

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**IMPACTO EN LA BIODIVERSIDAD POR LA TALA DE ESPECIES
MADERABLES DEL BOSQUE NATIVO ALTO ANDINO: CASO DE
ESTUDIO EN 3 COMUNIDADES DE CERRO AZUL.**

Luis Olmedo Iza Quinatoa

Proyecto Final presentado como requisito para la obtención del título de Licenciatura en
Ecología Aplicada

Quito, Abril del 2008

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias de la Vida

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**IMPACTO EN LA BIODIVERSIDAD POR LA TALA DE ESPECIES
MADERABLES DEL BOSQUE NATIVO ALTO ANDINO: CASO DE
ESTUDIO EN 3 COMUNIDADES DE CERRO AZUL.**

Luis Olmedo Iza Quinatoa.

David Romo, PhD
Director del proyecto final

.....

Stella de la Torre, PhD
Decana Colegio de Ciencias
Biológicas y Ambientales.

.....

Quito, abril del 2008

© Derechos de autor
Luis Olmedo Iza Quinatoa
2008

Los créditos de esta obra de ser reconocidos de la siguiente forma:

Iza – Quinatoa, L.O 2008. Impacto en la Biodiversidad por la Tala de Especies Maderables del Bosque Nativo Alto Andino: Estudio de Caso en 3 comunidades de Cerro Azul. B.S. Proyecto Final. Universidad San Francisco de Quito. v + 51 pp.

DEDICATORIA

A mis padres Daniel Iza Viracocha que está en el cielo y Rosa Matilde Quinatoa Toapanta, por sus rezos y bendiciones. A mis hijos Daniel Olmedo, Álvaro Wladimir y a mi hija Tamia Xaimara que son fuentes de inspiración.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la USFQ que durante el tiempo como estudiante, a través de sus profesores, me impartió las enseñanzas profesionales y me inculcaron el Código de Honor, el cual lo llevaré en mi mente y lo aplicaré toda la vida.

De manera especial agradezco a David Romo por su apoyo no solamente en la dirección de mi investigación, sino en toda mi formación académica. Mi gratitud con Hugo Valdebenito y Stella de la Torre por su valioso aporte en la revisión general y la guía en el proceso de investigación. Gracias Nelson Herrera por su apoyo incondicional.

Mi gratitud a los compañeros campesinos de Cerro Azul que participaron en el levantamiento de la información.

Mi reconocimiento al Ing. Rafael Muenala, Ing. Ricardo Suárez, Sr. Patricio Vaca, Ing. Sarita Oña, Ing. Gloria Palango e Ing. Marta Caza, por proporcionarme la información requerida.

Resumen

El bosque nublado altoandino de Cerro Azul, está ubicado en la Reserva Ecológica los “Ilinizas”, Provincia de Cotopaxi. En esta reserva se asientan varias comunidades campesinas, entre ellas las 3 comunidades sujetos de la presente investigación.

De acuerdo a la categoría de Área Protegida, no debería existir la explotación maderera; sin embargo, la memoria oral de los pobladores nos permiten afirmar que, la explotación maderera se inició hace más de cien años. En este lapso, solamente en el área de estudio, se ha reduciendo la masa boscosa en aproximadamente 4.000 hectáreas.

Conservar el bosque en mención, es importante por que de el depende la economía local. Ecológicamente es importante *per se*. Este bosque se encuentra en la cuenca de las aguas que servirán al proyecto hidroeléctrico Toachi- Pilatón, lo que le da importancia económica nacional.

Con una muestra de 80.000 m², distribuidos en 4 cuadrantes en Bosque Medianamente Intervenidos y 4 cuadrantes en Bosque Altamente Intervenidos, se propuso como objetivos la caracterización del recurso bosque de tres comunidades de Cerro Azul con el propósito de suministrar información que pueda ser aplicada en estrategias de conservación, para lo cual se propuso a) elaborar un inventario de las especies maderables del bosque de Cerro Azul, en dos tipos de bosques; medianamente intervenidos (BMI) y altamente intervenidos (BAI), b) determinar la diversidad biológica de especies maderables, o denominada la riqueza de especies, en cada uno de los tipos de bosques, c) determinar la diversidad ecológica o diversidad comunitaria entro los dos tipos de bosque, y d) comparar la validez del método de muestreo más adecuado para este tipo de bosques.

Los datos demuestran que aún existe una gran diversidad forestal comparada con otros tipos de bosques similares, 15 especies están en peligro de desaparecer. El volumen de madera existente es mínimo y la urgencia de las necesidades básicas de la población es grande.

Si se actúa con rapidez en establecer actividades productivas alternativas, con el concurso de la Autoridades Locales, El Consejo Provincial de Pichincha, el Ministerio del Ambiente, las organizaciones no gubernamentales y las propias comunidades, es posible salvaguardar este recurso.

Abstract

The forest cloudy altoandino of Cerro Azul, it is located in the Ecological Reservation the "Ilinizas ", of Cotopaxi's country, in this reservation settles several rural communities of 5 cantons, among them the 3 communities subject of the present investigation. Private properties exist with law public and a small part belongs to the State as part of the Protected Area.

According to the category of the Protected Area, the timber exploitation should not exist; however, the oral memory of the residents allows us to affirm that, the timber exploitation of the forest began more than a hundred years ago; that is to say before the creation of the Protected Area. In this lapse, only in the study area, there is decreasing the mass boscosa in approximately 4.000 hectares, transformed into grasses for the cattle raising. The relicto boscoso existent is subject of permanent pressure.

The survival of the forest in mention, is important for that of her the local economy depends, ecologically it is important *per se*, to this sinks, that this forest is in the basin of the waters that the will serve to the hydroelectric project Toachi - Pilatón.

With a sample of 80.000 m², distributed in 4 quadrants in Fairly Intervened Forest and 4 quadrants in Highly Intervened Forest, the intended as objectives the characterization of the resource forest of three communities of Blue Hill with the purpose of giving information that can be applied in conservation strategies, for that which intended to) to elaborate an inventory of the species timber of the forest of Blue Hill, in two types of forests; fairly intervened and highly intervened, b) to determine the biological diversity of species timber, or denominated the wealth of species, in each one of the types of forests, c) to determine the ecological diversity or community diversity enters the two forest types, and d) to compare the validity of the most appropriate sampling method for this type of forests.

The data demonstrate that a great forest diversity compared with other types of similar forests still exists, 15 species are in danger of disappearing, the existent wooden volume is minimum, the urgency of the population's basic necessities, they are taking to a bigger pressure on the forest.

If your acts quickly in establishing other alternative productive activities, in those that should intervene the Local Authorities, The Pichinchas's Consejo Provincial, the Ministerio del Ambiente and the non government organizations, it is possible to save this forest.

CONTENIDOS

RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	6
Objetivos Específicos.....	16
II. METODOLOGIA	17
Área de Estudio	17
Métodos	19
III. RESULTADOS	24
IV. DISCUSIÓN /ANALISIS DE RESULTADOS	26
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES	34
VII. BIBLIOGRAFIA.....	36
TABLAS Y FIGURAS	38

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tablas

Tabla 1. Uso actual del suelo

Tabla 2. Familias y Población de 3 comunidades de Cerro Azul

Tabla 3. Individuos y especies inventariadas en los dos tipos de bosques.

Tabla 4. Presencia y ausencia de especies forestales nativos

Tabla 5. Especies más abundantes del BMI

Tabla 6. Especies más abundantes del BAI

Tabla 7. Especies menores al 0,5% de abundancia relativa en el BMI

Tabla 8. Especies menores al 0,5% de abundancia relativa en el BAI

Tabla 9. Índices de Diversidad en los dos tipos de bosque

Tabla 10. Comparación de especies entre los dos métodos de muestra

Figuras

Figura 1. Solapamiento de especies entre dos tipos de bosque

Figura 2. Toma de datos, identificación, recolección y prensado de las muestras botánicas en las unidades experimentales.

Figura 3. Deforestación en el Cerro Guayancaso. Altitud 3500 m.s.n.m.

Figura 4. Recolección de muestras botánicas en el Bosque de Cerro Azul.

Figura 5. Tarqui *Hedyosmun luteynii* (Familia Cloranthaceae), Sector Escaleras, altitud: 2800 m.s.n.m.

Figura 6. Olivo *Podocarpus oleofolius* (Familia Podocarpaceae), Sector Cerro Negro, altitud: 3500 m.s.n.m.

Figura 7. Pumamaqui *Oreopanax sp.* (Familia Araliácea), Sector el Rosario, altitud: 3000 m.s.n.m.

Figura 8. Palma *Ceroxylon quinduense* Sector Amaliquí, altitud: 2000 m.s.n.m.

Figura 9. Aliso *Alnus acuminata* (Familia Betulácea). Sector Escaleras, altitud: 2800 m.s.n.m.

Figura 10. Helecho arbóreo *Cyathea caracasana* (Familia Cyatheaceae). Sector Corazón de Cerro Azul, altitud 2900 m.s.n.m.

Figura 11. Un tipo de orquídea existente en el Bosque de Cerro Azul.

Figura 12. Microflora en los transectos

I. INTRODUCCION

En toda la región neotropical existe una gran variedad de biomas como la Amazonía, la Región Andina y el Orinoco. (DDA-IC-UICN, 1993). Los Andes se encuentran dentro de la región neotropical, cuya característica principal es la presencia de una serie de hábitats, con climas particulares que han dado lugar a una rica diversificación de plantas y animales (DDA-IC-UICN, 1993).

La cordillera de los Andes es la más larga e ininterrumpida del planeta Tierra y cubre un área de 2 millones de km². El producto del movimiento tectónico de las placas ha dado origen a diferentes y ricos ecosistemas por donde atraviesa.

“La gran amplitud latitudinal y su posición que sirve de barrera a las grandes circulaciones atmosféricas y oceánicas, unidas a la presencia de abruptos cambios de altura, generan, en respuesta a la heterogeneidad climática y edáfica, una elevada diferenciación ecozonal que va desde el bosque húmedo y el desierto en los niveles inferiores hasta la tundra de montaña, nieve y hielo permanentes en el nivel superior”
(DDA-IC-UICN, 1993).

De acuerdo a Kappelle (2001) “La heterogeneidad espacial hace que definir las selvas de montañas sea una tarea difícil, ya que existe criterios no solo biológicos o geográficos: sino, ecológicos y hasta culturales, que complican la existencia de un solo concepto con distintas variantes y muchas singularidades fitogeográficas”.

Según el Convenio de Naciones Unidas sobre Conservación y Uso Sostenible de la Diversidad Biológica, el concepto de biodiversidad es *“la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas”*. El concepto planteado por la Oficina de Valoración de Tecnología de los Estados Unidos, más ampliamente usado por la mayoría de científicos del área de Biología de Conservación, y del que deriva el concepto planteado en el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), este es el primer acuerdo mundial enfocado a la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. El CDB ganó rápidamente una aceptación generalizada y más de 150 gobiernos firmaron el documento en el marco de la Cumbre en Río de Janeiro. Actualmente 191 países lo han ratificado, este convenio conceptualiza de la siguiente manera: *“ la variedad y variabilidad entre organismos vivientes y el complejo ecológico en el cual habitan”*. Uno de los mayores logros del CDB es que aborda a la diversidad biológica desde un enfoque integral, al definirla en sus tres dimensiones: genes, ecosistemas y especies.

Los bosques nublados son complejos de vegetación únicos que se encuentran caracterizados por la presencia de nubes en movimiento. Comparados con los bosques de altitudes más bajas, estos bosques albergan árboles de una altura menor y de troncos más gruesos. Los helechos arborescentes tienen una presencia común en los bosques nublados (Kappelle, 2001).

Rodrigo Sierra propone un sistema de clasificación de la vegetación, que es la más actual y la más específica para el Ecuador, considerando varias características a saber: tipo

fisionómico, climáticas, hídricas, fenológicas, florísticas, topológicas, piso florístico y región natural. De acuerdo a esta clasificación el área de estudio pertenece al Bosque de Neblina Montano, que se caracteriza por que sus árboles están cargados de abundante musgo y la altura del dosel está entre 20 a 25 metros, existen abundantes epífitas, especialmente orquídeas, helechos y bromelias (Sierra et. al., 1999).

El callejón interandino y los flancos exteriores de los Andes, en su gran parte se encontraban cubiertos por bosques nativos. Los flancos exteriores son áreas de elevada humedad atmosférica, su vegetación se caracteriza por la presencia rica de plantas con flores vistosas y epífitas (orquídeas, bromelias, musgos y líquenes) (Kappelle, 2001)

Estos ecosistemas son muy importantes por su gran biodiversidad y constituyen reservas genéticas valiosas. Estos remanentes boscosos son los únicos hábitats disponibles para la fauna autóctona que se reduce igual que la pérdida de la masa boscosa. Además son protectoras de la cuencas hidrográficas, resguardan los suelos agrícolas de la erosión y de su ecosistema dependen muchas poblaciones humanas (DDA-IC-UICN, 1993).

La alta biodiversidad de los bosques naturales de los trópicos no está todavía estudiada e investigada profundamente. Se calcula la existencia de 375.000 especies vegetales. Apenas el 1% de las plantas de los bosques tropicales han sido investigadas para usos medicinales, en donde se puede encontrar plantas para curar enfermedades muy graves como el cáncer; así mismo, existe una amplia posibilidad de encontrar plantas alimenticias (CESA, 1992).

Los bosques de montaña son muy importantes a nivel local, regional y mundial bajo la visión de servicio ambiental. Esto Constituye una fuente de recursos naturales, de

protección y mejoramiento de las cuencas hidrográficas, captación de nubes y la generación de suministros de agua hacia las zonas bajas, la captura de gases atmosféricos y fijación del carbono en la biomasa, refresca la insolación perpendicular, gran diversidad geológicas y morfológicas, diversidad biológicas y especiación, provee insumos de consumo humano y como capital de recurso culturales para el apoyo a las diferentes culturas indígenas (Kappelle, 2001).

La importancia hidrológica que tienen estos bosques es por que generalmente se encuentran ubicados en la cabecera de las corrientes de ríos, convirtiéndose en protectores de las cuencas hidrográficas. La verdadera importancia radica en su capacidad de capturar humedad atmosférica más allá de las precipitaciones normales (Kappelle, 2001).

El bosque húmedo de las vertientes andinas se encuentra en los exteriores de las cuencas interandinas. Este ecosistema es conocido también como bosque nublado alto andino cuya comunidad vegetal a más de las epífitas está integrada por árboles corpulentos.

De acuerdo a Gentry (1992) los bosques montanos andinos están compuestos de distintos grupos de taxones que se traslapan poco con los del bosque tropical de tierras bajas. Los bosques andinos de elevaciones medias (1.500 a 2.500 m) y de elevaciones altas (2.500 a 2.900 m) están compuestos principalmente por una serie de plantas muy diferentes de las de los bosques tropicales premontanos o de tierras bajas.

La familia Lauraceae es la más común y característica de estos bosques con el mayor número de especies, seguida de las familias Melastomatáceae y Rubiáceae. Otras familias importantes en los bosques andinos son Euforbeaceae y Araceae (Kappelle, 2001).

Los bosques andinos, por encima de los 3.000 m, cambian drásticamente su composición florísticas, integrada principalmente por las familias Compositaceae, Lauraceae, Melastomataceae y Myrsinaceae y pocas especies de la familia Rosaceae (Kappelle, 2001).

Las actividades antropogénicas presionaron y degradaron los bosques nativos, creando espacios para actividades agropecuarias. Actualmente en estas zonas se encuentra solamente relictos boscosos, sometidos a una alta presión por el acelerado proceso de colonización y el crecimiento demográfico (Kappelle 2001).

“La tasa de deforestación de los bosques nativos tropicales es de 21.5 Has por segundo, Se estima que estos bosques, a este ritmo de deforestación extremadamente alta, desaparecerán dentro de los próximos 30-80 años, con consecuencias ecológicas y económicas incalculables para la humanidad” (CESA, 1992).

El bosque nativo de la comunidad de Cerro Azul, es un ejemplo de Bosque nublado alto andino. Forma parte de la cuenca del Toachi, que pertenece al sistema fluvial Toachi-Pilatón. El 17 de enero del año 2008, el Presidente de la República, colocó la primera piedra, dando inicio el proceso de construcción, cuyas obras físicas está programado empezar para el primer semestre del 2008, una vez que se emita la licencia ambiental. De acuerdo a los estudios la central contará con una capacidad de generación 228 MW (en dos centrales). La obra costará \$366 millones de dólares. Estará financiada con dinero de un fondo petrolero (Feiseh), tomará cuatro años y la ejecutará Norberto Odebrecht. Este hecho añade una razón más para la protección de los bosques nativos de esta zona, que tiene una importancia estratégica nacional.

En un 1986 se realizó un estudio para determinar el área protegida los Ilinizas. Los autores recomiendan que se declare Bosque y Vegetación Protectores al 55% del área, dejando de lado los espacios de actividad agropecuaria; sin embargo, en la declaración oficial de 1987, cuando se crea la Reserva Ecológica los Ilinizas por parte del ex-INEFAN, no se tomó en cuenta la recomendación de los autores, sino que se declaró Bosque Protector a las 212.000 has., inclusive las zonas que ya tenía mucha presencia humana (Wunder, 1996).

Las comunidades estudiadas están dentro de la Reserva Ecológica los Ilinizas, creada principalmente para proteger la cuenca del Toachi. La presente investigación aporta con información técnica que ayudará a las comunidades y al Estado a tomar decisiones tendientes al manejo sustentable del recurso bosque. Por otro lado, serviría para que las instituciones no gubernamentales que trabajan en el área puedan incluir esta información en sus acciones de apoyo al desarrollo socio-económico sustentable de las familias de la zona.

Los bosques nublados altoandinos, están en permanente presión. Su explotación permite la sobrevivencia de miles de campesinos. Generalmente, las áreas explotadas se convierten en pastizales para la crianza extensiva de animales, en otros caso se convierten en áreas de agricultura.

En el caso del área de la presente investigación, la explotación maderera se inició hace más de cien años atrás, sin embargo, todavía existen un área considerable de bosque nativo, en el que se puede implementar un plan de manejo sostenible de recurso forestal. A más de la justificación ecológica y de importancia para el proyecto Hidroeléctrico Toachi Pilatón, se

justifica su conservación por que de este recursos dependen económicamente las familias campesinas del área.

Siendo la deforestación para el aprovechamiento de la madera, un problema delicado para la diversidad biológica de la zona, por lo tanto la gestión o manejo sustentable una necesidad apremiante, surge la urgencia de revisar los conceptos y métodos cuantitativos que ayuden a entender la situación de la biodiversidad y el planteamiento de opciones de conservación de las especies forestales.

Las definiciones, teóricamente aceptadas por la comunidad internacional, son objeto de muchos debates entre científicos, expertos, estudiosos y otras partes interesadas debido a las connotaciones, sociales y económicas, que imprimen de su enunciado. Hay una escasa homogeneidad en el concepto de biodiversidad empleado por científicos y políticos.

La biodiversidad es un término cuyo significado no se encuentra claramente delimitado, lo cual dificultad la gestión del manejo sustentable de los bosques nativos. En este sentido, Bertomeu (2001) afirma que “el problema más evidente consiste en la falta de una definición operativa de biodiversidad aceptada universalmente que pueda ser incorporada a los modelos de optimización y de toma de decisiones que se plantean en la gestión de masas forestales”.

Los campesinos del área de estudio, inician la tala de los bosques principalmente apeando las especies madereras más apetecidas por el mercado, por lo tanto la planificación de un manejo sustentable se lo debe realizar considerando principalmente las especies arbóreas. Se debe considerar la masa, el diámetro y la altura de los árboles.

De acuerdo a algunos expertos a la hora de abordar el uso múltiple del bosque, la programación matemática y la teoría de la decisión multicriterio son herramientas de gran potencial, capaces de generar modelos de gestión óptimos y produciendo mejoras significativas en los procesos de toma de decisiones, si embargo no se encuentran exentas de dificultades e inconvenientes (Romero, 1993; Tarp & Helles, 1995).

Las técnicas más potentes al implementar un modelo de decisión multicriterio son aquellas que se basan en la programación lineal, que es el método de investigación operativa más empleado en todos los campos de las ciencias de la decisión (Díaz & Prieto, 1999). Este tipo de formulaciones posee una utilidad innegable en la planificación y gestión de los bosques, así como la suficiente flexibilidad para ajustarse a un amplio rango de situaciones.

De acuerdo a Del Pino, J.O., Zamora, R. y Oliet, J.A. del Departamento de Ingeniería Forestal. Universidad de Córdoba., un índice operativo de medición de la biodiversidad para su empleo en modelos matemáticos de decisión multicriterio en la ordenación de bosques debería ser:

- Cuantificable, es decir, su definición debe concretarse en un valor numérico que permita su inclusión en los modelos matemáticos de decisión multicriterio como parámetro, coeficiente o variable de decisión.
- Comparable, de forma que sea posible establecer objetivos del tipo “más del atributo mejor” (maximización), “menos del atributo mejor” (minimización).

- Predecible a partir del natural devenir de los ecosistemas y de los tratamientos selvícolas programados.
- Controlable desde la gestión forestal de los bosque.
- Representativo de la realidad que se pretende medir.
- Georreferenciable, o lo que es lo mismo, con localización espacial.
- Viable, es decir, con un costo de obtención y manejo de los datos, razonable.

La mayor parte de los esfuerzos dedicados al estudio de la biodiversidad se han centrado en la diversidad al nivel de especies, ya que las especies son las entidades biológicas que mejor reflejan distintos aspectos de la biodiversidad, tienen un significado intuitivo y fácilmente entendido, sobre las que existen un mayor número de datos y, en general, se detectan y cuantifican con relativa facilidad.

Los niveles de diversidad suelen separarse en sus componentes *alfa*, *beta* y *gamma* (Terradas, 2001) es del trabajo de Whittaker (1972; citado en Moreno, 2001):

La diversidad *alfa* es la diversidad de una comunidad particular considerada homogénea y es la que posee más índices y métodos de medición desarrollados. Se suele distinguir entre los métodos que miden el número de especies existentes (riqueza específica) y los que

miden la abundancia relativa de los individuos de cada especie (estructura). (Moreno, 2001).

La diversidad *beta* considera la tasa o grado de cambio en la composición de especies entre diferentes comunidades en una región, es decir que considera el número de especies a nivel regional. Por tanto, su medición se basa en proporciones o diferencias. Existen índices de similitud, de disimilitud o distancia, de reemplazo de especies y de complementariedad (Ruiz, 2003)

Por último, la diversidad *gamma* representa la heterogeneidad del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta. Moreno (2001) comenta dos formas de medición de la diversidad gamma: a) $\text{Gamma} = \text{diversidad alfa promedio} \times \text{diversidad beta} \times \text{dimensión de la muestra}$ (Schluter & Ricklefs, 1993; citado en Moreno, 2001). b) $\text{Gamma} = \text{diversidad alfa promedio} + \text{diversidad beta}$ (Lande, 1996; citado en Moreno, 2001).

Estas medidas de diversidad al nivel de especies deberían complementarse con medidas de la diversidad filogenética (Moreno, 2001), es decir, habría que considerar además las diferencias evolutivas entre las especies.

La diversidad al nivel de comunidades permite tener en cuenta no sólo a las especies, sino que también se consideran los procesos y los hábitats. Este nivel de biodiversidad se suele analizar mediante técnicas procedentes de la ecología del paisaje, la mayoría de ellas basadas en la teoría de la información. Al igual que en la diversidad *alfa* de especies, se

puede hablar de riqueza de comunidades en un paisaje o de la estructura o proporción de cada comunidad dentro de un paisaje, por lo que podrían usarse índices como el de Shannon.

Objetivo General

Caracterizar el recurso bosque de tres comunidades de Cerro Azul con el propósito de suministrar información que pueda ser aplicada en estrategias de conservación.

Objetivos Específicos

1. Elaborar un inventario de las especies maderables del bosque de Cerro Azul, en dos tipos de bosques; medianamente intervenidos (BMI) y altamente intervenidos (BAI).
2. Determinar la diversidad biológica de especies maderables, o denominada la **riqueza de especies**, en cada uno de los tipos de bosques.
3. Determinar la diversidad ecológica o **diversidad comunitaria** entro los dos tipos de bosque.
4. Comparar la validez del método de muestreo más adecuado para este tipo de bosques.

II. METODOLOGIA

Área de Estudio

El bosque de Cerro Azul se localiza en la parte Noroccidental de la provincia de Cotopaxi, en la Parroquia La Matriz del Cantón Sigchos, en las estribaciones de la cordillera occidental, dentro del Área Protegida Los Ilinizas y corresponde al margen derecho de la cuenca alta del río Toachi, aproximadamente a 75 Km. al nor occidente de la ciudad de Latacunga. Las principales organizaciones comunitarias que se encuentran en su interior son: San Antonio de Cerro Azul, Las Parcelas del Alisal y Cooperativa Corazón de Cerro Azul

Geográficamente, la zona se encuentra entre las siguientes coordenadas: 78°47' hasta 78°53' de Longitud Oeste y 00°35' hasta 01°38' de Latitud Sur. Altitudinalmente el área se ubica entre los 2600 a 3700 m.s.n.m, caracterizada por presentar relieves montañosos con desniveles abruptos y pequeñas planicies aptas para el aprovechamiento agropecuario. Administrativamente ocupa espacios que corresponden a la parroquia de Sigchos, en el cantón del mismo nombre.

En la zona se pueden identificar dos tipos de bosque; a) Bosque Muy Intervenido con 1400 Has (BMI) aproximadamente y b) Bosque Medianamente Intervenido (BMI), con una extensión total de 4.700 hectáreas de la cuales aproximadamente 2.550 Has están cubiertas por bosque nativo, 110 has de cultivos, 1.420 has de pasto y 620 has de matorral (Tabla 1).

De acuerdo al sistema de clasificación de Holdridge, este ecosistema se encuentra dentro de la categoría de Bosque Húmedo Montano Bajo (b.h.MB) y Bosque Muy húmedo Montana Bajo (b.m.h.MB).

Es necesario notar que, hasta ahora se carece de un sistema de clasificación forestal tropical que tenga una aceptación general, Lamprecht (1990) usa el término bosque nublado aduciendo que no existe una nomenclatura general.

En el caso específico del área de estudio, tomaremos la clasificación de vegetación que hace Rodrigo Sierra por ser la más actual y la más específica para el Ecuador. Desde este punto de vista estos bosques corresponden a Bosque de Neblina Montano.

La temperatura promedio anual es de 12 °C a 18 °C y la precipitación anual promedio es de 1.500 mm (CESA, 1998).

El relieve nos presenta una topografía quebrada, rodeada por cordilleras terminadas en cresta que dan origen a peñascos de alta delezabilidad, con suelos negros andinos propensos a procesos erosivos tanto hídricos como eólicos.

La población está constituida por 141 familias y 846 habitantes; con un promedio de 6 personas por familia (Tabla 2). Entre las estadísticas se puede recalcar que el 8.8% de los hombres y el 16.1% de las mujeres son analfabetas; el 38% de hombres y 32.5% de mujeres han terminado la instrucción primaria; el 3.3 % de los hombres y el 3% de mujeres han terminado la secundaria y 0.1% de los hombres y 0.001% de mujeres tienen educación superior (UNOCANC, 2000).

En las comunidades de la Cooperativa de Cerro Azul, Corazón de Cerro Azul, la principal actividad económica es el aprovechamiento del bosque natural a través de la extracción de la madera y un mínimo uso de productos no maderables del bosque, la tendencia es la instalación de potreros y la transformación en zona ganadera, cabe indicar que la actividad agrícola en esta zona es mínima y no alcanza a cubrir niveles de autoconsumo (PAFOREST, Informe 2000).

La población que vive en esta zona hace una presión inmisericorde al recurso forestal, lo que le ha llevado a tener altos niveles de conflicto con el Ministerio del Ambiente (MAE) quienes son los encargados de controlar las actividades de aprovechamiento de los bosques naturales.

El acceso es a través de caminos vecinales de tercer orden, hasta el inicio de los terrenos de las comunidades y hacia el interior de las fincas se lo hace por caminos de herradura.

Métodos

Para efectos de estudio e investigación, Lamprecht (1990) plantea que los muestreos deben responder necesariamente a la cuestión del área mínima representativa. De acuerdo a la experiencia desarrollada en Venezuela, para los bosques nublados, se recomienda tomar como unidad experimental cuadrantes de 5.000m² como área mínima necesaria e inventariar la totalidad de los árboles con un DAP igual o mayor a 10 cm.

De acuerdo a la propuesta de Cain y Olivera Castro se deduce que se ha obtenido el área mínima, cuando una ampliación de un 10%, produce un incremento en especies menor al 10% (Lamprecht, 1990).

La idea fue muestrear un total de 8 hectáreas en cuadrantes de una hectárea cada una y 8 mil metros cuadrados en 8 transectos en las mismas altitudes, para cubrir homogéneamente la muestra.

1. Recolección de la información

Cuadrantes

Durante los años 2002 al 2004, se inventariaron los árboles maderables en el Bosque Nativo Nublado de Cerro Azul utilizando el siguiente procedimiento:

- a. Para la delimitación del área se usó el mapa cartográfico de Instituto Geográfico Militar. Una vez adquirido el mapa cartográfico, con la ayuda de los campesinos de la localidad, se procedió a determinar los límites del bosque de propiedad de las tres comunidades. Con este mismo grupo se delimitó en el mapa dos tipos de bosque a investigar; I) bosque medianamente intervenido y II) bosque altamente intervenido.
- b. Se procedió al reconocimiento del área mediante un recorrido de dos días entre técnicos y campesinos de la localidad. Para el recorrido se organizó una brigada conformada por campesinos que voluntariamente accedieron a formar parte de la brigada en la que incluyeron los dirigentes de las 3 comunidades; además técnicos

externos y técnicos locales del proyecto “Ecodesarrollo Cerro Azul” y el proponente de esta investigación. El recorrido facilitó el reconocimiento del bosque más intervenido y del bosque poco intervenido; así también, como definir los transectos que en lo posterior serían usados para el levantamiento de la información.

Se establecieron 8 cuadrantes; 4 en el bosque medianamente intervenido y 4 en el bosque altamente intervenido, cada cuadrante con una dimensión de 1 Ha (100m x 100m).- Una vez hecho el reconocimiento físico del área ya se pudo determinar los sitios aproximados para la establecimiento de los 8 cuadrantes. Tomando como referente el sendero existente que cruza por todo el bosque, el primer cuadrante se estableció a 10 minutos del borde l y 50 metros al interior del bosque. Los siguientes cuadrantes se establecieron, luego de 30 minutos de distancia del inmediato anterior. Para establecer el cuadrante, ingresamos al bosque y se lanzó una estaca, el sitio de caída de la estaca constituyó el punto referencia desde el cual, con el uso de la brújula, se tomó la dirección hacia el norte y hacia el oriente, para completar el cuadrante que se delimitó con una piola roja sujetas a los banderines clavados en cada esquina.

- c. Cada parcela se dividió en 4 sub cuadrantes para facilitar la toma los datos.
- d. Con el apoyo del personal comunal y las herramientas necesarias (Clinómetro, brújula, piola, banderines, machetes, pintura roja y cintas plásticas), tomamos los datos y los registramos en los formularios previamente elaborados. Primero en el área del bosque altamente intervenido y luego al área de bosque medianamente intervenido.

Se registraron todas las plantas forestales maderables con un DAP mayor a 10 cm, con los siguientes datos: especie, DAP, tamaño de madera comercial y la calidad del fuste. Marcación de los árboles registrados.- Los árboles inventariados fueron marcados con una cinta roja, a fin de no replicar la información y dejar la posibilidad de tomar nuevos datos, en los próximos años, para conocer la dinámica del bosque.

Establecimiento de Transectos

Con el fin de comparar la mejor técnica de recopilación de información para inventariar especies forestales en este tipo de bosques, se realizó un muestreo en base al establecimiento de transectos, bajo el siguiente procedimiento.

- a. Los transectos se establecieron en lugares diferentes a los cuadrantes, a una distancia aproximada de 100 metros, con el propósito de reducir diferencias del bosque por microclimas o microhábitas.
- b. Una vez que se obtuvo el punto de partida, con la ayuda de la brújula, se tomó la dirección norte y se trazó 8 transectos de 50 m por 2 m de ancho. Para la colección de datos se usó el mismo procedimiento que con los cuadrantes.

2. Análisis de la información

Se organizó un cuadro con las especies y el número de especies encontradas en cada cuadrante en los dos tipos de bosque, para obtener la abundancia absoluta y su comparación porcentual entre los dos tipos de bosque. Se procedió al cálculo de la

abundancia relativa para encontrar las especies con mayor peso porcentual, y al mismo tiempo identificar las especies con menos de 0,5% de abundancia. Así mismo se clasificaron a las especies maderables más apetecidas en el mercado, para observar si se encuentran en los dos tipos de bosques. Se usó la frecuencia relativa para conocer la presencia y ausencia de especies en los dos tipos de bosques.

Los indicadores de diversidad usados en este estudio fueron; a) abundancia, b) gráficos de solapamiento de especies, y c) índices de diversidad alfa. No se usó los índices de diversidad beta, por que esta se relaciona a espacios regionales más amplios.

La diversidad alfa se midió a través de índices de uniformidad, la riqueza específica o S, el índice de diversidad de Shannon (H), índice de diversidad de Margalef (DMg), índice de Simpson ($1-\lambda$) e índice de Berger Parker (H).

Para determinar cual de los métodos de toma de datos es mejor, se procedió a comparar qué especies se registraron en la muestras en base a cuadrantes y qué especies en los transectos. La comparación se lo realizó mediante uniformidad, es decir el número de individuos por especies y por muestra. Ej.

	Especie 1	Especie 2	Especie 3	Especie 4	Especie n
Muestra A	4	4	4	4	3
Muestra B	9	1	1	1	1

A mayor uniformidad de la muestra hay más diversidad (Pérez & López, 1993).

III. RESULTADOS

Inventario de las especies maderables.

En los 8 cuadrantes (unidades experimentales) se registraron un total de 2.992 individuos, de los cuales 1.521 (50.8%) corresponde al bosque medianamente intervenido y 1.471 (49.2%) corresponde al bosque altamente intervenido. (Tabla 3).

En el bosque de Cerro Azul, se identificó un total de 58 especies maderable; 37 en el BMI y 52 en el BAI (Tabla N.4).

Diversidad Biológica.

Cinco especies del bosque medianamente intervenido (BMI) concentran el 62,79% de individuos; estos son; *Weinmania pinnata* (Moral o Colorado) 17,62%, *Sauravia tomentosa* (Catón) 1,40%, *Cyathea caracasana* (Helecho) 11,51%, *Hedyosmun acabrum* (Tarqui) 10,595, *Casearia sp* (Palo blanco) 8,86%. Mientras que las especies menos abundantes, con un individuo por especie son 3; *Senecio sp* (Cahuasaqui), *Aegyphylla alba* (Chilco) y *Ceroxylon quinduense* (Palma) (Tabla N.5)

Cinco especies del bosque altamente intervenido (BAI) suma el 50,95% de abundancia relativa, así: *Hedyosmun luteynii* (Guayusa) 12,58%, *Sauravia tomentosa* (Catón) 11,35%, *Miconia crocea* (Colca) 10,13%, *Weinmania pinnata* (Moral o colorado) 9,18%, y *Hedyosmun acabrum* (Tarqui) 7,41%. (Tabla 6). Las especies con un solo individuo

Brunellia af inermes (Laurelillo), *Gynoxys acostae* (Incienso), *Cinchona pubescens* (Cascarilla), *Eleocarpus americanus* (Balsa), *Ocotea amottiana* (Canelo pacchi), *Cedrela rosei* (Cedro), *Toemenfortia fuliginosa* (Fato blanco) y *Palicourea sp* (Naranja), representan solamente el 0,5%,

El grupo de especies que no superan el 0,5% de abundancia, en relación al total de individuos del bosque medidamente intervenidos son 17, (Tabla N. 7), mientras que 27 especies del bosque altamente intervenidos no superan el 0,5% de abundancia en relación al total de individuos de este tipo de bosque (Tabla N.8). Las especies *Alnus aumenta* (Aliso) y *Podocarpus oleofolius* (Olivo) se registraron solamente en el bosque medianamente intervenido.

Diversidad comunitaria.

Solapamiento.- Del total de las especies entre los dos tipos de bosques, el mayor número es especies, 31, que representa el 53,4%, son comunes para los dos tipos de bosques. En el bosque medianamente intervenido encontramos 6 especies únicas que representa el 10,3% y en el bosque altamente intervenido encontramos 21 especie únicas, es decir, el 36,20%. (Figura 1)

El índice de uniformidad del BMI es de 0,7706, mientras que en el BAI es de 0,7485. El índice de Margalef da un valor de 4,9132 para el bosque medianamente intervenido y 6,9923 para el bosque altamente intervenido. El índice de Shannon es 2,7027 para el bosque medianamente intervenido y 3,0448 para el bosque altamente intervenido.

Finalmente que el índice de Simpson es de 0,0943 para el BMI y 0,0678 para el BAI (Tabla N. 9).

Validez del método.

En los transectos se registró un total de 26 especies, a diferencia de los cuadrantes con un total de 58 especies; es decir que, 27 especies que se registra en los cuadrantes no se registró en los transectos. De las mismas especies registradas en los transectos 5 no se encuentran registradas en los cuadrantes (Tabla N, 10)

El transecto registra un índice de uniformidad de 0,9318, mientras que los cuadrantes registran 0,7399.

IV. DISCUSIÓN /ANÁLISIS DE RESULTADOS

Inventario de las especies maderables.

El bosque medianamente intervenido contiene un valor absoluto mayor al del bosque altamente intervenido. Se puede entender esto, ya que, en el BMI se encuentran especies maderables que no han sido apeados todavía, mientras que en los altamente intervenidos encontramos especies arbustivas con un DAP menores a 10 cm. Aspecto que se aclarará más con el análisis de los índices de diversidad más adelante.

Diversidad biológica.

En el bosque de Cerro Azul se identificaron un total de 58 especies maderable; 37 en el BMI y 52 en el BAI. Al comparar con el estudio realizado por PROBONA (1997), en el Bosque de Maquipucuna al noroccidente de la provincia de Pichincha vemos que el Bosque de Cerro Azul es más diverso. El bosque de Maquipucuna que se encuentra en bosque nublado occidental, tiene un total, de 38 especies. (PROBONA, 1997).

El promedio más alto de la abundancia absoluta por especie en el Bosque Medianamente Intervenido y una menor abundancia absoluta por especie en el Bosque Altamente Intervenido, demuestra que la intensidad de intervención en el bosque, producen alteraciones que a simple vista no son notables; ya que, fisiográficamente estos dos tipos de bosques parecen similares.

Si realizamos una comparación entre los dos tipos de bosques en Cerro Azul, los datos corroborados con los índices de diversidad aplicados más adelante, nos da pautas para afirmar que en el BMI y el BAI son diferentes por la presencia o ausencia de la especies maderables, fundamentalmente de aquellas especies que son muy apetecidas por la calidad y precio de la madera. En el BMI las especies maderables como el Moral, Colorado, Catón y Helecho Arbóreo no han sido apeadas para aprovechamiento de la madera, en términos absolutos estos suman el 63% de los individuos de este tipo de bosque. Al comparar con el BAI, las especies de menos importancia comercial ocupan las 5 especies más abundantes; Guayusa, Catón, Colca y Moral, a este grupo corresponde el 50% de las especies mencionadas, este es un indicador importante del grado de presión que han sufrido los bosques. La presencia de un mayor número de especies en los cuadrantes del BAI,

confirma el grado de intervención que ha tenido este bosque, ya que las especies presentes en el BAI son pioneras dentro del grupo de plantas maderables nativas.

Es necesario recalcar que el Aliso y el Olivo solamente se encontraron en el BMI, esto es entendible por que se observó durante la toma de datos que la regeneración natural de estas especies en el BAI son demasiado pequeñas, es decir con un DAP inferior a 10 cm., por lo que no fue registrado. En el caso del Aliso la situación no es preocupante ya que esta especie es posible reproducir en el vivero, se fija en el suelo con facilidad y es de crecimiento rápido, por lo tanto no está en peligro de extinción. No así en el caso del Olivo, que es de difícil reproducción en vivero, no se prende fácilmente y su crecimiento es demasiado lento hasta alcanzar el tamaño para ser aprovechado.

Como se puede confirmar con este análisis, la intensidad de la tala del bosque nativo se refleja, en este caso, en que una mayor intensidad en la tala del bosque, produjo la reducción del número de árboles por especie, lo que llevó al crecimiento del número de especies con menor número de individuos (1 y 2 ejemplares registrados por cada especie). Las consecuencias pueden ser graves; en tanto que, la reducción del número de individuos limita su capacidad de reproducción (viabilidad genética), poniendo en peligro la existencia de dichas especies y de otras especies que dependen de ellas como parte de la cadena trófica y especies simbióticas.

Por otro lado, cabe señalar que la explotación del bosque no ha arrasado con las especies maderables (como lo demuestra la frecuencia de las especies maderables en los dos tipos de bosque), esto puede ser a que los comuneros fueron accediendo permanentemente a nuevos espacios de bosque explotable de propiedad del Estado (Reserva Ecológica los

Ilinizas) concedidos por el INEFAN, en su momento. Así, el bosque no se ha convertido una zona agrícola o de crianza de ganado vacuno, como sucedió en la Comuna San Antonio de Cerro Azul, en donde aproximadamente el 70%, del área está dedicada a pastos para la ganadería extensiva, cultivos y matorrales.

En este momento queda muy poco territorio de bosque autóctono de propiedad de la Reserva, y ha crecido la presión para acceder a la tala, pues existe un trámite ante el Ministerio del Ambiente para obtener el permiso de explotación a favor de los campesinos del lugar. Esto desde el punto de vista ecológico es preocupante, pero es entendible desde la realidad campesina; por que, sus ingresos responden especialmente a la actividad de la explotación maderera.

La densidad poblacional se manifiesta ligeramente diferente en estos dos tipos de bosque; 380 árboles por hectárea en el BMI y 368 árboles por hectárea en el BAI, si consideráramos solo esta variable nos podría llevar a afirmar de manera equivocada que los bosques objetos de estudio son similares. Pero esto no es así, son aproximadamente similares en cuanto al número de individuos por hectárea, pero son deferentes en cuanto a su biodiversidad reflejada en la frecuencia y abundancia de las especies existente en el área, como veremos más adelante.

Diversidad comunitaria

Los índices de similitud aplicados en los dos tipos de bosques nos llevan a pensar que los dos tipos de bosques son bastante similares, por que existe una diferencia insignificante de 0.022 en el índice de uniformidad. La diferencia se ve más clara al aplicar los índices de

diversidad de Margalef y de Shannon. Por lo que queda confirmada que el BAI es más diverso que el BMI, esto es explicable con la información explicada anteriormente, en donde se constata que el BMI tiene un número menor de especies y un número mayor de individuos, mientras que el BAI tiene un número mayor de especies y un número menor de individuos. En el BMI se encuentran árboles maderables locales y en el BAI la presencia mayoritaria es de plantas pioneras dentro del crecimiento sucesional del bosque. En relación al índice de Simpson, los datos indican que el BMI es más diverso, esto se entiende por que este índice le resta importancia a las especies con baja abundancia, en todo caso incluso éste índice confirma la diferencia entre los dos tipos de bosques.

En suma los dos tipos de bosques son diferentes en a la biodiversidad y estructura forestal de especies maderables, confirmando así que la tala del bosque provoca mucha perturbación en el bosque. Este tipo de bosques son muy importantes en la conservación ya que de ella depende una amplia variedad de especies de epífitas, trepadoras, yerbas, arbustos, entre otras.

Validez del método

La única forma de comparar fue la aplicación del índice de uniformidad, ya que el tamaño total de la muestra es ampliamente diferente entre el transecto (8.000 m²) y los cuadrantes (80.000 m²). De los datos demuestran que el transecto determina un índice de uniformidad de 0,9318, mientras que los cuadrantes 0,7399, lo que se debería interpretar que el transecto demuestra mayor diversidad. Siguiendo esta lógica se podría decir que el transecto recogió un mayor número de especies en relación a la uniformidad de del número de

individuos en dada muestra. Sin embargo, esto es solamente una aproximación, de la que no se puede concluir.

V. CONCLUSIONES

La intervención en los bosques mediante la tala de árboles maderables exclusivamente, altera su diversidad. Reducción el número las especies maderables y se incrementa el número de especies pioneras y arbustivas, se incrementa la diversidad con especies de menor valor comercial. Inclusive se podría afirmar que pueden llevar a la extinción de las especies de mayor valor comercial, en este caso el Olivo, Arrayán y el Cedro.

El Bosque nublado altoandino de Cerro Azul tiene un valor estratégico, está ubicado en la rivera de la cuenca que alimenta de agua para el proyecto hidroeléctrico Toachi – Pilatón; además, el bosque es la principal fuente de ingresos para las familias de la zona

La intensidad de la intervención mediante la explotación maderera, cambia la estructura biológica del bosque, disminuye la probabilidad de encontrarlas las especies forestales maderables más cotizadas en el mercado por su precio y la calidad de la madera, como el arrayán por ejemplo, las que son explotadas en el primer momento de acceso al bosque, de ahí la diferencia entre el BMI y el BAI.

En el caso del Bosque de Cerro Azul, mientras exista las posibilidades de acceso permanente y exista madera explotable en el Bosque Protegido de propiedad del Estado, el bosque secundario de propiedad privada de los comuneros se mantendrá en pie, cuando

cambie esta situación, el bosque tiene una amplia probabilidad de desaparecer, para convertirlos en zonas de ganadería extensiva.

La intensidad de la tala del bosque cambia su dinámica. El BAI tiene un número mayor de especies con pocos individuos, lo contrario, el BMI tienen pocas especies con mayor número de individuos.

En relación a los métodos usados, no se puede concluir sobre el método más eficiente aplicable con fines de manejo sustentables partiendo del inventario forestal, en este caso, para su comparación entre estos dos métodos, se debe considerar inicialmente el área mínima *in situ*, la relación proporcional del área de muestra, especialmente. Aparentemente el transecto recoge más especies que los cuadrantes.

VI. RECOMENDACIONES

1. Establecer un programa integral bajo el concepto de “manejo sustentable de cuenca hidrográfica que integre componentes como: manejo sustentable del bosque nativo, **alternativas productivas**, capacitación ambiental, forestación y reforestación con plantas nativas, programas de investigación de plantas forestales maderables promisorias, entre otras.
2. Se debe consensuar el rol y participación de los diferentes actores encabezado por los pobladores de la localidad, apoyados por el Consejo Provincial de Pichincha, de Cotopaxi, La Alcaldía de Sigchos, el Ministerio del Ambiente, las organizaciones no gubernamentales ambientales y de desarrollo rural.
3. Establecer un plan de manejo sustentable del bosque nativo, que contemple la reforestación y recuperación de especies importantes como el Arrayán, el Laurel, entre otros, que están a punto de desaparecer.
4. Realizar estudios sobre la dinámica de los bosques para determinar la potencialidad de regeneración natural, capacidad de competencia, sucesión natural y reacción positiva a las intervenciones silviculturales, que permita entender cómo se puede conservar el bosque sin que deje de ser productivo económicamente

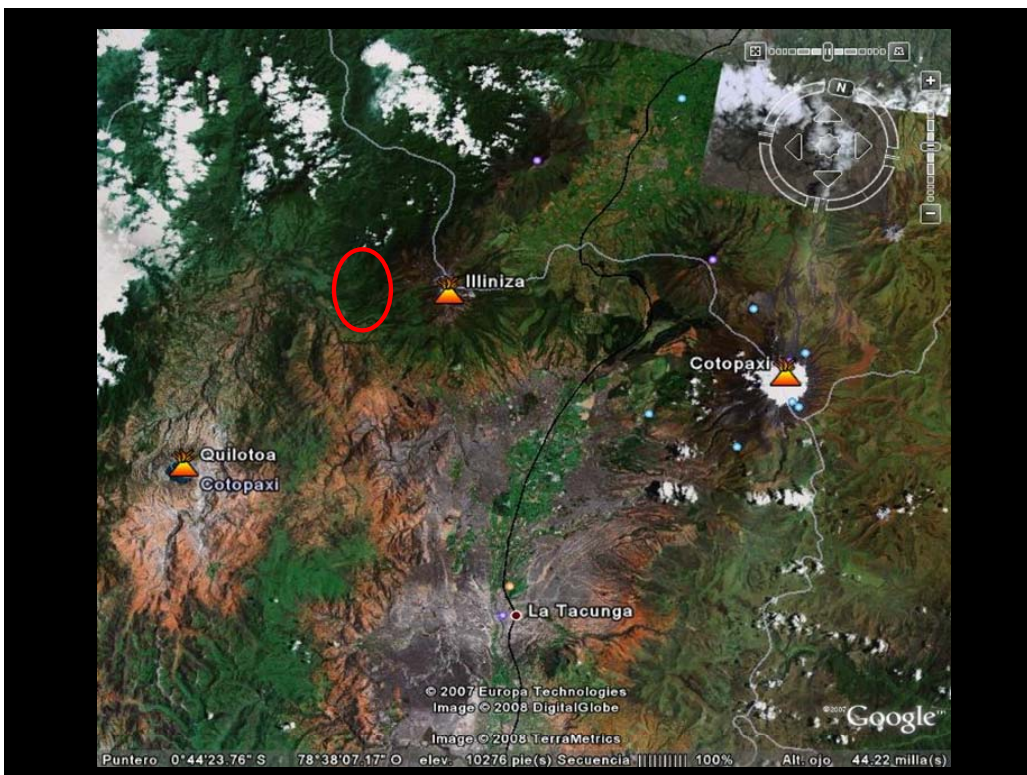
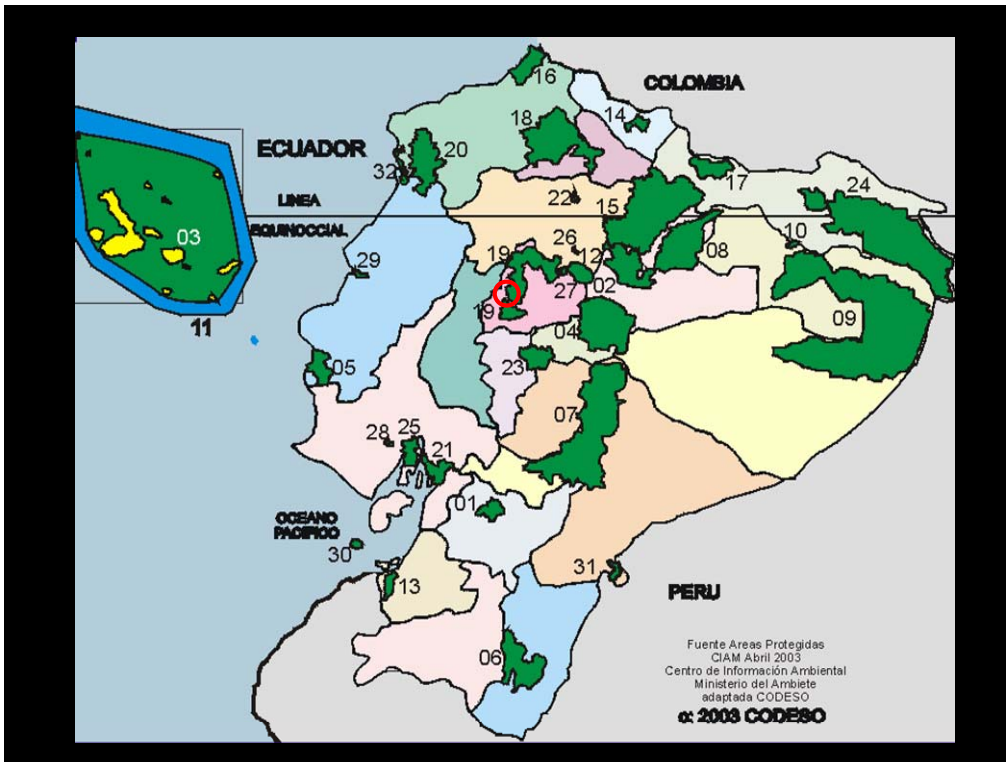
5. Que el Ministerio del Ambiente, por medio de su delegación provincial no solo se dedique al cobro de multas y tasas por la madera explotada, sino en propiciar propuestas de desarrollo sostenible reduciendo el impacto sobre el bosque, en cuanto no son solamente bosques, sino que es un área protegida.
6. El Consejo Provincial de Pichincha y la empresa que adjudicataria del proyecto hidroeléctrico Toachi-Pilatón, debe invertir de manera sostenida en el manejo de la cuenca, antes de la implementación, durante la ejecución y vida del proyecto hidroeléctrico, para evitar procesos de sedimentación del embalse, prolongar la vida útil de la maquinaria y reducir los gastos de mantenimiento.
7. Una aplicación más sistemática de los dos métodos, considerando todos los aspectos necesario, a fin de que efectivamente pueda ser comparada.

VII. BIBLIOGRAFIA

- CESA. 1992. El deterioro de los bosques naturales del callejón interandino del Ecuador. Quito, Ecuador.
- CESA. 1992. El deterioro de los bosques naturales del callejón interandino del Ecuador. Quito, Ecuador. /Ecu. SD, 165. DA, 1992. C 4
- CESA. 1991. Especies Forestales Nativas En los Andes del Ecuador. Resultados preliminares de algunas experiencias. Quito Ecuador.
- CESA. 1991. Investigación con especies forestales nativas en el Ecuador. Quito, Ecuador.
- DDA, Intercooperación y UICN. 1993. Bosques Nativos Andinos y sus Comunidades. Caracterización e identificación de la problemática en Ecuador. Quito, Ecuador.
- Desarrollo Forestal Participativo. 1992. El verdor de los Andes. Quito, Ecuador.
- Fundación Maquipucuna/PROBONA. 1997. Diagnóstico Socio – Ambiental Bosque Protector de la Cuenca Alta del río Guayllabamba y Reserva Maquipucuna. No publicado. Quito.
- Lamprecht, Hans. 1990. Silvicultura en los Trópicos. GTZ. Republica Federal Alemana.
- Odum, P & Fausto S. 1998. ECOLOGIA El puente entre la ciencia y la sociedad. McGRAWN GILL. México.
- PAFOREST. 2000, Informe de actividades, inédito
- Sierra Rodrigo, 1999. Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Ecociencia. Quito, Ecuador.
- Unión de Organizaciones Campesinas del Norte de Cotopaxi. 2000. Plan estratégico de la UNOCANC. Inédito.
- Wunder, Even. 1996. Los caminos de la Madera. DDA, Intercooperación, UICN. Quito, Ecuador.

ANEXOS

MAPA DE LOCALIZACION



TABLAS Y FIGURAS

Tabla N. 1

Uso actual del suelo.

N	Comunidades	Cultivos	Pastos	Bosque Natural	matorral	Total
1	San Antonio de Cerro Azul	40	900	540	320	1.800
2	Parcelas del Alisal	60	480	480	180	1.200
3	Corazón de Cerro azul	10	40	1530	120	1.700
TOTAL		110	1.420	2.550	620	4.700

Tabla N. 2

Familias y Población de 3 comunidades de Cerro Azul

N	Comunidades	Familias	Población
1	Las Parcelas del Alisal	42	351
2	Cooperativa Corazón de Cerro azul	25	119
3	San Antonio de Cerro Azul	74	376
TOTAL		141	846

Tabla N. 3

Individuos y especies inventariadas en los dos tipos de bosque en cerro Azul

N.	Nombre común	Nombre científico	Familia	N. BMI	N. BAI
1	Moral (colorado)	Weinmania pinnata	Cununiaceae	268	135
2	Catón	Sauravia tomentosa	Atinidaceae	219	167
3	Tarqui	Hedyosmun acabrum	Chloranthaceae	161	109
4	Helecho	Cyathea caracasana	Cyatheaceae	175	91
5	Colca	Miconia crocea	Melastomataceae	83	149
6	Palo blanco	Casearia sp	Flacourtiaceae	132	75
7	Guayusa	Hedyosmun luteynii	Chloranthaceae	0	189
8	Medroño	Cupania sp	Sapindaceae	86	76
9	Cuchicara	Cristoniopsis sp.	Asterácea	42	39
10	Caglán	Vocconia intergrifolia	Papaberaceae	3	63
11	Mayo	Brownea herthae	Caesalpinaceae	48	18
12	Guabo	Casaria pintuba eslerumer	Flacourtiaceae	47	18
13	Manzano	Esperomeles sp	Rosaceae	38	19
14	Arrayán	Eugenia valvata	Myrtaceae	20	29
15	Malva	Dendropana sp	Malvaceae	31	17
16	Palo negro	Styloceras buxifoliun	Buxaceae	33	14
17	Canelo	Ocotea sp.	Lauraceae	11	29
18	Pumamaqui	Oreopanax sp.	Araliaceas	2	36
19	Palo verde	Cavendishia sp.	Ericaceae	6	25
20	Aguacatillo	Persea sp.	Lauraceae	15	12
21	Motilon	Hieronyma alchormeoides	Euphorbiaceae	0	27
22	Chilco	Aegyphylla alba	Verbenaceae	1	20
23	Aliso	Alnus acuminata	Betulaceae	20	0
24	Cashacara	Barnadesia spinosa	Asteraceae	14	3
25	Laurelillo	Brunellia af inermis	Brunelliaceae	15	1
26	Símil	Hilex sp.	Quifoliaceae	0	16
27	Cauchin	Sapium atylare	Euphorbiaceae	3	10
28	Cedrillo	Brunelia sp	Bruneliceae	9	2
29	Guabillo	Prunus guantensis	Rosaceae	0	11
30	Lápiz	Solanun sp.	Solanaceae	6	5
31	Cacho de venado	Halenia weddeliana	Aquifoliaceae	7	3
32	Matapalo	Clusia dixonnii	Clusiaceae	4	6
33	Laurel serrano	Myrica pubescens	Myricaceae	3	5
34	Chino	Berberis conferta	Berberidaceae	0	7
35	Logma	Ocotea inflavioleta	Lauraceae	0	6
36	Putsufato	Toumefortia fuliginosa	Boragináceae	3	3
37	Huila	Monnina sp.	Polygalaceae	0	5
38	Peladera	Polyleis reticulata	Rosaseae	0	5
39	Porotillo	Erytrina edulis	Fat-boideae	5	0
40	Incienso	Gynoxys acostae	Asteraceae	3	1
41	Soplador	Solanum sp.	Solanaceae	0	4
42	Cascarilla	Cinchona pubescens	Rubiaceae	2	1
43	Caucho	Evea sp	Euphorbiaceae	0	3
44	Canelo jigua	Nectandra sp.	Lauraceae	0	2
45	Cedazo	Hedyosmun sp.	Chloranthaceae	2	0
46	Mango	Grias sp	Lecytidaceae	0	2
47	Olivo	Podocarpus oleofolius	Podocarpaceae	2	0

48	Ortiguilla	Plymnia arborea	Asteraceae	0	2	
49	Sande	Brosimum utile	Moraceae	0	2	
50	Sauco	Sambucus nigri	Caprifoliaceae	0	2	
51	Yanapanga	Toumefortia ramosissima	Boraginaceae	0	2	
52	Balsa	Eleocarpus americanus	Bombacaceae	0	1	
53	Cahuasaquiro	Senecio sp	Asteraceae	1	0	
54	Canelo pacchi	Ocotea amottiana	Lauraceae	0	1	
55	Cedro	Cedrela rosei	Meliaceae	0	1	
56	Fato blanco	Toemenfortia fuliginosa	Boraginaceae	0	1	
57	Naranjo	Palicourea sp	Rubiaceae	0	1	
58	Palma	Ceroxylon quinduense	Palmaeae	1	0	
				N	1.521	1.471
				%	50,84	49,16
				∑ n.	2.992	

Fuente: Base de datos del inventario de la zona.

BMI = Bosque medianamente intervenido

BMA = Bosque altamente intervenido

Tabla N. 4

Número, presencia y ausencia de especies forestales nativos en los dos tipos de bosques, que usan los moradores de las 3 comunidades de Cerro Azul.

N	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia	BMI	BAI
1	Aguacatillo	<i>Persea mutissi</i>	Lauraceae	1	1
2	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae	1	0
3	Arrayán	<i>Eugenia valvata</i>	Myrthaceae	1	1
4	Balsa	<i>Eleocarpus americanus</i>	Bombacaceae	0	1
5	Cacho de venado	<i>Hilex sp.</i>	Aquifoliaceae	1	1
6	Caglán	<i>Vocconia intergrifolia</i>	Papaberaceae	1	1
7	Cahuasaquiro	<i>Senecio sp</i>	Asteraceae	1	0
8	Canelo	<i>Ocotea sp.</i>	Lauraceae	1	1
9	Canelo jigua	<i>Nectandra sp.</i>	Lauraceae	0	1
10	Canelo pacchi	<i>Ocotea amottiana</i>	Lauraceae	0	1
11	Cashacara	<i>Barnadesia spinosa</i>	Asteraceae	1	1
12	Cascarilla	<i>Cinchona pubescens</i>	Rubiaceae	1	1
13	Catón	<i>Sauravia tomentosa</i>	Atinidaceae	1	1
14	Cauchin	<i>Sapium atylare</i>	Euphorbiaceae	1	1
15	Caucho	<i>Evea sp</i>	Euphorbiaceae	0	1
16	Cedazo	<i>Hedyosmum sp.</i>	Chloranthaceae	1	0
17	Cedrillo	<i>Brunelia sp</i>	Bruneliaceae	1	1
18	Cedro	<i>Cedrela rosei</i>	Meliaceae	0	1
19	Chilco	<i>Aegyphylla alba</i>	Verbenaceae	1	1
20	Chino	<i>Berberis conferta</i>	Berberidaceae	0	1
21	Colca	<i>Miconia crocea</i>	Melastomataceae	1	1
22	Cuchicara	<i>Cristoniopsis sp.</i>	Asterácea	1	1
23	Fato blanco	<i>Toemenfortia fuliginosa</i>	Boraginaceae	0	1
24	Guabillo	<i>Prunus guantensis</i>	Rosaceae	0	1
25	Guabo	<i>Casaria pintuba eslerumer</i>	Flacocurtiaceae	1	1
26	Guayusa	<i>Hedyosmun luteynii</i>	Chloranthaceae	0	1
27	Helecho	<i>Cyathea caracasana</i>	Cyatheaceae	1	1
28	Huila	<i>Monnina sp.</i>	Polygalaceae	0	1
29	Incienso	<i>Gynoxys acostae</i>	Asteraceae	1	1
30	Lápiz	<i>Solanun sp.</i>	Solanaceae	1	1
31	Laurel serrano	<i>Myrica pubescens</i>	Myricaeae	1	1
32	Laurelillo	<i>Brunellia af inermis</i>	Brunelliaceae	1	1
33	Logma	<i>Ocotea inflavioleta</i>	Lauraceae	0	1
34	Malva	<i>Dendropanax sp</i>	Malvaceae	1	1
35	Mango	<i>Grias sp</i>	Lecytidaceae	0	1
36	Manzano	<i>Turpinia occidentales</i>	Rosaceae	1	1
37	Matapalo	<i>Clusia dixonnii</i>	Clusiaceae	1	1
38	Mayo	<i>Brownea herthae</i>	Caesalpinaceae	1	1
39	Medroño	<i>Cupania sp</i>	Sapindaceae	1	1
40	Moral (colorado)	<i>Weinmania pinnata</i>	Cunnuniaceae	1	1
41	Motilon	<i>Hieronyma alchormeoides</i>	Euphorbiaceae	0	1
42	Naranja	<i>Palicourea sp</i>	Rubiaceae	0	1
43	Olivo	<i>Podocarpus oleofolius</i>	Podocarpaceae	1	0
44	Ortiguilla	<i>Plymnia arborea</i>	Asteraseae	0	1
45	Palma	<i>Ceroxylon quinduense</i>	Palmaeae	1	0

46	Palo blanco	Casearia sp	Flacourtiaceae	1	1
47	Palo negro	Styloceras buxifoliun	Buxaceae	1	1
48	Palo verde	Cavendishia sp.	Ericaceae	1	1
49	Peladera	Polyleis reticulata	Rosaseae	0	1
50	Porotillo	Erytrina edulis	Fat-boideae	1	0
51	Pumamaqui	Oreopanax sp.	Araliaceas	1	1
52	Putsufato	Toumefortia fuliginosa	Boragináceae	1	1
53	Símil	Hilex sp.	Quifoliaceae	0	1
54	Sande	Brosimum utile	Moraceae	0	1
55	Sauco	Sambucus nigri	Caprifoliaceae	0	1
56	Soplador	Solanum sp.	Solanaceae	0	1
57	Tarqui	Hedyosmun acabrum	Chloranthaceae	1	1
58	Yanapanga	Toumefortia ramosissima	Boraginaceae	0	1
Total especies en cada tipo de bosque				37	52

1= Presencia

0 = Ausencia

Tabla N. 5

5 especies con mayor abundancia relativa en el bosque medianamente intervenido.

N.	Nombre común	Nombre científico	Familia	n	%
1	Moral (colorado)	Weinmania pinnata	Cunnuniaceae	268	17,62
2	Catón	Sauravia tomentosa	Atinidaceae	219	14,40
3	Helecho	Cyathea caracasana	Cyatheaceae	175	11,51
4	Tarqui	Hedyosmun acabrum	Chloranthaceae	161	10,59
5	Palo blanco	Casearia sp	Flacourtiaceae	132	8,68
	TOTAL %				62,79

Tabla N. 6

5 especies con mayor abundancia relativa en el bosque altamente intervenido.

N.	Nombre común	Nombre científico	Familia	n	%
1	Guayusa	Hedyosmun luteynii	Chloranthaceae	189	12,85
2	Catón	Sauravia tomentosa	Atinidaceae	167	11,35
3	Colca	Miconia crocea	Melastomataceae	149	10,13
4	Moral (colorado)	Weinmania pinnata	Cunnuniaceae	135	9,18
5	Tarqui	Hedyosmun acabrum	Chloranthaceae	109	7,41
	TOTAL %				50,92

Tabla N. 7

Especies menores a 0,5% de abundancia relativa en el bosque medianamente intervenido.

N.	Nombre común	Nombre científico	Familia	n	%
1	Cacho de venado	Halenia Weddeliana	Aquifoliaceae	7	0,46
2	Palo verde	Cavendishia sp.	Ericaceae	6	0,39
3	Lápiz	Solanun sp.	Solanaceae	6	0,39
4	Porotillo	Erytrina edulis	Fat-boideae	5	0,33
5	Matapalo	Clusia dixonii	Clusiaceae	4	0,26
6	Caglán	Vocconia intergrifolia	Papaberaceae	3	0,20
7	Cauchin	Sapium atylare	Euphorbiaceae	3	0,20
8	Laurel serrano	Myrica pubescens	Myricaceae	3	0,20
9	Putsufato	Toumefortia fuliginosa	Boragináceae	3	0,20
10	Incienzo	Gynoxys acostae	Asteraceae	3	0,20
11	Pumamaqui	Oreopanax sp.	Araliaceas	2	0,13
12	Cascarilla	Cinchona pubescens	Rubiaceae	2	0,13
13	Cedazo	Hedyosmun sp.	Chloranthaceae	2	0,13
14	Olivo	Podocarpus oleofolius	Podocarpaceae	2	0,13
15	Chilco	Aegyphylla alba	Verbenaceae	1	0,07
16	Cahuasaquiro	Senecio sp	Asteraceae	1	0,07
17	Palma	Ceroxylon quinduense	Palmaeae	1	0,07

Tabla N. 8

Especies menores a 0,5% de abundancia relativa en el bosque altamente intervenido.

N.	Nombre común	Nombre científico	Familia	n	
				n	%
1	Chino	Berberis conferta	Berberidaceae	7	0,48
2	Matapalo	Clusia dixonii	Clusiaceae	6	0,41
3	Logma	Ocotea inflavioleta	Lauraceae	6	0,41
4	Lápiz	Solanun sp.	Solanaceae	5	0,34
5	Laurel serrano	Myrica pubescens	Myricaceae	5	0,34
6	Huila	Monnina sp.	Polygalaceae	5	0,34
7	Peladera	Polyleis reticulata	Rosaceae	5	0,34
8	Soplador	Solanum sp.	Solanaceae	4	0,27
9	Cashacara	Barnadesia spinosa	Asteraceae	3	0,20
10	Cacho de venado	Halenia Weddeliana	Aquifoliaceae	3	0,20
11	Putzufato	Toumefortia fuliginosa	Boragináceae	3	0,20
12	Caucho	Evea sp	Euphorbiaceae	3	0,20
13	Cedrillo	Brunelia sp	Bruneliceae	2	0,14
14	Canelo jigua	Nectandra sp.	Lauraceae	2	0,14
15	Mango	Grias sp	Lecytidaceae	2	0,14
16	Ortiguilla	Plymnia arborea	Asteraceae	2	0,14
17	Sande	Brosimum utile	Moraceae	2	0,14
18	Sauco	Sambucus nigri	Caprifoliaceae	2	0,14
19	Yanapanga	Toumefortia ramosissima	Boraginaceae	2	0,14
20	Laurelillo	Brunellia af inermis	Brunelliaceae	1	0,07
21	Incienso	Gynoxys acostae	Asteraceae	1	0,07
22	Cascarilla	Cinchona pubescens	Rubiaceae	1	0,07
23	Balsa	Eleocarpus americanus	Bombacaceae	1	0,07
24	Canelo pacchi	Ocotea amottiana	Lauraceae	1	0,07
25	Cedro	Cedrela rosei	Meliaceae	1	0,07
26	Fato blanco	Toemenfortia fuliginosa	Boraginaceae	1	0,07
27	Naranja	Palicourea sp	Rubiaceae	1	0,07

Tabla N. 9

Índices de diversidad en los dos tipos de bosques

INDICES DE DIVERSIDAD	BMI	BAI
N	1521	1471
Riqueza de especies	37	52
Uniformidad	0,7485	0,7706
Índice de Margalef	4,9132	6,9923
Índice de Shannon	2,7027	3,0448
Índice de Simpson	0,0943	0,0678
Alfa	6,8423	10,5061

Tabla N. 10

Comparación de la presencia de las especies en las muestras mediante transectos y cuadrantes.

N	Nombre común	Nombre científico	Transecto	Cuadrante
1	Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	x	x
2	Arrayán	<i>Eugenia valvata</i>	x	x
3	Cacho de venado	<i>Halenia Weddeliana</i>	x	x
4	Catón	<i>Sauravia tomentosa</i>	x	x
5	Capulí	<i>Prunas serotina</i>	x	
6	Cashacara	<i>Barnadesia spinosa</i>	x	x
7	Chachacoma		x	
8	Colca	<i>Miconia crocea</i>	x	x
9	Guabillo	<i>Prunus guantensis</i>	x	x
10	Guabo	<i>Casaria pintuba eslerumer</i>	x	x
11	Balsa	<i>Eleocarpus americanus</i>	x	x
12	Romerillos	<i>Podocarpus sp</i>	x	
13	Higuerón	<i>Ficus citrifolia</i>	x	
14	Laurel serrano	<i>Myrica pubescens</i>	x	x
15	Logma	<i>Ocotea inflavioleta</i>	x	x
16	Manzano	<i>Esperomeles sp</i>	x	x
17	Moral	<i>Weinmania pinnata</i>	x	x
18	Motilon	<i>Hieronyma alchormeoides</i>	x	x
19	Palma	<i>Ceroxylon quinduense</i>	x	x
20	Palmo	<i>Iriartea deltoidea</i>	x	
21	Palo Negro	<i>Styloceras buxifolium</i>	x	x
22	Pumamaqui	<i>Oreopanax sp.</i>	x	x
23	Cascarilla	<i>Sinchona sp.</i>	x	
24	Sauco	<i>Sambucus nigris</i>	x	x
25	Soplador	<i>Solanum sp</i>	x	x
26	Tarqui	<i>Hedyosmun acabrum</i>	x	x

Figura N. 1

Solapamiento de especies entre los dos tipos de bosques.

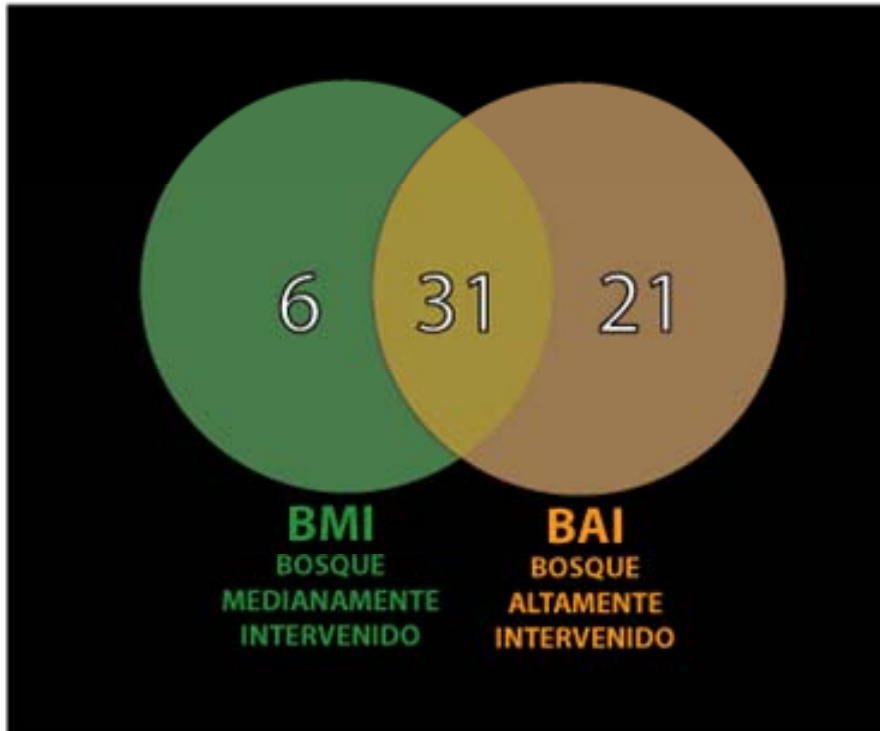


Figura 2: Toma de datos, identificación, recolección y prensado de las muestras botánicas en las unidades experimentales.



Figura 3: Deforestación en el Cerro Guayancaso. Altitud 3500 m.s.n.m.



Figura 4: Recolección de muestras botánicas del Bosque de Cerro Azul.



Figura 5: *Hedyosmun luteynii* (Tarqui), Sector Escaleras, altitud: 2800 m.s.n.m.



Figura N. 6: *Podocarpus oleofolius* (Olivo), Sector Cerro Negro, altitud: 3500 m.s.n.m



Figura N. 7: *Oreopanax sp.* (Pumamaqui), Sector el Rosario, altitud: 3000 m.s.n.m.



Figura N. 8: *Ceroxylon quinduense* (Palma). Sector Amaliquí, altitud: 2000 m.s.n.m.



Figura N. 9: *Alnus acuminata* (Aliso). Sector Escaleras, altitud: 2800 m.s.n.m.



Figura N.10: *Cyathea caracasana* (Helecho arbóreo) Sector Corazón de Cerro Azul, 2900 m.s.n.m.



Figura N. 11: Un tipo de orquídea existente en el Bosque de Cerro Azul.



Figura N. 12: Microflora en los transectos

