, cordillera de Bunca.**

| Bosques | Parcelas | X_COORD | Y_COORD | ALTURA | SUELO |
|-------------------|----------|--------------|----------------|--------|------------|
| Cuchilla de Bunca | 1 | 634115,09444 | 10072786,02372 | 400 | HAPLUDOLLS |
| | 2 | 634174,38495 | 10072838,33888 | 400 | HAPLUDOLLS |
| | 3 | 634244,13850 | 10072888,91021 | 400 | HAPLUDOLLS |
| | 4 | 634319,12357 | 10072949,94456 | 400 | HAPLUDOLLS |
| | 5 | 634931,21096 | 10073432,98789 | 400 | EUTROPETS |
| | 6 | 634856,22589 | 10073371,95353 | 400 | EUTROPETS |
| | 7 | 634786,47234 | 10073321,38221 | 400 | EUTROPETS |
| | 8 | 634727,18183 | 10073269,06705 | 400 | EUTROPETS |
| Quebra perol | 9 | 635689,64414 | 10065162,05329 | 200 | HAPLUDOLLS |
| | 10 | 635748,93466 | 10065214,36846 | 200 | HAPLUDOLLS |
| | 11 | 635818,68821 | 10065264,93978 | 200 | HAPLUDOLLS |
| | 12 | 635893,67327 | 10065325,97413 | 200 | HAPLUDOLLS |
| | 13 | 636505,76066 | 10065809,01746 | 200 | EUTROPETS |
| | 14 | 636430,77560 | 10065747,98310 | 200 | EUTROPETS |
| | 15 | 636361,02205 | 10065697,41178 | 200 | EUTROPETS |
| | 16 | 636301,73153 | 10065645,09662 | 200 | EUTROPETS |

Anexo 2. Especies (E_n) con los resultados de la prueba χ^2 y F para el IVI de 80 especies de las 16 parcelas en el bosque húmedo costero, cabecera Muisne, cordillera de Bunca.

| Especie | χ^2 | Pr > F | Tukey α 0.05 | Media | Especie | χ^2 | P > F | Tukey α 0.05 | Media |
|---------|----------|--------|------------------------|-------------------|---------|----------|--------|------------------------|-------------------|
| E1 | 1.0000 | 0.5373 | - | 0.262/0.087 | E41 | 0.0547* | 0.0596 | - | 0.412/0.000 |
| E2 | 1.0000 | 0.9325 | - | 2.625/2.500 | E42 | 0.0547* | 0.1117 | - | 0.787/0.000 |
| E3 | 0.5896 | 0.5240 | - | 0.337/0.200 | E43 | 0.0547* | 0.0820 | - | 0.512/0.000 |
| E4 | 0.0389* | 0.0145 | AB | 3.113 (1) | E44 | 0.0004** | 0.0114 | AB | 3.700/0 (2) |
| E5 | 0.3017 | 0.2795 | - | 2.363/3.600 | E45 | 0.0389* | 0.1695 | - | 0.650/0.212 |
| E6 | 0.0004** | <.0001 | AB | 2.000 (2) | E46 | 1.0000 | 0.2690 | - | 3.588/1.975 |
| E7 | 0.0547* | 0.0597 | - | 0.987/0.000 | E47 | 0.1306 | 0.1498 | - | 0.212/0.000 |
| E8 | 0.3173 | 0.0853 | - | 1.287/0.375 | E48 | 0.5896 | 0.3729 | - | 0.675/0.300 |
| E9 | 0.0209* | 0.0198 | AB | 0.450 (1) | E49 | 0.0070** | <.0001 | AB | 9.625/1.363 (1,2) |
| E10 | 0.0209* | 0.0195 | - | 1.387 (1) | E50 | 0.0547* | 0.0922 | - | 0.425/0.000 |
| E11 | 0.0547* | 0.0596 | - | 0.562/0.000 | E51 | 0.1306 | 0.2362 | - | 1.700/0.750 |
| E12 | 0.0389* | 0.0304 | AB | 1.012/0.125 (1,2) | E52 | 0.0547* | 0.0596 | - | 0.487/0.000 |
| E13 | 0.0070** | 0.0140 | AB | 1.187 (1) | E53 | 1.0000 | 0.5277 | - | 0.312/0.100 |
| E14 | 0.1306 | 0.1986 | - | 0.462/0.000 | E54 | 0.0001** | <.0001 | AB | 4.062/0.000 (2) |
| E15 | 0.0004** | 0.0001 | AB | 2.012/0.137 (1,2) | E55 | 0.3017 | 0.9394 | - | 1.387/1.325 |
| E16 | 1.0000 | 0.3935 | - | 0.987/0.112 | E56 | 1.0000 | 0.8718 | - | 0.350/0.300 |
| E17 | 0.0209* | 0.0220 | AB | 2.1750 (2) | E57 | 0.1056 | 0.1234 | - | 0.550/0.112 |
| E18 | 0.0547* | 0.0611 | - | 0.337/0.000 | E58 | 0.2482 | 0.1711 | - | 2.337/1.237 |
| E19 | 0.2482 | 0.5099 | - | 0.337/0.175 | E59 | 0.5218 | 0.3445 | - | 0.975/0.275 |
| E20 | 0.1056 | 0.0108 | AB | 4.138/0.888 (1,2) | E60 | 0.0027** | 0.0013 | AB | 7.363/0.088 (2) |
| E21 | 0.2482 | 0.8561 | - | 1.525/1.250 | E61 | 0.2482 | 0.6288 | - | 3.100/2.475 |
| E22 | 0.1306 | 0.0001 | AB | 8.513/1.225 (2,1) | E62 | 0.2482 | 0.2782 | - | 0.337/0.112 |
| E23 | 0.5896 | 0.0988 | - | 1.975/0.637 (2,1) | E63 | 1.0000 | 0.5600 | - | 1.750/1.287 |
| E24 | 1.0000 | 0.8094 | - | 0.125/0.087 (2,1) | E64 | 0.0209* | 0.0549 | - | 1.387/0.000 |
| E25 | 0.0019** | 0.0060 | AB | 2.112/0.000 (2,1) | E65 | 0.1306 | 0.1588 | - | 0.250/0.000 |
| E26 | 0.6143 | 0.4288 | - | 0.837/0.562 (1,2) | E66 | 0.0209* | 0.0192 | AB | 0.450/0.000 (2) |
| E27 | 0.1306 | 0.1430 | - | 1.387/0.775 (1,2) | E67 | 0.0070** | 0.0223 | AB | 2.262/0.000 (1) |
| E28 | 0.0547* | 0.0664 | - | 0.400/0.000 (2,1) | E68 | 1.0000 | 0.1634 | AB | 2.262 (1) |
| E29 | 1.0000 | 0.2357 | - | 2.437/1.525 | E69 | 0.0027** | 0.0002 | AB | 2.637/0.100 (1,2) |
| E30 | 1.0000 | 0.5674 | - | 0.950/0.587 | E70 | 0.2482 | 0.0068 | AB | 4.863/1.163 (1,2) |
| E31 | 1.0000 | 0.8040 | - | 0.162/0.112 | E71 | 0.1306 | 0.2086 | - | 0.862 (2) |
| E32 | 0.3173 | 0.0321 | AB | 1.875/0.325 (1,2) | E72 | 0.0547* | 0.0596 | - | 0.337 (1) |
| E33 | 0.1306 | 0.1500 | - | 0.187/0.000 | E73 | 0.1056 | 0.1721 | - | 0.987/0.150 (2,1) |
| E34 | 0.0547* | 0.0778 | - | 1.012/0.000 | E74 | 1.0000 | 0.6272 | - | 0.412/0.187 (2,1) |
| E35 | 0.0547* | 0.0596 | - | 0.937/0.000 | E75 | 0.1306 | 0.1720 | - | 0.650 (1,2) |
| E36 | 0.6143 | 0.6107 | - | 1.562/1.050 | E76 | 0.0070** | 0.0069 | AB | 0.762 (1) |
| E37 | 0.0209* | 0.0935 | - | 0.862/0.000 | E77 | 1.0000 | 0.8125 | - | 1.400/1.063 (2,1) |
| E38 | 0.1306 | 0.1562 | - | 0.512/0.000 | E78 | 0.0389* | 0.2959 | - | 3.600/1.700 (2,1) |
| E39 | 0.0389* | 0.0073 | AB | 10.513/1.188 (1) | E79 | 0.2482 | 0.3737 | - | 0.787/0.325 (1,2) |
| E40 | 0.0547* | 0.0596 | - | 0.487/0.000 (1) | E80 | 0.0004** | 0.0144 | AB | 6.338 (2) |

** significativa $P < 0.01$; * significativa $P < 0.05$ (Tukey $\alpha = 0.05$)

□ Especies con mayor significancia estadística.

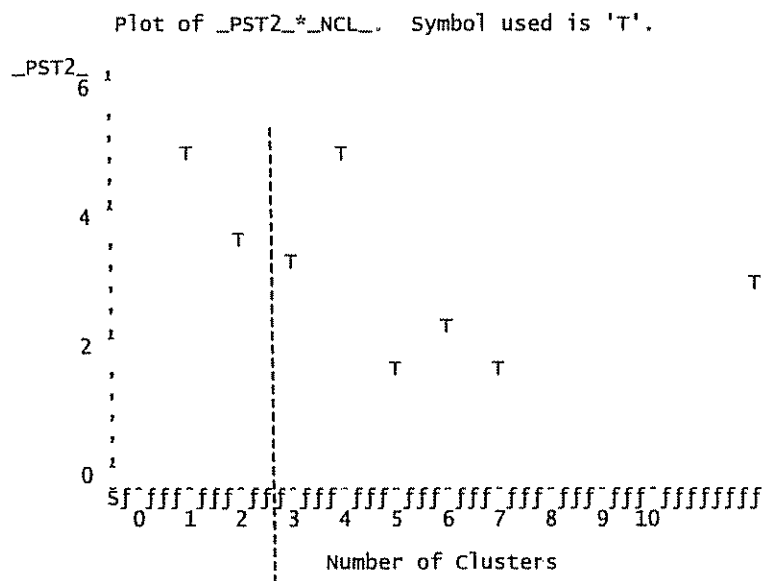
E_n = coespec (Nombre científico), detalle lista (Anexo 2A).

Anexo 2A. Lista de las 80 especies con su respectivo código (coespec), utilizadas en los análisis multivariados.

| conum | coespec | Nombre científico |
|-------|---------|-------------------------------------|
| E1 | ANIBSP | <i>Aniba sp.</i> |
| E2 | BACTS1 | <i>Bactris sp1</i> |
| E3 | BACTS2 | <i>Bactris sp2</i> |
| E4 | BAUHPI | <i>Bauhinia pichinchensis</i> |
| E5 | BROSUT | <i>Brosimum utile</i> |
| E6 | CARBSP | <i>Carbonero sp</i> |
| E7 | CASESP | <i>Casearia sp</i> |
| E8 | CASTEL | <i>Castilla elastica</i> |
| E9 | CECRAN | <i>Cecropia angustifolia</i> |
| E10 | CECRSP | <i>Cecropia sp.</i> |
| E11 | CEIBPE | <i>Ceiba pentandra</i> |
| E12 | CHRYSP | <i>Chrysophyllum sp.</i> |
| E13 | CLARRA | <i>Clarisia racemosa</i> |
| E14 | COCCAC | <i>Coccoloba acuminata</i> |
| E15 | COCCWI | <i>Coccoloba williamsii</i> |
| E16 | COLOMA | <i>Colorado manzano</i> |
| E17 | COMPMU | <i>Compsonew a mutisii</i> |
| E18 | CORAHE | <i>Corazón herido</i> |
| E19 | CORDS2 | <i>Cordia sp2</i> |
| E20 | COUSLA | <i>Coussarea latifolia</i> |
| E21 | COUSVI | <i>Coussapoa villosa</i> |
| E22 | DACROC | <i>Dacryodes occidentalis</i> |
| E23 | DENDMA | <i>Dendropanax cf. macrophyllum</i> |
| E24 | DENDUM | <i>Dendropanax cf. umbellatus</i> |
| E25 | ESCHCA | <i>Eschweilera caudiculata</i> |
| E26 | ESCHRI | <i>Eschweilera rimbachii</i> |
| E27 | ESCHS1 | <i>Eschweilera sp. 1</i> |
| E28 | EUGEOE | <i>Eugenia oerstedeana</i> |
| E29 | EUGES1 | <i>Eugenia sp. 1</i> |
| E30 | EUGES2 | <i>Eugenia sp. 2</i> |
| E31 | FICUAP | <i>Ficus apollinaris</i> |
| E32 | GENIVE | <i>Genipa sp</i> |
| E33 | GUARPO | <i>Guarea polymera</i> |
| E34 | GUARSP | <i>Guarea sp.</i> |
| E35 | INDES8 | <i>Indeterminado 8</i> |
| E36 | INGACA | <i>Inga carinata</i> |
| E37 | INGALA | <i>Inga laurina</i> |
| E38 | INGASI | <i>Inga sp. 1</i> |
| E39 | IRIADE | <i>Iriartea deltoidea</i> |
| E40 | LACMSP | <i>Lacmellea speciosa</i> |
| E41 | MACLTI | <i>Maclura tintoria</i> |
| E42 | MATIGI | <i>Matisia giacomettoii</i> |
| E43 | MATIGR | <i>Matisia grandifolia</i> |
| E44 | MATIID | <i>Matisia idroboi</i> |

Cont Anexo 2A...).

| conum | coespec | Nombre científico |
|-------|---------|--|
| E45 | MINQGU | <i>Minuartia guianensis</i> |
| E46 | NECTS1 | <i>Nectandra sp. 1</i> |
| E47 | OCOTS1 | <i>Ocotea sp. 1</i> |
| E48 | OCOTS3 | <i>Ocotea sp. 3</i> |
| E49 | OTOBGO | <i>Otoba novogranatensis</i> |
| E50 | PENTSP | <i>Pentagonia sp.</i> |
| E51 | PHYTAE | <i>Phytelephas aequatorialis</i> |
| E52 | PIÑUBL | <i>Piñuela blanca</i> |
| E53 | POULAR | <i>Poulsenia armata</i> |
| E54 | POUTS1 | <i>Pouteria sp. 1</i> |
| E55 | POUTS2 | <i>Pouteria sp. 2</i> |
| E56 | POUTS3 | <i>Pouteria sp. 3</i> |
| E57 | POUTS4 | <i>Pouteria sp. 4</i> |
| E58 | PROTSP | <i>Protium sp.</i> |
| E59 | PRUNSP | <i>Prunus sp.</i> |
| E60 | PSEURI | <i>Pseudolmedia rigida subsp. eggersii</i> |
| E61 | PSYCS1 | <i>Psychotria sp. 1</i> |
| E62 | PSYCS2 | <i>Psychotria sp. 2</i> |
| E63 | PSYCS3 | <i>Psychotria sp. 3</i> |
| E64 | PSYCS4 | <i>Psychotria sp. 4</i> |
| E65 | PSYCS5 | <i>Psychotria sp. 5</i> |
| E66 | PTERVE | <i>Pterocarpus sp.</i> |
| E67 | ROLLPI | <i>Rollinia pittieri</i> |
| E68 | SALAVE | <i>Salacia sp.</i> |
| E69 | SIMISP | <i>Simira sp.</i> |
| E70 | SLOAS1 | <i>Sloanea sp. 1</i> |
| E71 | SLOAS2 | <i>Sloanea sp. 2</i> |
| E72 | SOCREX | <i>Socratea exorriza</i> |
| E73 | SWARHA | <i>Swartzia haughtii</i> |
| E74 | SYMPGL | <i>Symphonia globulifera</i> |
| E75 | TERMSP | <i>Terminalia sp.</i> |
| E76 | TRICGA | <i>Trichospermum galeottii</i> |
| E77 | VIRODI | <i>Viola dixonii</i> |
| E78 | VIRORE | <i>Viola reidii</i> |
| E79 | VOLCSP | <i>Volcan</i> |
| E80 | WETTAE | <i>Wettinia aequalis</i> |



Anexo 3. Características de las parcelas respecto a las 10 especies con mayor IVI para cada una de las parcelas.

Anexo 4. Distribución de la Abundancia (N) y área basal (G) de las 5 especies más importantes de Cuchilla de Bunca y Queibra perol por clase diamétrica.

| Bosque | Clases diamétricas | 10-19 | | 20-29 | | 30-39 | | 40-49 | | 50-59 | | 60-69 | | 70-79 | | 80-89 | | > 90 | | Total | | |
|-------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|-------------|-------------------------|--------------|-------------------------|------|
| | | N n/ha | G m ² /ha | N n/ha | G m ² /ha | N n/ha | G m ² /ha | N n/ha | G m ² /ha | N n/ha | G m ² /ha | N n/ha | G m ² /ha | N n/ha | G m ² /ha | N n/ha | G m ² /ha | N n/ha | G m ² /ha | N n/ha | G m ² /ha | |
| Cuchilla de Bunca | <i>Iriartea deltoidea</i> | 11.0 | 0.21 | 24.5 | 1.13 | 14.5 | 1.27 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 50 | 2.62 | |
| | <i>Otoba novogranatensis</i> | 15.0 | 0.27 | 8.5 | 0.40 | 2.5 | 0.22 | 2.0 | 0.24 | 1.5 | 0.32 | 0.5 | 0.17 | - | - | - | 2.5 | 1.25 | 1.0 | 0.75 | 33.5 | 3.69 |
| | <i>Coussarea latifolia</i> | 12.0 | 0.23 | 5.5 | 0.25 | 2.0 | 0.20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 19.5 | 0.68 |
| | <i>Sloanea sp.</i> | 1.5 | 0.03 | 8.0 | 0.33 | 1.5 | 0.14 | 0.5 | 0.08 | 2.5 | 0.53 | 1.5 | 0.42 | 0.5 | 0.19 | - | - | - | - | - | 16 | 1.76 |
| | <i>Bauhinia picinichensis</i> | 4.5 | 0.08 | 4.5 | 0.23 | 3 | 0.27 | 0.5 | 0.06 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 12.5 | 0.66 |
| Queibra perol | <i>Subtotal</i> | 44.0 | 0.84 | 51.0 | 2.35 | 23.5 | 2.11 | 3 | 0.38 | 4 | 0.86 | 2 | 0.59 | 0.5 | 0.19 | 2.5 | 1.25 | 1.0 | 0.75 | 131.5 | 9.42 | |
| | <i>Total</i> | 143 | 2.57 | 116 | 5.28 | 56.5 | 5.15 | 14.0 | 2.00 | 7.5 | 1.61 | 9.5 | 2.74 | 3 | 1.26 | 7.5 | 3.95 | 7.5 | 9.78 | 364.5 | 34.38 | |
| | <i>Wetinia aequalis</i> | 38 | 0.45 | 0.5 | 0.01 | 0.5 | 0.03 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 38.0 | 0.50 |
| | <i>Dacryodes occidentalis</i> | 8.5 | 0.14 | 9.0 | 0.47 | 8.5 | 0.71 | 0.5 | 0.08 | 0.5 | 0.09 | 1.5 | 0.43 | - | - | - | 0.5 | 0.25 | - | - | 29 | 2.2 |
| | <i>Pseudolmedia rigida</i> | 13.5 | 0.28 | 9.5 | 0.44 | 3 | 0.29 | 2 | 0.25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 28 | 1.28 |
| Subtotal | <i>Matusia ichroboi</i> | 8.5 | 0.14 | 4.5 | 0.20 | 3.5 | 0.29 | - | - | 0.5 | 0.09 | - | - | - | - | - | - | - | - | 17 | 0.74 | |
| | <i>Virola reidii</i> | 8 | 0.12 | 3.5 | 0.15 | 3 | 0.25 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 14.5 | 0.53 | |
| | <i>Subtotal</i> | 76.5 | 1.14 | 36.5 | 1.29 | 18.5 | 1.59 | 2.5 | 0.33 | 1.0 | 0.19 | 1.5 | 0.43 | - | - | 0.5 | 0.25 | - | - | 98.5 | 5.26 | |
| Total | 202.5 | 3.25 | 102.0 | 4.54 | 38.5 | 3.35 | 15.0 | 2.05 | 8.0 | 1.77 | 3.5 | 1.02 | 2 | 0.79 | 6 | 3.11 | 2 | 2.15 | 379.5 | 22.06 | | |

Anexo 5. Detalles de dos especies endémicas del Occidente del Ecuador .

Características de las poblaciones de dos especies endémicas del Occidente del Ecuador acorde a categorías UICN (Versión 3.1)

Browneopsis disepala (Little) Klitgaard EN A4*

Nordic. J. Bot. 11(4): 444 (1991)

Árbol

Bosque litoral húmedo: 100 – 700 m

ESM, GUAY, MAN, RIO

Este árbol es frecuente en algunos sectores del bosque húmedo de la Costa y también está presente en los bosques deciduos de Guayas. La especie está protegida en la Reserva Ecológica Mache-Chindul, en la reserva privada Bilsa, en el Bosque Protector Cerro Pata de Pájaro, y en la reserva privada Río Palenque. Es talada por su madera. Se la considera En Peligro por la alteración masiva de su hábitat durante los últimos 50 años.

Herbarios ecuatorianos: GUAY (3), Q (T), QCA (5), QCNE (8).

Matisia palenquiiana (A. Robyns) W.S. Alverson EN A4c*

Taxon 38: 386 (1989)

Árbol

Bosque litoral húmedo hasta bosque litoral piemontano: 0-100 m

COT, ESM, ORO, PIC, RIO

Registrada en por lo menos cinco localidades en el bosque litoral húmedo. En la reserva privada de Río Palenque sus plántulas eran abundantes en la década de los setenta. Se encuentra una población protegida en la Reserva Ecológica Mache-Chindul. Sus áreas de distribución potencial son la Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas y la Reserva Étnica Awá, y podría también encontrarse en el Choco colombiano. Amenazada por la destrucción de su hábitat. Una población en la Hacienda Daucay ha disminuido notablemente durante los últimos cinco años, ya que es de uso maderable (C. Bonifaz, com.pers.).

Herbarios ecuatorianos: GUAY (3), QCA (2)

Refs.: Dodson & Gentry (1978)

* En peligro por reducción de población y donde la reducción o sus causas no han cesado.

Nota: Las abreviaturas con mayúscula corresponde a los acrónimos de los Herbarios ecuatorianos.

Fuente: Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador 2000