

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AMBIENTALES



"MONITOREO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL EN UN BOSQUE PRÍSTINO

DEL CERRO TAMBO - PROVINCIA DE MOYOBAMBA"

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR : BACH. HENRY ALEXANDER SOPLÍN ROQUE

ASESOR : ING. RUBÉN RUIZ VALLES

MOYOBAMBA – PERÚ

2003

N° REGISTRO: 06060403

DEDICATORIA

“A Dios y a mis padres por su profundo
cariño y estimación, mi eterno
agradecimiento por sus sabios consejos y
su abnegado sacrificio que hizo posible
mi formación profesional”.

“A mi amado hijo y a su madre, que son
los que me impulsan a buscar el éxito
para nuestras vidas”.

AGRADECIMIENTO

- ☞ “Al Ing° Rubén Ruiz Valles, asesor, por su integral aporte e invaluable ayuda en bien de la culminación y consolidación del presente estudio”.
- ☞ “Al Dr. Reiner Zimmermann y Ing. Agron. Juan J. Pinedo Canta por el apoyo brindado como Co-asesores del presente trabajo de investigación”.
- ☞ “Al Ing° Arno Perisutti, por su valioso apoyo logístico y ayuda en el desarrollo del trabajo”.
- ☞ “A mis amigos Jan Dempewolf y Anett Boerner, por sus enseñanzas en el trabajo de campo y gabinete”.
- ☞ “A mi amigo Tobias Mette, por su apoyo en el procesamiento de los datos y sugerencias”.
- ☞ “A la familia Toro, por el apoyo brindado en atención de nuestras necesidades de alojamiento”.
- ☞ “A Elizabeth Lucana Pintado, Juan Ruiz Castro y Eleaser Gamonal Díaz por el apoyo en el trabajo de campo”.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ABSTRACT	xiii
RESUMEN	xv
I. INTRODUCCIÓN	01
1.1. Objetivos	02
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	03
2.1. Consideraciones sobre el clima	03
2.2. Importancia del clima en la formación del bosque prístino	05
2.3. La meteorología como factor esencial del desarrollo forestal sostenible	06
2.4. Los bosques prístinos y su productividad	07
2.5. Extensión de los bosques no perturbados en 1980	07
2.6. Consideraciones sobre la importancia, composición y estructura del bosque	08
2.7. La dendrocronología	09
2.8. Consideraciones sobre el crecimiento radial de los árboles (anillos)	10
2.9. Consideraciones sobre el suelo	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Características del área de estudio	16
3.1.1. Ubicación	16
3.1.2. Accesibilidad	16
3.1.3. Límites	17

3.1.4. Clima	17
3.1.5. Geología	17
3.2. Metodología	18
3.2.1. Número de parcelas	18
3.2.2. Forma y distribución de las parcelas	18
3.2.3. Brigada de trabajo	18
3.2.4. Variables obtenidas en campo	18
3.2.5. Método de medición	19
3.2.6. Procesamiento de datos	19
3.2.6.1. Cálculo de la altura del árbol	19
3.2.6.2. Cálculo de la abundancia de cada árbol por hectárea	20
3.2.6.3. Área basal	20
3.2.6.4. Biomasa aérea	21
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	22
4.1. Parámetros meteorológicos registrados en la Estación Digital	
Cerro Tambo	22
4.1.1. Precipitación	22
4.1.2. Temperatura	23
4.1.3. Humedad relativa	24
4.2. Estructura del bosque prístino del Cerro Tambo	25
4.2.1. Altura de los árboles	25
4.2.2. Área basal y abundancia de árboles por hectárea	29
4.2.3. Biomasa aérea	34
4.3. Composición de especies	36

4.4. Crecimiento radial de los diferentes tipos de bosques	36
4.4.1. Incremento acumulativo del árbol e incremento anual de anillos de los diferentes tipos de bosques	37
4.5. Los suelos de las parcelas de estudio	41
4.5.1. Niveles de nutrientes encontrados en los suelos del Cerro Tambo	43
4.5.1.1. Nitrógeno	43
4.5.1.2. Fósforo	44
4.5.1.3. Potasio	45
4.5.1.4. Grado de acidez	46
4.5.1.5. Materia orgánica	47
4.5.1.6. Cationes cambiables	48
4.5.2. Características físicas de los suelos del Cerro Tambo	50
V. CONCLUSIONES	51
5.1. Sobre el clima	51
5.2. Sobre la estructura del bosque prístino	51
5.3. Sobre la composición florística	52
5.4. Sobre el crecimiento y determinación de la edad de los árboles	52
5.5. Sobre la relación suelo - bosque	53
VI. RECOMENDACIONES	54
VII. BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	58

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro N° 01	Tamaño límite entre las partículas del suelo	11
Cuadro N° 02	Agrupamiento textural	12
Cuadro N° 03	Escala de pH	14
Cuadro N° 04	Niveles críticos de nutrientes disponibles en suelos ácidos	15

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura N° 01	Nombre y símbolo de los elementos minerales esenciales para las plantas	13
Figura N° 02	Perfiles de suelo en dos áreas del Bosque del Cerro Tambo	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

		Pág.
Gráfico N° 01	Precipitación total mensual (mm) Estación Meteorológica Digital Cerro Tambo – año 2000	23
Gráfico N° 02	Temperatura del aire (°C) Estación Meteorológica Digital Cerro Tambo – año 2000	24
Gráfico N° 03	Humedad relativa promedio mensual (%) Estación Meteorológica Digital Cerro Tambo - año 2000	25
Gráfico N° 04	Estratificación vertical en categorías de 5 m en el Bosque Alto “T2” y Chamizal Denso “T5”	26
Gráfico N° 05	Estratificación vertical en categorías de 5 m en el Bosque Alto “T3” y Chamizal Abierto “HLC 09”	27
Gráfico N° 06	Estratificación vertical en categorías de 5 m en el Bosque Alto “HLC 06” y Chamizal Abierto “HLC 05”	28
Gráfico N° 07	Área basal y abundancia de árboles por hectárea relacionada con los diferentes rangos de circunferencias en el Bosque Alto “T2” y Chamizal Denso “T5”	29
Gráfico N° 08	Área basal y abundancia de árboles por hectárea relacionada con los diferentes rangos de circunferencias en el Bosque Alto “HLC 06” y Chamizal Abierto “HLC 05”	31
Gráfico N° 09	Área basal y abundancia de árboles por hectárea relacionada con los diferentes rangos de circunferencias en el Bosque Alto “HLC 07” y Chamizal Abierto “HLC 09”	32
Gráfico N° 10	Aporte de los diferentes rangos de circunferencias a la biomasa registrada en los Bosques del Cerro Tambo	35

Gráfico N° 11	Incremento radial de los diferentes tipos de Bosques en el Cerro Tambo	37
Gráfico N° 12	Incremento acumulativo de los árboles en el Bosque Chamizal Abierto normalizado al año 2000	38
Gráfico N° 13	Incremento anual de anillos en el Bosque Chamizal Abierto normalizado al año 2000	38
Gráfico N° 14	Incremento acumulativo de los árboles en el Bosque Chamizal Denso normalizado al año 2000	39
Gráfico N° 15	Incremento anual de anillos en el Bosque Chamizal Denso normalizado al año 2000	39
Gráfico N° 16	Incremento acumulativo de los árboles en el Bosque Alto normalizado al año 2000	40
Gráfico N° 17	Incremento anual de anillos en el Bosque Alto normalizado al año 2000	40
Gráfico N° 18	Nitrógeno contenido en % en las parcelas	44
Gráfico N° 19	Fósforo contenido en ppm en las parcelas	45
Gráfico N° 20	Potasio contenido en ppm en las parcelas	46
Gráfico N° 21	pH grado de acidez en las parcelas	47
Gráfico N° 22	Materia orgánica % en las parcelas	48
Gráfico N° 23	Cationes cambiabiles Ca ⁺⁺ , Mg ⁺⁺ , Al ⁺⁺⁺ y K ⁺	49
Gráfico N° 24	Análisis físico en % de arena, arcilla y limo en las parcelas	50

ÍNDICE DE ANEXOS

		Pág.
Anexo N° 01	Lista de especies, ordenadas por familias, encontradas en el Cerro Tambo	59
Anexo N° 02	Incremento radial de los árboles en el Cerro Tambo	60
Anexo N° 03	Características estructurales del bosque del Cerro Tambo (estratificación vertical y cantidad de individuos)	62
Anexo N° 04	Características estructurales del bosque del Cerro Tambo (intervalos de circunferencia y cantidad de individuos)	62
Anexo N° 05	Características estructurales del bosque del Cerro Tambo (cantidad de individuos, circunferencia máx., altura máx., área basal y biomasa)	62
Anexo N° 06	Información general de las parcelas	63
Anexo N° 07	Aporte de altura en porcentaje	63
Anexo N° 08	Abundancia de árboles total/ha con relación a su circunferencia	63
Anexo N° 09	Aporte de la circunferencia a la biomasa	63
Anexo N° 10	Hoja de cálculo de la parcela T2	64
Anexo N° 11	Hoja de cálculo de la parcela T3	65
Anexo N° 12	Hoja de cálculo de la parcela HLC 06	66
Anexo N° 13	Hoja de cálculo de la parcela HLC 07	67
Anexo N° 14	Hoja de cálculo de la parcela T5	68
Anexo N° 15	Hoja de cálculo de la parcela HLC 04	70
Anexo N° 16	Hoja de cálculo de la parcela HLC 05	71
Anexo N° 17	Hoja de cálculo de la parcela HLC 09	72

Anexo N° 18	Hoja de cálculo de la parcela HLC 08	73
Anexo N° 19	Formatos para registro de información de campo	74
Anexo N° 20	Análisis físico-químico de suelos de las parcelas en el Cerro Tambo	80
Anexo N° 21	Contenido de nutrientes de los suelos del Cerro Tambo - con respecto a los niveles críticos de nutrientes disponibles en suelos ácidos.	81
Anexo N° 22	Parámetros meteorológicos registrados en la Estación Digital del Cerro Tambo – Año 2000	82
Anexo N° 23	Parámetros meteorológicos registrados en la Estación Climatológica Ordinaria Moyobamba – Año 2000	82
Anexo N° 24	Mapa de ubicación del área de estudio en el Alto Mayo	83
Anexo N° 25	Mapa base del área de estudio – Cerro Tambo	84
Anexo N° 26	Compendio de fotografías del trabajo en campo.	85
Foto N° 01	Bosque Chamizal Abierto - Cerro Tambo	85
Foto N° 02	Bosque Pre-montano Alto - Cerro Tambo	85
Foto N° 03	Caracterización física (pH) del suelo	86
Foto N° 04	Determinación de profundidad y perfiles del suelo	86
Foto N° 05	Extracción de muestras con barreno de Pressler	87
Foto N° 06	Determinación de alturas de árboles con clinómetro	87
Foto N° 07	Estación meteorológica Digital Cerro Tambo	88
Foto N° 08	Instrumentos y materiales utilizados	88

ABSTRACT

The objective of this study is to provide information of the climate, of the forest resources and its quantification, to provide basic information that allows us to elaborate the Plan of Handling Integral for the Areas of Reduction of the Forest of Protection Alto Mayo.

The study area includes Forests High Premontane and Forests Heaths that correspond to 10 places that are along a pending altitudinal from the 1200 - 1589 m a.s.l. in the Hill Tambo, County and District of Moyobamba.

The climate of the study area was registered in the Digital Meteorological Station, installed in the western slope of the Hill Tambo to an altitude 1410 m a.s.l. being determined that the annual total precipitation was of 1876.4 mm/year and the temperature averages yearly of 19.4 °C.

In the parcels of the Forest High Premontane and Forest Heath information was collected on its structures, composition florística (the height, covering of the canopy, species and families) and characteristic of the floor (number of horizons, texture, depth, pH). The differentiation of the characteristics of floors was carried out with the help of the physical and chemical properties of the different horizons.

The abundance stems/ha⁻¹, area basal m²/ha⁻¹, biomass air t/ha⁻¹, it was calculated using empiric equations of OGAWA et al. (1965). In the parcels of the Forest High Premontane was determined that the trees reached a maximum height of 22-31 m, the abundance, the basal area and the air biomass varied of 2103.1 - 5174.77 stems/ha⁻¹, 22-51 m²/ha⁻¹ and of

100-300 t/ha⁻¹ respectively; while in the Forest Dense Heath the trees reached a height of 12-14 m and of 5-7 m of height in the Forest Open Heath, the abundance and the basal area calculated for the Forest Heath varied of 2291.02 - 9277.16 stems utter/ ha⁻¹ and of 1.69-17 m²/ ha⁻¹ and the biomass estimated for the Forest Open and Dense Heath they reported values among 2.4 -15.2 and of 31-43 tn/ha⁻¹ respectively.

The analysis of the samples of disks coming from the Forest High Premontane and Heath determined a rhythm of seasonal growth, the proportions of growth of trees of the studied forest were not significantly different, presenting a half annual increment (IMA) of 0.6 - 2.0 mm/año.

In the Forest High Premontane met trees with a bigger age to 150 years; while the Forests of Open and Dense Heaths turned out to not have ages bigger to 46 years.

The content of important elements in the chemistry of the floor present in the vegetation of the Forest High Premontane and Forest Heath didn't show a difference resaltante, since the presented quantities are very similar.

The present aluminum in the floor samples doesn't have bigger incidence since in the distribution of these types of vegetation the different horizons of the parcels they contain the same concentration level (among stocking and high), finally we can suppose that the distribution is due to factors of formation of the floor non treaties in this study.

RESUMEN

El objetivo de este estudio es proporcionar información del clima, de los recursos forestales y su cuantificación, para proveer información básica que nos permita elaborar el Plan de Manejo Integral para las Zonas de Amortiguamiento del Bosque de Protección Alto Mayo.

El área de estudio incluye Bosques Pre-montanos Altos y Bosques Chamizales que corresponden a 10 lugares que se encuentran a lo largo de una pendiente altitudinal desde los 1200 – 1589 m.s.n.m. en el Cerro Tambo, Provincia y Distrito de Moyobamba.

El clima del área de estudio fue registrado en la Estación Meteorológica Digital, instalado en la pendiente occidental del Cerro Tambo a una altitud 1410 m.s.n.m. determinándose que la precipitación total anual fue de 1876.4 mm/año y la temperatura promedio anual de 19.4 °C.

En las parcelas del Bosque Pre-montano Alto y Bosque Chamizal se colectó información sobre estructura, composición florística (la altura, cobertura del dosel, especies y familias) y características del suelo (número de horizontes, textura, profundidad, pH). La diferenciación de las características de suelos se realizó a base de las propiedades físicas y químicas de los diferentes horizontes.

La abundancia de árboles/ha, área basal m²/ha, biomasa aérea tn/ha, fue calculado utilizando ecuaciones empíricas de OGAWA et al. (1965). En las parcelas del **Bosque Pre-montano Alto** se determinó que los árboles alcanzaron una altura máxima de 22-31 m, la abundancia, el área basal y la biomasa aérea varió de 2103.1 - 5174.77 árboles/ha,

22-51 m²/ha y de 100-300 tn/ha respectivamente; mientras que en el **Bosque Chamizal Denso** los árboles alcanzaron una altura de 12-14 m y de 5-7 m de altura en el **Bosque Chamizal Abierto**, la abundancia y el área basal calculado para el Bosque Chamizal varió de 2291.02- 9277.16 árboles total /ha y de 1.69-17 m²/ha y la biomasa estimado para el Bosque Chamizal Abierto y Denso reportaron valores entre 2.4 -15.2 y de 31-43 tn/ha respectivamente.

El análisis de las muestras de discos provenientes del Bosque Pre-montano Alto y Chamizal determinó un ritmo de crecimiento estacional, las proporciones de crecimiento de árboles del bosque estudiado no eran significativamente diferentes, presentando un incremento medio anual (IMA) de 0.6 – 2.0 mm/año.

En el Bosque Pre – montano Alto se encontraron árboles con una edad mayor a 150 años; mientras que los Bosques de Chamizales Abiertos y Densos resultaron tener edades no mayores a 46 años.

El contenido de elementos importantes en la química del suelo presentes en la vegetación del Bosque Pre-montano Alto y Bosque Chamizal no mostraron una diferencia resaltante, ya que las cantidades presentados son muy similares.

El aluminio presente en las muestras de suelo no tiene mayor incidencia en la distribución de estos tipos de vegetación ya que los diferentes horizontes de las parcelas contienen el mismo nivel de concentración (entre media y alta), finalmente podemos suponer que la distribución se debe a factores de formación del suelo no tratados en este estudio.

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación denominada "MONITOREO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL EN UN BOSQUE PRÍSTINO DEL CERRO TAMBO - PROVINCIA DE MOYOBAMBA" forma parte del estudio de "Bosques prístinos del Área del Río Avisado y Tioyacu, Alto Mayo Perú – Monitoreo Ambiental y Evaluación de Sensibilidad Ecológica", presentado a GTZ – DIAM por el grupo de Ecología Forestal y Detección Remota de la Universidad de Bayreuth – Alemania, la cual consta de 5 fases: (1) Clasificación y mapeo del bosque, (2) Caracterización del clima del lugar y uso de agua por el bosque, (3) Evaluación de la susceptibilidad de la biomasa del bosque, de las reservas de carbono y nitrógeno (C/N), y de erosión, (4) Elaboración de un modelo de evaluación de riesgo ambiental y finalmente (5) la preparación de un Plan Maestro de Manejo Integral de la Zona de Amortiguamiento del Bosque de Protección Alto Mayo - Margen izquierda del río Mayo.

Los resultados obtenidos en el presente estudio en el Cerro Tambo forman parte de la fase 1 y 2 (estructura, distribución de bosques y suelos y caracterización del clima del lugar), la cual fue desarrollado con la colaboración estrecha del personal técnico de la Dirección de Manejo Ambiental del Proyecto Especial Alto Mayo, Universidad Nacional de San Martín – Facultad de Ecología y Universidad de Bayreuth-Alemania. El estudio de investigación consistió en la selección de parcelas en el Bosque Pre-montano Alto y Chamizal del Cerro Tambo, en donde se pudo obtener información de estructura y composición de especies, caracterización del suelo (análisis físico-químico) y del clima del área de estudio (mediante la instalación de una Estación Meteorológica Digital); para de esta manera obtener suficiente información climática, pedológica y ecológica, así mismo contribuir a llenar el vacío importante sobre la ecología forestal de la Región Oriental del Perú.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

- Proporcionar información y base analítica para la elaboración de un Plan maestro de Manejo Integral para las Zonas de Amortiguamiento del Bosque de Protección Alto Mayo – Margen izquierda del río Mayo.

1.1.2. Objetivos específicos

- Medir y analizar los parámetros climáticos diarios, utilizando los materiales y equipos de la Estación Meteorológica Digital instaladas en el Cerro Tambo.
- Describir las estructuras del bosque prístino (altura, área basal, abundancia y biomasa).
- Determinar la edad del bosque.
- Determinar las características físico-químicas del suelo a profundidades y altitudes distintas en el área de estudio.
- Determinar la relación suelo-flora existente en el Cerro Tambo a diferentes altitudes y latitudes.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Consideraciones sobre el clima

AYOADE (1986), define al clima como la condición o estado físico de la Atmósfera, resultante de la interacción o interrelación de los elementos y factores climáticos en un cierto periodo del tiempo cronológico y cierta área geográfica; o sea, el clima es la síntesis de todos los elementos y factores en una combinación única.

También puede entenderse como la gama o diversidad del “tiempo atmosférico” existente en el lapso o período de tiempo cronológico y área geográfica en consideración. De esta manera podemos hablar de clima en períodos de un día, un mes y un año; o cambios de clima a través de los años. El clima de un día se caracteriza por todas las condiciones de tiempo (radiación solar, lluvia, llovizna, viento, nubes, etc.) que se han hecho presente en ella.

2.1.1. Elementos y Factores del Clima

2.1.1.1. Elementos

BRACK (1977), menciona que los elementos del clima son aquellas variables originadas por los procesos de intercambio energético entre la Tierra y su Atmósfera en un período apreciable de tiempo, esas variables pueden ser: Temperatura, Humedad atmosférica, Viento, Nubosidad, Precipitación, Horas de sol, etc. También son elementos climáticos la radiación solar y la presión atmosférica, pero ellas no son consecuencia de procesos de intercambio energético entre la

Tierra y su Atmósfera.

- **Temperatura.** Es el grado de calor o frío que presenta la atmósfera de una determinada zona geográfica, la cual depende de factores como:

- a). La **altura** sobre el nivel del mar: a medida que ascendemos en la primera capa de la atmósfera, la tropósfera, la temperatura desciende en 1° C por cada 100 m.
- b). La **nubosidad** influye porque las nubes acumulan calor e impiden su pérdida; pero también impide, por reflexión, que toda la radiación pase al suelo.
- c). La cercanía de las **grandes masas de agua**. El agua almacena calor y lo despidе lentamente.
- d). La **vegetación**. Los bosques equilibran la temperatura y protegen contra los vientos fríos.
- e). Las **rocas** se calientan al sol y durante la noche conservan calor.

- **Precipitación.** Es toda forma de agua que originándose en las nubes llega hasta la superficie del suelo, ellos pueden ser lluvias, granizadas, lloviznas, nevadas, etc. La precipitación se mide en milímetros. Así decimos que la precipitación llega a 400 mm. por año en un lugar. Es decir sobre cada cm^2 cae una cantidad de agua igual a una columna de 400 mm. De la cantidad de precipitación dependen los variados climas.

En la selva se tiene en la mayoría de los casos

precipitaciones de origen convectiva, es decir producto del ascenso por diferencia de densidad del aire cálido y húmedo de superficie. Por lo general ocurre en horas del medio día y después del medio día. Son de naturaleza tormentosa.

2.1.1.2. Factores del Clima

AYOADE (1986), señala que los factores climáticos son todos aquellos que modifican o controlan las magnitudes o intensidades de los elementos climáticos; determinando y/o modificando los diferentes tipos de clima. Pueden agruparse en dos categorías: aquellos que siempre están presentes tanto en el tiempo como en el espacio y son denominados **factores permanentes o fijos**, tales como: Latitud, altitud, distribución de océanos y continentes, barreras de montaña, relieve topográfico local, movimientos de la tierra; y aquellos factores que si están sujetas a cambios en diferentes intensidades, por lo que se les conoce como **factores variables**, y ellos pueden ser: Corrientes oceánicas, Centros de altas presiones casi permanentes, masas de aire y contaminantes atmosféricos.

2.2. Importancia del clima en la formación del bosque prístino

ZIMMERMANN Y DEMPEWOLF (1999), indican que existe una alta variabilidad en el clima, geomorfología y suelos, a través de la pendiente oriental de los Andes, la cual genera una amplia diversidad de ecosistemas los cuales están presentes en la actualidad en esta región. **GENTRY Y ORTIZ (1993)**, mencionan que en América del Sur diferentes tipos de vegetación

albergan los mas dinámicos y ecológicamente diversos ecosistemas, cuya riqueza de especies es una de las mayores en todo el planeta. **DINERSTEIN *et al* (1995)**, estas áreas prístinas son extremadamente susceptibles a la alteración humana y consecuentemente la mayor parte de su extensión es considerada muy vulnerable o en riesgo permanente. En este sentido, es de esperarse que el área de estudio del Alto Mayo (cuencas de los ríos Tioyacu y Avisado) esté compuesta por un arreglo de diferentes paisajes y tipos de bosques.

2.3. La meteorología como factor esencial del desarrollo forestal sostenible

SENAMHI – SAN MARTÍN (1999), hace referencia que el clima y el estado del tiempo son factores que se han de tener en cuenta en todo programa de desarrollo económico: **es el clima** el que, a lo largo de los años determina la vegetación natural, la abundancia o la falta de agua dulce, las posibilidades agrícolas y las posibilidades de los diversos lugares para que los habiten los hombres.

Los economistas se dan ahora perfecta cuenta de que la información meteorológica: **reduce** los gastos innecesarios, **ayuda** a evitar el despilfarro de los recursos nacionales y **es imprescindible** tanto en la planificación como en la ejecución de muchos programas de desarrollo.

En este sentido los datos de temperatura del aire, precipitación y humedad relativa medidos en el Cerro Tambo deberán facilitar la elaboración del Plan de Manejo Integral para las Zonas de Amortiguamiento del Bosque de Protección Alto Mayo – Margen izquierda del río Mayo.

2.4. Los bosques prístinos y su productividad

ANÓNIMO (1982^a), considera como bosque prístino aquel que ha existido sin perturbaciones humanas significativas u otros disturbios durante periodos que exceden el largo normal de la vida de los árboles maduros (de 60 a 80 años según FAO). **WHITMORE (1982)**, menciona que tales bosques son auto sostenibles y poseen valor ecológico y económico para la sociedad. Se cree que los bosques primarios alcanzaron su extensión máxima durante una pequeña fracción de los últimos dos millones de años. Muchos de ellos deberían ser preservados a perpetuidad. Como única fuente de información sobre las relaciones entre el bosque y el medio ambiente, los bosques primarios y sus dinámicas ameritan un estudio a profundidad, ya que significan puntos de referencia para establecer las pautas del manejo silvicultural.

HARPER (1977), el bosque primario, un ideal ecológico, no constituye un ideal de producción capaz de satisfacer las necesidades humanas. La evolución tiende a favorecer a especies en particular mas que al bosque en su conjunto, como ejemplo se plantea la necesidad de reducir la densidad del bosque para acelerar las tasas de crecimiento de los árboles seleccionados para la próxima cosecha. Estas modificaciones se pueden aplicar a bosques primarios; pero, una vez intervenido, el bosque deja de ser primario.

2.5. Extensión de los bosques no perturbados en 1980

ANÓNIMO (1982), estima que en 1980, los bosques primarios y secundarios antiguos de 76 países tropicales del mundo abarcaron una superficie estimada en más de 6 millones de Km², lo que significaba casi el 76% de los bosques

potencialmente productivos de esos países. **ANÓNIMO (1993)**, para el neotrópico el porcentaje correspondiente era del 87%; entre 1980 y 1990 se talaron 2,4 millones de hectáreas de bosque latifoliado, por lo que para 1990, el bosque sin disturbar abarcaba 450 millones de hectáreas.

2.6. Consideraciones sobre la importancia, composición y estructura del bosque

KALLIOLA Y FLORES (1998), definen al bosque como el tipo más estable de vegetación con funciones importantes en la protección de los recursos edáficos, hídricos, valores escénicos y mantenimiento de los recursos genéticos de la biodiversidad animal y vegetal; posee vida, carácter, forma y leyes propias. Influye y se deja influir por el medio. El bosque prístino, primario o virgen representa la serenidad de las fuerzas naturales: es la fuerza equilibrada. En él conviven árboles de todas las edades y tamaños, más o menos mezclados.

GOMEZ *et al* (1972), mencionan que la composición, fuertemente mixta, con una gran cantidad de especies por unidad de superficie (hasta más de 100 por hectárea), varía de un lugar a otro del bosque, lo cual está ligado a las diferencias en el patrón o tipo de distribución de las especies arbóreas individuales, relacionadas a las condiciones del medio principalmente del suelo y las formas de dispersión de las especies.

RICHARDS (1966), considera que el número de estratos arbóreos o pisos en general no está bien definido y, a menudo, es muy difícil precisarlo dentro del bosque natural. De un modo esquemático puede distinguirse tres estratos arbóreos: **el estrato alto o superior**, con un dosel más o menos discontinuo, de copas amplias; **el estrato medio**, que puede ser continuo o no, de copas tan

largas como anchas y, **el estrato bajo o inferior**, a menudo denso, con copas cónicas y adelgazadas, mucho más larga que anchas.

Según **BAUR (1964)**, la estructura del bosque tiene que ver con los tamaños, ubicación relativa y tipos de formas de vida. A continuación se presenta una descripción que se aplica principalmente a los bosques pluviales que generalmente alcanzan una altura de 25 m; 40 m los bosques semi-perennes, 50 m los bosques perennes estacionales y de 40 a 60 m los bosques pluviales ecuatoriales. **VEILLON (1965)**, menciona que en Venezuela, árboles con diámetro a la altura del pecho (dap) de 10 cm y más, a 3000 m de elevación, alcanzan una altura promedio de 10 m; por encima de esa elevación la altura disminuye hasta 5 m.

2.7. La dendrocronología

BOLETÍN BOLFOR (1996), la palabra dendrocronología, proviene del griego: *dendros* significa árbol, *cronos* tiempo y *logos* conocimiento. La dendrocronología es el conocimiento o estudio de la edad de los árboles.

Los métodos para determinar la edad de los árboles, cuando no se tiene la fecha en que nacieron o fueron sembrados o plantados. Esos métodos son básicamente tres: conteo de anillos de crecimiento, mediciones sucesivas de los árboles y el método del carbono 14.

- **El conteo de anillos anuales de crecimiento**, se practica usualmente en las zonas templadas, donde los árboles reducen su crecimiento durante la estación de invierno y forman anillos diferenciados en la madera del tronco, que pueden ser reconocidos, contados y medidos.
- **Mediciones sucesivas de los árboles**, consiste en medir cada cierto tiempo

los mismos árboles, para saber cuanto crecen y a partir de estos valores, calcular la edad que pueden tener en un momento dado, este método indirecto es el que se utiliza en los trópicos y no necesita sacrificar los árboles en cuestión.

- **Método del carbono 14**, usado en arqueología y su grado de precisión absoluta no hace muy recomendable su aplicación general en caso de árboles.

2.8. Consideraciones sobre el crecimiento radial de los árboles (anillos)

BIBLIOTECA ATRIUM (1992), indica que las células leñosas periódicamente formadas por capas concéntricas, son las que registran el desarrollo y de hecho la historia de un árbol. Las células de cada anillo reflejan las condiciones climáticas de la estación en que se formó. Un anillo ancho indica un año óptimo, con abundante lluvia y sol, mientras que uno más estrecho corresponde a un año en que los factores de crecimiento no fueron tan favorables. En muchos países los anillos indican estaciones alternativas de humedad y sequía en lugar de invierno y verano. Varias estaciones lluviosas en el transcurso del año pueden formar varios anillos. Toda la materia leñosa formada durante una estación, entre un anillo y el siguiente, recibe el nombre de faja de crecimiento.

2.9. Consideraciones sobre el suelo

THOMPSON (1988), hace referencia en lo siguiente:

a). Textura del suelo

La textura del suelo se refiere al porcentaje en peso de cada una de las 3 fracciones minerales: arena, limo y arcilla. Estas fracciones se definen según el diámetro de las partículas expresado en milímetros. La fracción de arena puede subdividirse en grupos de menor intervalo de tamaño, tal como se muestra en el **Cuadro N° 01**. Las partículas con diámetros mayores que 2 mm se excluyen de las determinaciones de textura.

Cuadro N° 01: Tamaño límite entre las partículas del suelo.

FRACCIÓN	SUELO	TAMAÑO EN mm
Arena	Arena muy gruesa	2.0 – 1.0
	Arena gruesa	1.0 - 0.5
	Arena media	0.5 – 0.25
	Arena fina	0.25 – 0.10
	Arena muy fina	0.10 – 0.05
Limo	Limo	0.05 – 0.002
Arcilla	Arcilla	Menor de 0.002

Fuente: ONERN (1985).

b). Denominación de las texturas

Para nombrar las distintas texturas del suelo se usan las palabras *arena*, *limo*, *arcilla* y *franco*. En el **Cuadro N° 02** se presentan las diferentes clases texturales. El suelo franco contiene una mezcla de arena, limo y arcilla en

tales proporciones que exhibe las propiedades de las tres fracciones de modo equilibrado. Contiene menos arcilla que arena y limo, ya que las propiedades de la primera se expresa con gran fuerza en relación a la cantidad de arcilla presente.

Cuadro N° 02: Agrupamiento textural.

SUELOS	TEXTURA	CLASE TEXTURAL
Arenosos	Gruesa	Arena Arena franca
	Moderadamente gruesa	Franco arenoso Franco arenoso fino
Francos	Media	Franco arenoso muy fino Franco Franco limoso Limoso
	Moderadamente fina	Franco arcilloso Franco arcillo arenoso Franco arcillo limoso
Arcillosos	Fina	Arcillo arenoso Arcillo limoso Arcilla

Fuente: **ONERN (1985)**.

c). Nutrición mineral de las plantas

Los minerales forman las rocas y éstas al meteorizarse forman el material madre del suelo. En el suelo se encuentran cientos de minerales, pero en las plantas sólo se han encontrado alrededor de 50 elementos y de ellos solamente 16 han sido reconocidos como esenciales para el crecimiento de las plantas (ver **Figura N° 01**).

d). Elementos esenciales o nutrientes

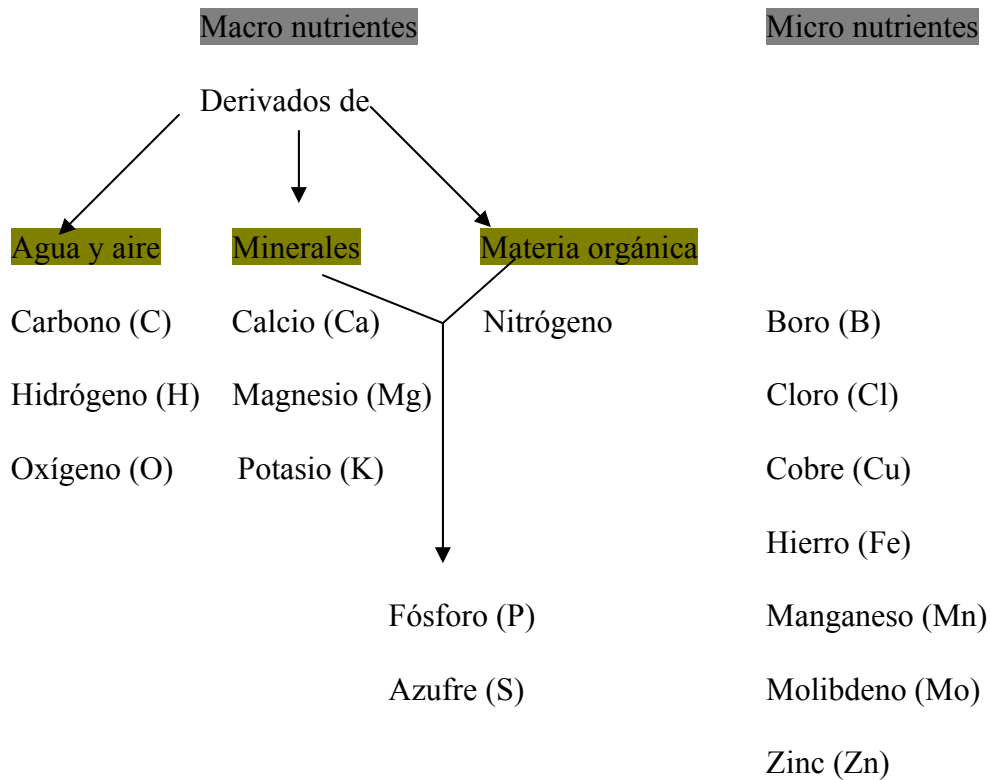
Dos criterios determinan la esencialidad de un nutriente para la planta:

- La planta lo necesita para completar su ciclo de vida.
- Está directamente envuelto en la nutrición de la planta.

e). Macro y micro nutrientes

Los **Macro nutrientes**, son requeridos por las plantas en cantidades grandes, normalmente sobre 500 ppm; ya que ellos hacen el volumen del tejido estructural y protoplasmático de la planta; mientras que los **Micro nutrientes** son necesarios solamente en cantidades muy pequeñas, usualmente menos de 50 ppm.

Figura N° 01: Nombre y símbolo de los elementos minerales esenciales para las plantas.



f). La reacción del suelo

El término pH se usa para expresar la concentración de iones H^+ . En un pH 7 la concentración de iones H^+ es igual a la concentración de iones OH^- , un cambio en pH indica cambio en la concentración de iones H^+ y OH^- . Un pH menor que 7 indica que la concentración es ácida y es alcalina si el pH es mayor que 7.

g). Escala de pH

La escala de pH va desde valores de 0 a 14, pero en los suelos se han encontrado valores entre 3.5 y 10, tal como se muestra en el **Cuadro N° 03**. Casi todos los suelos con pH superior a 8 poseen un exceso de sales o un elevado % de Na en sus sitios de intercambio catiónico. Los suelos con pH inferior a 4, generalmente contienen ácido sulfúrico.

Cuadro N° 03: Escala de pH.

Grado de acidez y alcalinidad	Valor de pH
Muy extremadamente ácido	< 3.5
Extremadamente ácido	3.5 – 4.5
Muy fuertemente ácido	4.5 – 5.0
Fuertemente ácido	5.0 – 5.5
Moderadamente ácido	5.5 – 6.0
Ligeramente ácido	6.0 – 6.6
Neutro	7.0
Ligeramente alcalino	7.3 – 8.0
Moderadamente alcalino	8.0 – 8.5
Fuertemente alcalino	8.5 – 9.5
Muy fuertemente alcalino	>10

Fuente: **ONERN (1985)**.

En el **Cuadro N° 04** se presenta las escalas adoptadas para la interpretación de los niveles críticos de nutrientes disponibles en suelos ácidos.

Cuadro N° 04: Niveles críticos de nutrientes disponibles en suelos ácidos.

Elemento	Bajo	Medio	Alto
N %	< 0.08	0.09 - 0.14	> 0.14
pH (2.5: 1 suelo : agua)	< 5.0	5.0 - 6.0	6.1 - 6.5
Materia orgánica %	< 2.0	2.1 - 4.0	> 4.0
Ca cambiable, meq/100 g	< 1	1 - 4	> 4
Mg cambiable, meq/100 g	< 0.3	0.3 - 1	> 1
K cambiable, meq/100 g	< 0.2	0.2 - 0.3	> 0.3
K disponible ppm	0 – 100	100 - 200	>200
Saturación de Al. %	<25	25 - 65	>65
CICE, meq/100 g	< 4	4 - 30	> 30
P disponible, ppm	< 12	12 - 25	> 25
S-SO4 disponible, ppm	< 5	5 - 10	> 10
Zn disponible. ppm	< 1	1 - 5	> 5
Cu disponible. ppm	< 1	1 - 3	> 3
Fe disponible. ppm	< 10	75 - 100	> 150
Mn disponible. ppm	< 5	5 - 10	> 10
B disponible. ppm	< 0.1	0.1 - 0.5	> 1.5

Fuente: **AYRE, O. Y ROMAN, R. (1992).**

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Características del área de estudio

3.1.1. Ubicación

El área de estudio está ubicado en la margen izquierda del río Mayo a 10 km. aproximadamente del Caserío de Nuevo Moyabamba (ver **Anexos N° 24 y 25**). Políticamente se ubica en el Sector Cerro Tambo, Distrito de Moyobamba, Provincia de Moyobamba, Departamento de San Martín. Teniendo una altitud máxima de 1589 m.s.n.m. Geográficamente está en las Coordenadas UTM:

Este 243000 Norte 9366000

Este 250000 Norte 9773000

3.1.2. Accesibilidad

La principal vía de acceso al Cerro Tambo desde Moyobamba es la Carretera Marginal Fernando Belaunde Terry, pasando por Rioja, Nueva Cajamarca y posteriormente al Distrito de Awajun (Comunidad Nativa Bajo Naranjillo), a partir de allí se toma el desvío (trocha carrozable) con destino a la balsa cautiva de José Olaya (78 km) en un tiempo total de 1 hora con 15 minutos en camioneta 4X4; cruzado el río Mayo se recorre a pie durante 6 horas, hasta el área de estudio indicado (22 km).

3.1.3. Límites

Los límites del área de estudio son:

Norte	:	Cordillera Cahuapanas
Sur	:	Comunidad Nativa El Dorado
Este	:	Río Tioyacu
Oeste	:	Río Cachiyacu

3.1.4. Clima

Datos registrados en la Estación Meteorológica Digital T1 “Cerro Tambo” a una altitud de 1410 m.s.n.m., indican características climáticas de temperatura, humedad relativa y precipitación correspondientes al año 2000 (ver **Anexo N° 22**).

3.1.5. Geología

Las cuencas altas de los ríos Avisado y Tioyacu presentan una formación del jurásico, tres formaciones del cretáceo y tres formaciones del cuaternario. Las formaciones jurásico y cretáceo están compuestas predominantemente de areniscas con componentes cuarzosos. En algunos casos se encuentran conglomerados y areniscas limosas. Las dos formaciones mas recientes del cretáceo son: la formación esperanza (Ki-e) y la formación agua caliente (Ki-ac) se encuentran solo en las pequeñas áreas en el norte y nor este de las cuencas.

3.2. Metodología

3.2.1. Número de parcelas

Los 10 lugares estudiados a lo largo de una pendiente altitudinal que va de 1200 - 1589 m.s.n.m. (ver **Anexo N° 06**), son representativos de las condiciones ambientales predominantes en el área de estudio.

3.2.2. Forma y distribución de las parcelas

La forma de las parcelas se obtuvo utilizando el relascopeo de espejo, método que consiste en buscar un centro; se gira a medida que se realiza las mediciones, cubriendo una vuelta completa de 360°. Hay 4 escalas principales de diferentes anchuras, y el uso va a depender del tipo de bosque, cada árbol que aparece en la escala mayor es contado con valor "1", cada árbol que aparece igual vale "0.5" (el resto no es considerado). Así entran árboles según su diámetro y distancia.

El relascopeo de espejo es utilizado en los estudios de vegetación, donde las parcelas representan áreas geográficas pequeñas.

3.2.3. Brigada de trabajo

El trabajo de campo fue realizado por una brigada conformada por:

- 1 jefe de trabajo (tesista)
- 2 ayudantes para mediciones forestales, obtención de muestras de árboles y calicatas.

3.2.4. Variables obtenidas en campo

Las informaciones obtenidas en campo se muestran en el **Anexo N° 19**.

3.2.5. Método de medición

En la presente investigación, se utilizó el **método de “muestreo al azar estratificado”**, la delimitación de los diferentes estratos de bosques se hizo mediante una interpretación visual del tipo de vegetación: Bosque Pre-montano Alto y Bosque Chamizal. Dentro de cada uno de ellos se delimitó un área más pequeña (parcelas ó plots) para luego trabajar con el relascopio, aparato que nos permite contar árboles en distancia que son relacionadas a sus diámetros.

3.2.6. Procesamiento de datos

3.2.6.1. Cálculo de la altura del árbol

Para determinar la altura de un árbol en el campo, se presentan básicamente tres situaciones:

- a). La visual horizontal del observador da entre la base y el ápice del árbol.

$$H = OC (\tan \alpha + \tan \beta)$$

- b). La visual horizontal del observador da arriba del ápice del árbol.

$$H = OC (\tan \beta - \tan \alpha)$$

- c). La visual horizontal del observador da debajo la base del árbol.

$$H = OC (\tan \alpha - \tan \beta)$$

Donde:

H = altura del árbol en metros

OC = distancia horizontal al árbol en metros

α = ángulo del observador al ápice del árbol

β = ángulo del observador a la base del árbol

3.2.6.2. Cálculo de la abundancia de cada árbol por hectárea

El relascopeo permite calcular la abundancia de cada árbol por hectárea.

La fórmula utilizada para cada árbol incluido en la visualización del relascopeo, fue la siguiente:

Escala 0.25 $2500/(\text{circ})^2 \times \pi \times \text{valor de relascopeo (0.5 o 1)}$
Escala 0.5 $10000/(\text{circ})^2 \times \pi \times \text{valor de relascopeo (0.5 o 1)}$
Escala 1 $40000/(\text{circ})^2 \times \pi \times \text{valor de relascopeo (0.5 o 1)}$

3.2.6.3. Área basal

Fue calculada a través de la siguiente fórmula:

$$G = f_n \times N$$

Donde:

G= área basal

f_n = factor de numeración, esta dado por la escala utilizada

Escala 0.25 $f_n=0.0625$

Escala 0.5 fn=0.25

Escala 1 fn=1

N= Número total de árboles considerados por su diámetro (por ejemplo: 1+0.5+1+1+1+0.5 ...)

3.2.6.4. Biomasa aérea

Se calculó para cada árbol incluido en la visualización del relascopeo según **OGAWA (1965)**.

Biomasa (árbol) =

$$0.0396 \times ((\text{circ} / \pi)^2 \times \text{altura})^{0.9326} + 0.003487 \times (\text{circ} / \pi)^2 \times \text{altura}^{1.027}$$

Biomasa de cada árbol/ hectárea =

biomasa (árbol) x abundancia de cada árbol/hectárea

Biomasa total/ hectárea =

suma de biomasa de cada árbol/ hectárea

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Parámetros meteorológicos registrados en la Estación Digital Cerro Tambo

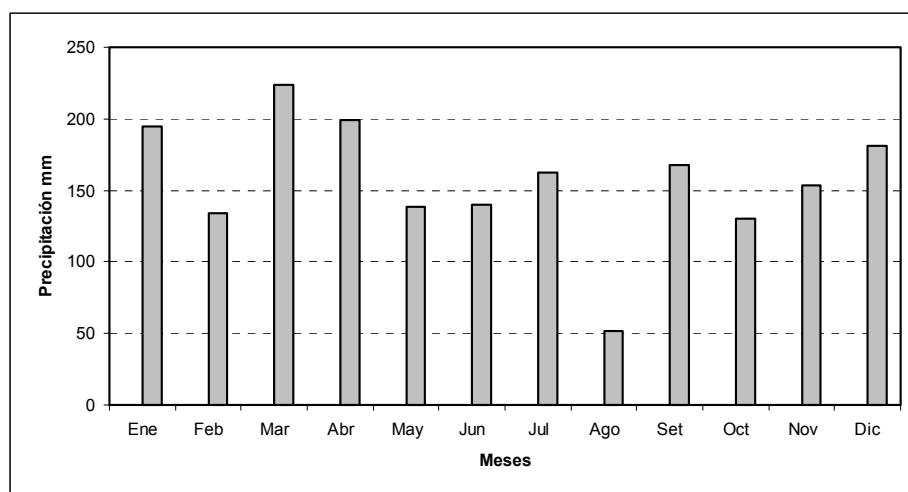
Los datos registrados en la Estación Meteorológica Digital del Cerro Tambo periodo 2000 (ver **Foto N° 07** y **Anexo N° 22**), indican las siguientes características meteorológicas:

4.1.1. Precipitación

La precipitación total acumulada en la Estación Meteorológica Digital del Cerro Tambo en el año 2000 fue elevada, alcanzando un valor de 1876.4 mm/año, donde la mayoría de los meses sobrepasaron los 150.0 mm/mes de precipitación total mensual (ver **Gráfico N° 01**), siendo Marzo el mes que acumuló la mayor precipitación total mensual anual con 223.7 mm/mes.

La precipitación total anual registrada en la Estación Climatológica Ordinaria (CO) Moyobamba fue inferior en 438.9 mm en comparación con la Estación Meteorológica Digital (ver **Anexos N° 22** y **23**), no coincidiendo en ambas Estaciones el mes de mayor precipitación; ya que en la Estación Meteorológica Digital ocurrió en el mes de Marzo, mientras que en la Estación CO – Moyobamba fue en Diciembre, mes donde se presentó la mayor acumulación total mensual que superó en 41.6 mm a la registrada en la Estación Meteorológica Digital.

Gráfico N° 01: Precipitación total mensual (mm) Estación Meteorológica Digital Cerro Tambo - año 2000.



4.1.2. Temperatura

El promedio anual de la temperatura máxima registrada en la Estación Meteorológica Digital Cerro Tambo en el año 2000 fue de 24.6°C, siendo el mes de Noviembre el que mayor promedio mensual registró con 26.2°C.

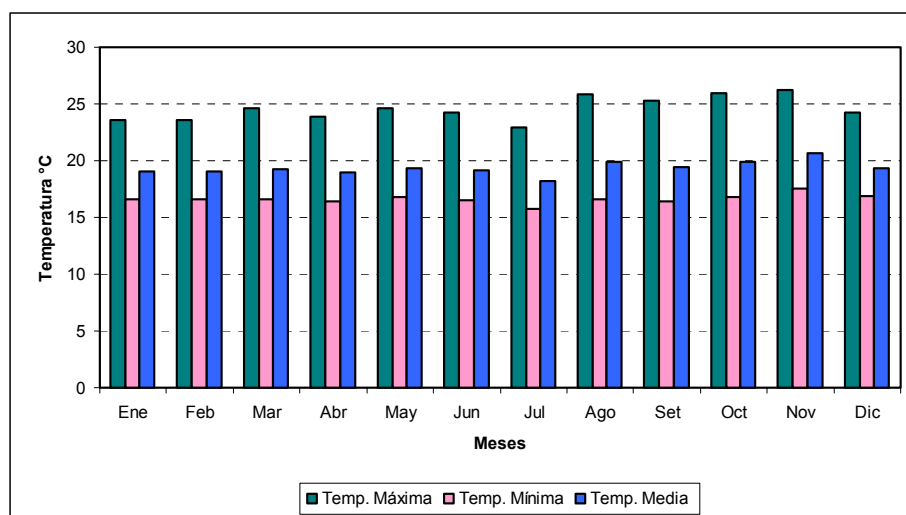
El promedio anual de la temperatura mínima en el año 2000 fue de 16.6°C, donde el mes de Julio (mes de fuertes vientos) registró la menor temperatura promedio mensual de 15.7°C.

El promedio anual de la temperatura ambiental fue de 19.4°C, donde los meses de Noviembre y Julio registraron el mayor y menor promedio mensual con 20.6 y 18.2°C respectivamente (ver **Gráfico N° 02**).

Las temperaturas máxima, mínima y ambiental del aire registrado en la Estación Climatológica Ordinaria (CO) Moyobamba fue mayor en 3.2, 1.9 y 2.9°C a la registrada por la Estación Meteorológica Digital (ver

Anexos N° 22 y 23).

Gráfico N° 02: Temperatura del aire (°C) Estación Meteorológica Digital Cerro Tambo - año 2000.



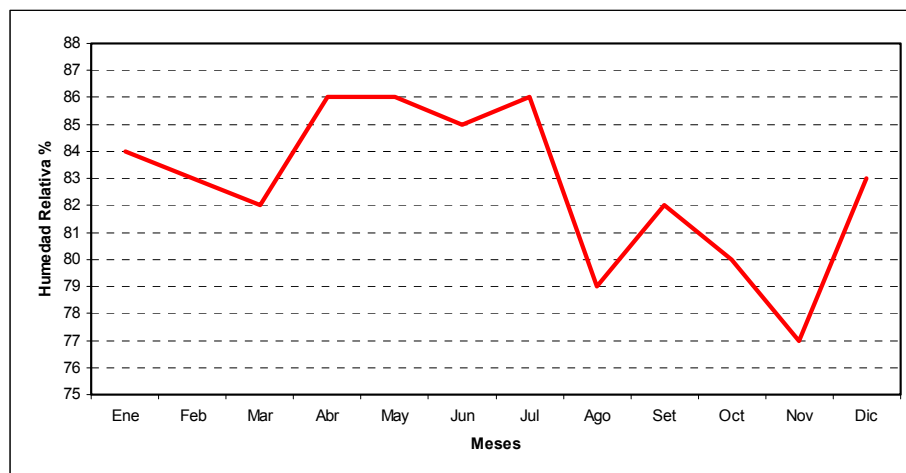
4.1.3. Humedad relativa

El promedio anual de la humedad relativa en la Estación Meteorológica Digital Cerro Tambo fue de 83%, donde los meses de Abril, Mayo y Julio registraron los mayores promedios mensuales que alcanzan el 86% de humedad relativa (ver **Gráfico N° 03**).

La humedad relativa promedio anual registrada en la Estación Climatológica Ordinaria (CO) Moyobamba fue mayor en 1% al de la Estación Meteorológica Digital.

Ambas Estaciones Meteorológicas coincidieron en el mes donde se presentaron el mayor y menor promedio mensual de temperatura (máx., mín. y ambiental) y humedad relativa (ver **Anexos N° 22 y 23**).

Gráfico N° 03: Humedad relativa promedio mensual (%) Estación Meteorológica Digital Cerro Tambo - año 2000.



4.2. Estructura del bosque prístino del Cerro Tambo

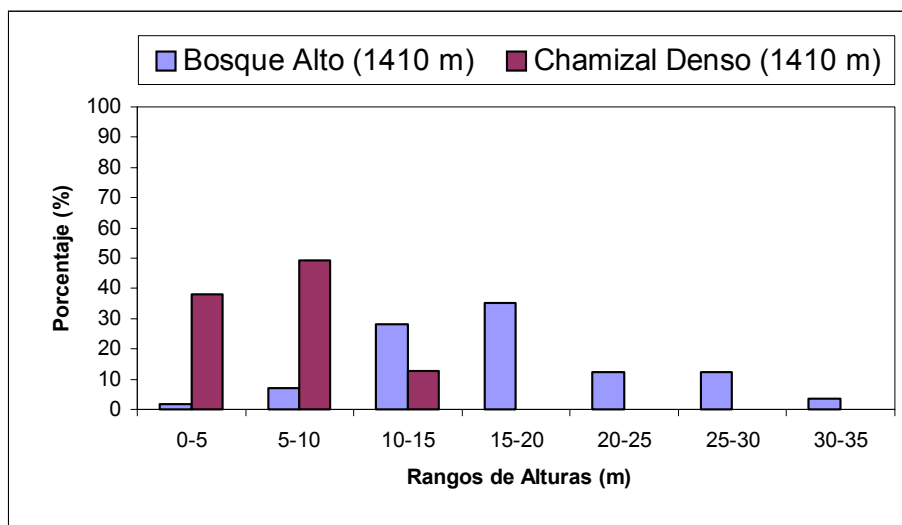
En el Bosque Chamizal Abierto y Denso (ver **Foto N° 01**) y Bosque Pre-montano Alto (ver **Foto N° 02**) del Cerro Tambo, se determinó las siguientes características estructurales (ver **Anexos N° 03 - 05**), que a continuación se detallan:

4.2.1. Altura de los árboles

Se calculó la distribución de clases de alturas de los árboles en las áreas de estudio en el Cerro Tambo (ver **Gráficos N° 04 - 06**). Los datos estuvieron basados en las medidas tomadas usando el relascopio de Bitterlich (ver **Foto N° 08**), se consideraron árboles que presentaron buen desarrollo vertical para la determinación de la altura, la cual se realizó utilizando el clinómetro (ver **Foto N° 06**).

El cuadro resumen para la realización de los **Gráficos N° 04 - 06** se encuentra en el **Anexo N° 07**, la misma que fue obtenida de los **Anexos del N° 10 - 18**.

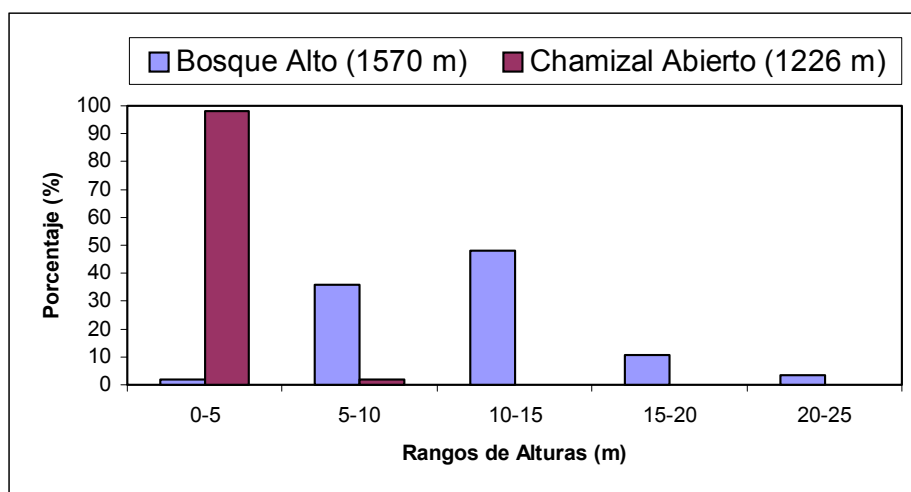
Gráfico N° 04: Estratificación vertical en categorías de 5 m en el Bosque Alto “T2” y Chamizal Denso “T5”.



En la parcela del Bosque Pre – montano Alto “T2” (cantidad de individuos = 57), los árboles mas altos encontrados superaron los 30 m, donde el 91% de los árboles tuvieron una altura superior a los 10 m, con 35% de los árboles correspondientes a la categoría de 15 – 20 m (ver **Gráfico N° 04**).

En el Bosque Chamizal Denso “T5” (cantidad de individuos = 87), los árboles que se encuentran en el rango de 5 – 10 m de altura predominaron con un 49.4%, y solo el 12.6% alcanzó una altura de mas de 10 m. La altura máxima registrada en el Bosque Chamizal Denso fue de 13.6 m (ver **Gráfico N° 04**).

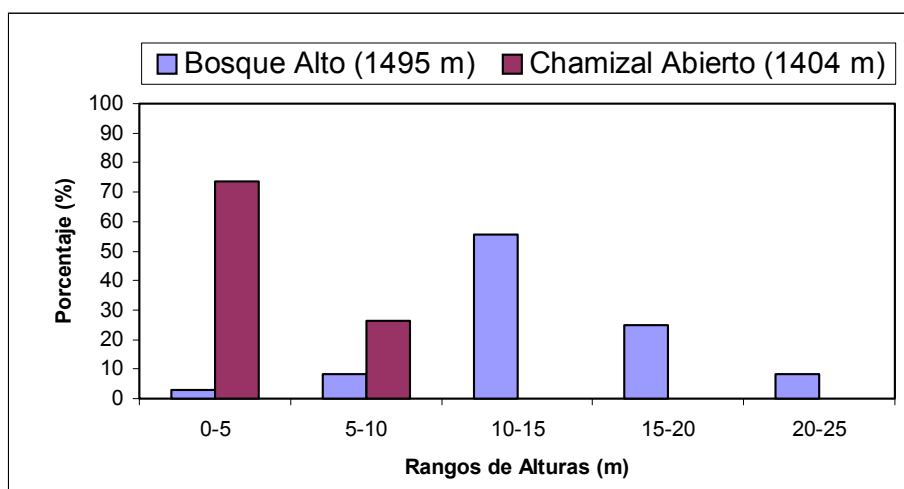
Gráfico N° 05: Estratificación vertical en categorías de 5 m en el Bosque Alto “T3” y Chamizal Abierto “HLC 09”.



En el Bosque Pre – montano Alto “T3” (cantidad de individuos = 56), los árboles mas altos encontrados superaron los 22 m, donde el 62.5% corresponde a árboles mayores de 10 m de altura, siendo el rango de 10 – 15 m el que mayor porcentaje de árboles obtuvo (ver **Gráfico N° 05**).

Así mismo en el Bosque Chamizal Abierto “HLC09” de los 54 árboles medidos, el 98% corresponde alturas inferiores a 5 m, encontrándose solo un árbol con una altura de 6 m (ver **Gráfico N° 05**).

Gráfico N° 06: Estratificación vertical en categorías de 5 m en el Bosque Alto “HLC 06” y Chamizal Abierto “HLC 05”.



En el Bosque Pre – montano Alto “HLC06” (cantidad de individuos = 36), los árboles mas altos alcanzaron una altura de 25 m, donde los árboles mayores de 10 m representan el 88.9%, siendo el rango de 10 – 15 m el que mayor porcentaje de árboles obtuvo 55.6% (ver **Gráfico N° 06**).

Seguidamente en el Bosque Chamizal Abierto “HLC05” (cantidad de individuos = 38), el mayor porcentaje de árboles se encuentra en alturas menores a 5 m con un 73.7%. La altura máxima alcanzada por los individuos de esta parcela fue de 6.6 m (ver **Gráfico N° 06**).

La altura de los árboles del Bosque Pre-montano Alto fue menor que en los Bosques de tierras bajas, dónde el dosel superior frecuentemente alcanza 30-60 m. Sin embargo, de acuerdo a **READING et al (1995)**, los Bosques lluviosos Pre-montanos pueden tener un dosel superior de 20-40 m de altura. **DEMPEWOLF (2000)** calculó un valor medio

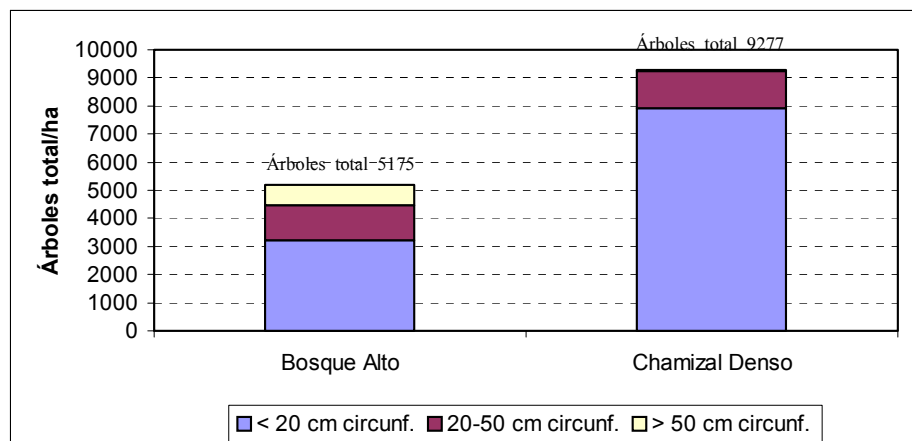
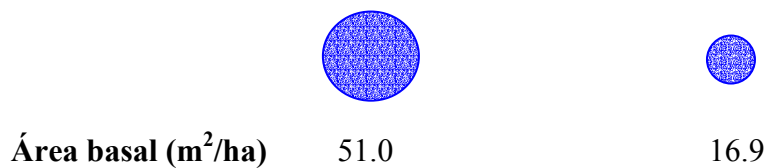
máximo de altura de los árboles de 25 m para el Bosque Pre-montano del Cerro Tambo.

El Bosque de Chamizal Abierto, también podría ser comparable a la vegetación del Cerrado en la parte central de Brasil. Los árboles del Cerrado, compuesta por plantas altas y leñosas, de corteza gruesas, copas abiertas y hojas grandes y retorcida, que es la vegetación bien desarrollada, no exceden mas de 9 m de altura **WALTER & BRECKLE (1984)**.

4.2.2. Área basal y abundancia de árboles por hectárea

El cuadro resumen para la realización de los **Gráficos N° 07 - 09** se encuentra en el **Anexo N° 08**, la misma que fue obtenida de los **Anexos del N° 10 - 18**.

Gráfico N° 07: Área basal y abundancia de árboles por hectárea relacionada con los diferentes rangos de circunferencias en el Bosque Alto “T2” y Chamizal Denso “T5”.



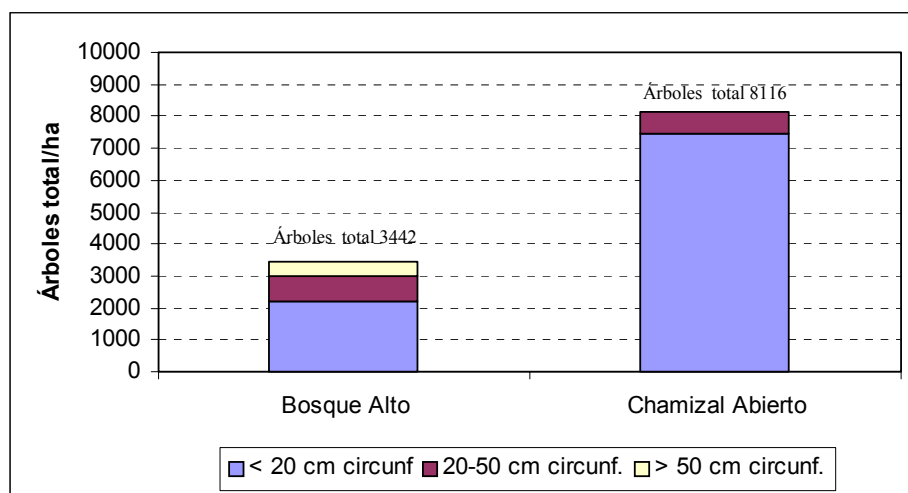
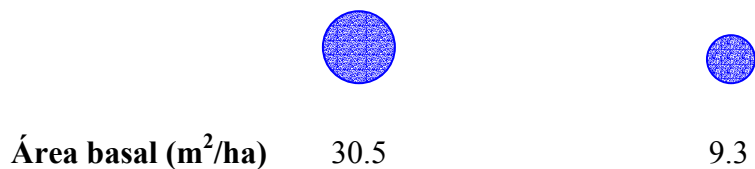
En el Bosque Pre – montano Alto “T2” el 62% de los árboles de la parcela presentaron una circunferencia menor a 20 cm, mientras el 14% una circunferencia mayor a 50 cm.

Seguidamente comparando el Bosque Chamizal Denso “T5” los árboles mayores de 50 cm de circunferencia formaron parte de 0.3%, ocupando árboles con circunferencia menor a 20 cm el 85.2% del total de individuos.

La parcela del Bosque Pre – montano Alto “T2” presentó en promedio una circunferencia de 71 cm de un total de 57 individuos, alcanzando una circunferencia máxima de 165 cm; mientras que en el Bosque Chamizal Denso el promedio fue de 24.2 cm de circunferencia de un total de 87 árboles, representando solo el 34.1% de la circunferencia promedio obtenida por el Bosque Pre – montano Alto “T2”. La circunferencia máxima encontrada en esta parcela fue de 120 cm, lo cual nos indica que los árboles de ese tipo de Bosque Chamizal Denso pueden alcanzar diámetros mayores y por lo tanto una edad bastante avanzada.

El número total de árboles no influyó en el área basal en estas dos parcelas, lo que marcó la diferencia fue el tamaño de los árboles; ya que las parcelas “T2” y “T5” reportaron una área basal de 51.0 y 16.9 m²/ha respectivamente (Ver **Gráfico N° 07**).

Gráfico N° 08: Área basal y abundancia de árboles por hectárea relacionada con los diferentes rangos de circunferencias en el Bosque Alto “HLC 06” y Chamizal Abierto “HLC 05”.



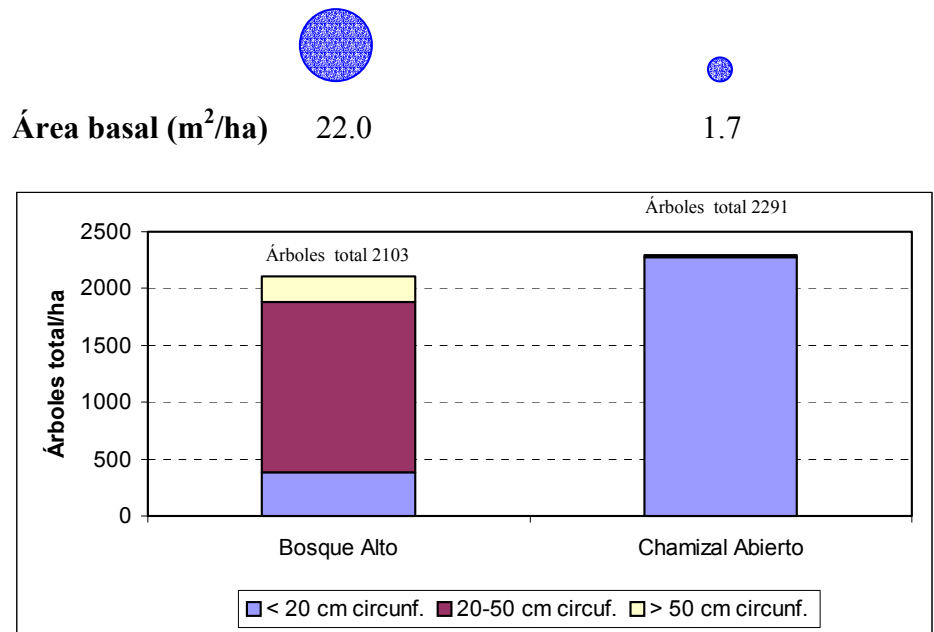
En la parcela del Bosque Pre – montano Alto “HLC06” el 63.3% de los árboles presentaron una circunferencia menor de 20 cm y el 12.7% una circunferencia mayor de 50 cm. La circunferencia máxima encontrada fue de 160 cm, con un promedio de 59.1 cm de un total de 36 individuos.

En el Bosque Chamizal Abierto “HLC05” los árboles menores a 20 cm de circunferencia formaron parte de la parcela en un 91.8% y la diferencia 8.2% se encontraron en el rango de 20 – 50 cm. La circunferencia máxima encontrada fue de 44 cm, con un promedio de 20.2 cm de un total de 38 individuos.

La cantidad de árboles total por hectárea es mayor en el Bosque

Chamizal Abierto “HLC05” que en el Bosque Pre – montano Alto “HLC06” con 8116 y 3442 árboles/ha y una área basal de 9.3 y 30.5 m²/ha respectivamente (ver **Gráfico N° 08**).

Gráfico N° 09: Área basal y abundancia de árboles por hectárea relacionada con los diferentes rangos de circunferencias en el Bosque Alto “HLC 07” y Chamizal Abierto “HLC 09”.



En la parcela del Bosque Pre – montano Alto “HLC07” el 70.9% de los árboles se encuentran en el rango de 20 – 50 cm de circunferencia y el 10.7% posee circunferencias mayores a 50 cm. La circunferencia máxima alcanzada en esta parcela fue de 126 cm, con un promedio de 56 cm de un total de 23 individuos.

En el Bosque Chamizal Abierto “HLC09” el 99.4% de los árboles presentaron una circunferencia menor a 20 cm. La circunferencia máxima alcanzada fue de 26 cm, con un promedio de 11.9 cm de un total de 54 individuos.

La cantidad de árboles total por hectárea fue mayor en la parcela “HLC09” que en “HLC07” con 2291 y 2103 árboles/ha y con una área basal de 1.7 y 22.0 m²/ha respectivamente (ver **Gráfico N° 09**).

La densidad de los árboles de los sitios estudiados en el Bosque Pre-montano Alto son comparables a los valores reportados para Bosques Montanos de Jamaica **TANNER (1977)**, donde el número de árboles/hectárea varió de 200-2700 en el Bosque con Claros y de 200-4900 y 400-5200 árboles/hectárea en los Bosques de Cima. Este valor es comparable a los obtenidos en las 3 parcelas del Bosque Pre-montano Alto del Cerro Tambo que varió entre 2100-5175 árboles/hectárea; mientras que los valores calculados para el Chamizal fue superior a los reportados en el Bosque con Claros de Jamaica.

El área basal registrado en los Bosques Primarios Húmedos **MURPHY Y LUGO (1986)**, se encuentra entre 20-75 m²/ha y de 3-65 m²/ha en los Bosques de Cima registrado por **TANNER (1977)** en las Blue Mountains, estos valores fueron mas altos que los valores registrados en el Bosque Pre-montano Alto en donde el área basal fue de 22-51 m²/ha; mientras que en el Bosque del Cerrado en la parte central de Brasil **DI CASTRI (1981)**, calculó un área basal de 12-17 m²/ha que es comparable al obtenido en el Chamizal Denso del Cerro Tambo 11.8-16.9 m²/ha.

4.2.3. Biomasa aérea

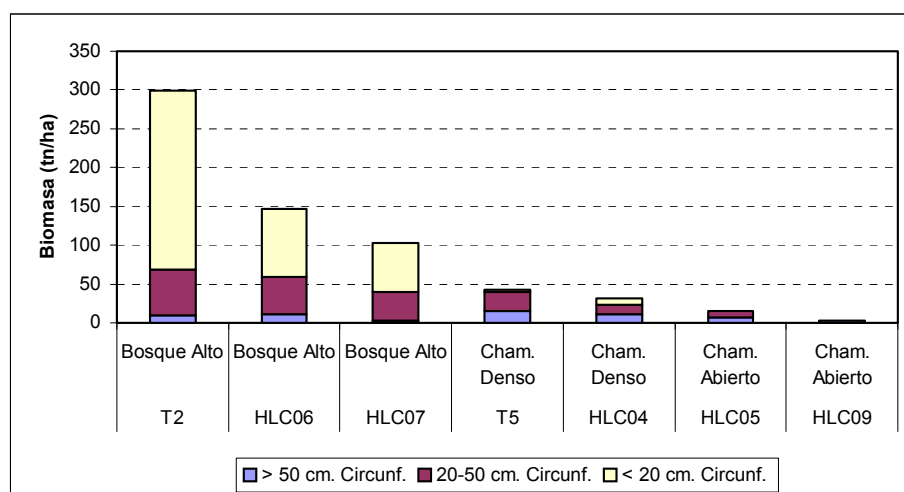
En las parcelas del Bosque Chamizal Denso “T5” y “HLC04” se calculó una biomasa aérea de 43.01 y 31.92 tn/ha, donde el rango de circunferencia de 20 – 50 cm concentró la mayor cantidad de biomasa en ambas parcelas con 24.5 y 12.3 tn/ha respectivamente (ver **Gráfico N° 10**).

En las parcelas de Bosque Chamizal Abierto “HLC05” y “HLC09” se estimó una biomasa aérea de 15.23 y 2.43 tn/ha, concentrándose la mayor cantidad de biomasa aérea en el rango de circunferencia menor a 20 cm en “HLC09” (2.3 tn/ha); no ocurriendo igual en “HLC05” donde la mayor cantidad de biomasa aérea se concentró en el rango de 20 – 50 cm (8.2 tn/ha) (ver **Gráfico N° 10**).

En la parcela del Bosque Pre - montano Alto “T2” se estimó 299.48 tn/ha de biomasa aérea; mientras que en la segunda y tercera parcela “HLC06” y “HLC07”, se obtuvieron 146.89 y 102.49 tn/ha, siendo el rango mayor a 50 cm el que mayor valor de biomasa registró en las tres parcelas con 231.4, 87.5 y 62.2 tn/ha respectivamente (ver **Gráfico N° 10**).

El cuadro resumen para la realización del **Gráfico N° 10** se encuentra en el **Anexo N° 09**, la misma que fue obtenida de los **Anexos del N° 10 - 18**.

Gráfico N° 10: Aporte de los diferentes rangos de circunferencias a la biomasa registrada en los Bosques del Cerro Tambo.



En el Bosque Pre-montano Alto del Cerro Tambo se determinó una biomasa aérea de 102-300 tn/ha, que fue inferior a los valores publicados por **BROWN (1991)**, en donde la biomasa varía de 82 – 350 tn/ha para el Bosque Tropical Seco y Húmedo y **DEMPEWOLF (2000)**, calculó una biomasa aérea de +/- 180 – 240 tn/ha para un Bosque bien desarrollado.

Los valores de biomasa aérea estimados para los Bosques de Chamizales, fueron comparables a los valores de biomasa obtenidos en Sabanas Arbustivas. **WALTER & BRECKLE (1999)**, describen dos tipos de Sabana en Costa de Marfil: una Sabana Arbustiva Baja con 7.4 tn/ha de biomasa leñosa aérea y una Sabana Arbórea Densa con 54.2 tn/ha biomasa leñosa aérea. Finalmente **DI CASTRI (1981)**, calculó una biomasa de 10-15 tn/ha para un área de Cerrado Denso.

4.3. Composición de especies

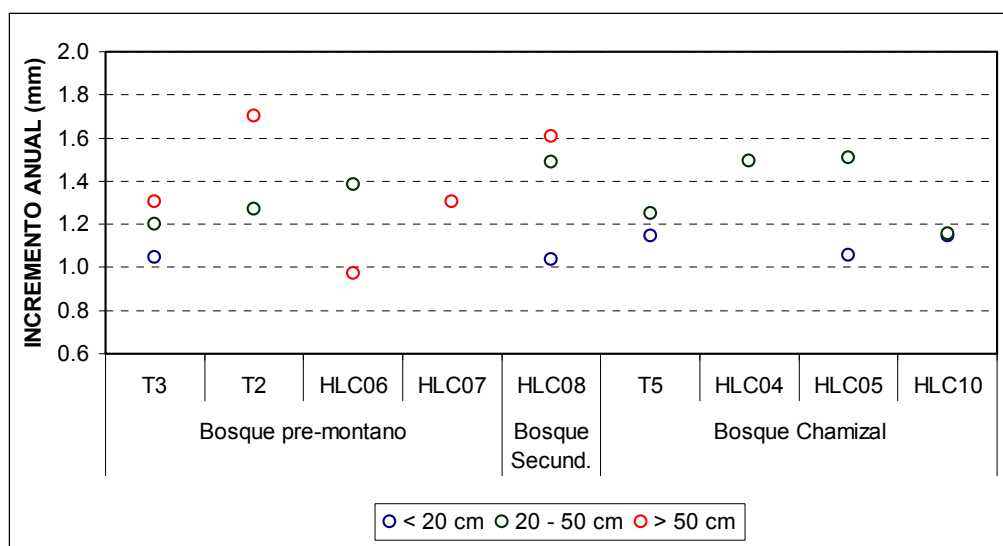
La lista de especies mostrada en el **Anexo N° 01** encontradas en el Bosque Chamizal y Bosque Pre-montano Alto del sector Cerro Tambo, incluye nombres comunes, científicos, familias y tipos de vegetación. Las muestras fueron identificadas por Dr. O. Huber-Alemania y en el Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

4.4. Crecimiento radial de los diferentes tipos de bosques

Las proporciones de crecimiento (incremento radial) de los árboles en los diferentes tipos de Bosques estudiados no eran significativamente diferentes entre el Bosque Chamizal y el Bosque Pre-montano Alto (ver **Anexo N° 02**), donde el incremento radial promedio de los árboles de cada tipo de bosque se encuentra en el rango de 0.6 – 2 mm/año (ver **Gráfico N° 11**).

En el Bosque Pre – montano Alto se encontraron árboles con una edad mayor a 150 años; mientras que los Bosques de Chamizales Abiertos y Densos resultan tener edades no mayores a 46 años.

Gráfico N° 11: Incremento radial de los diferentes tipos de Bosques en el Cerro Tambo.



Las tasas de crecimiento disminuyen con el incremento altitudinal en el Cerro Tambo. Los Bosques Pre-montanos Altos estudiados y los Chamizales muestran un crecimiento significativamente más bajo que los Bosques que se encuentran en tierras bajas (aguajales y renacales) y áreas colindantes a la región del Alto Mayo **BORNER (2000)**.

4.4.1. Incremento acumulativo del árbol e incremento anual de anillos de los diferentes tipos de bosques

Después del arraigamiento del árbol, todos los individuos del Bosque Pre-montano Alto y Chamizal de donde se obtuvieron las muestras presentaron un crecimiento lento pero muy firme. No se encontró ningún retraso significativo o aumento en el crecimiento del árbol en sí y su crecimiento vertical (ver **Gráficos N° 12 - 17**).

Gráfico N° 12: Incremento acumulativo de los árboles en el Bosque Chamizal Abierto normalizado al año 2000.

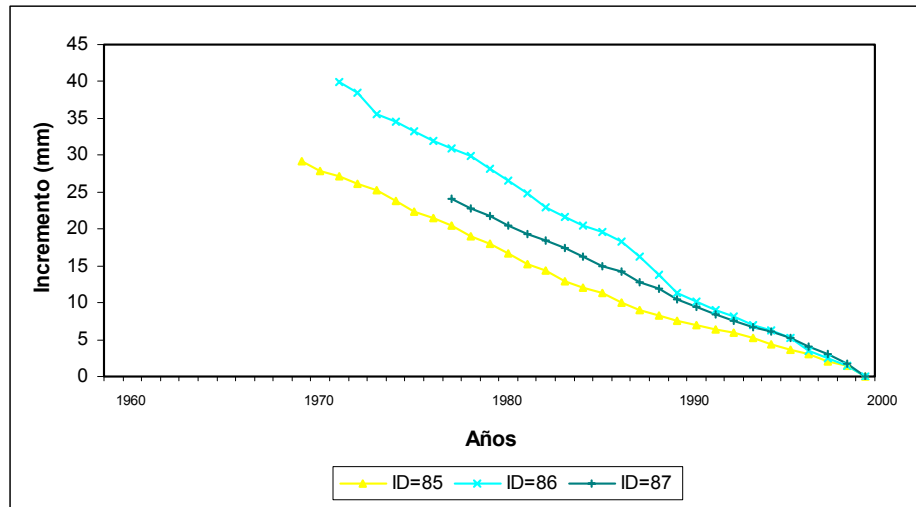
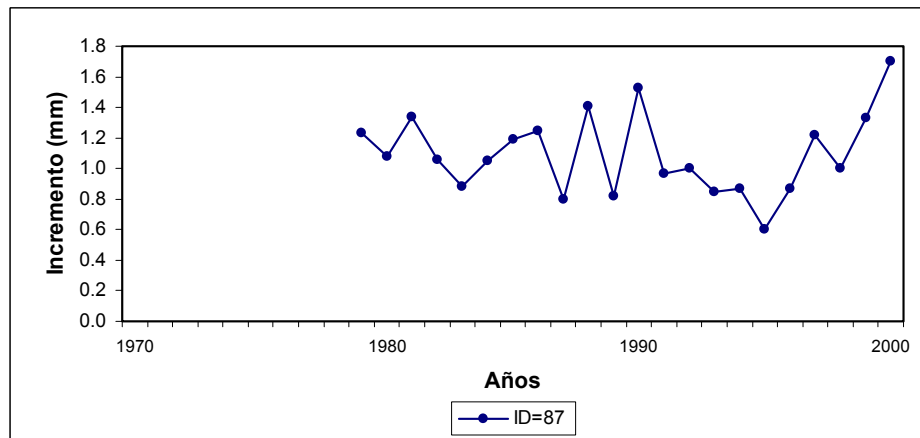


Gráfico N° 13: Incremento anual de anillos en el Bosque Chamizal Abierto normalizado al año 2000.



Las especies que se presentan en los **Gráficos N° 12** y **13** que se encontraron en el Bosque Chamizal Abierto son: ID 85: Arreaña 3 (no identificado), ID 86: Cascarilla (*Achytaea cf. Multiflora*) y ID 87 : Arreaña 1 (*Dentropanax sp*), las cuales resultan tener edades de 28, 30 y 22 años respectivamente.

Gráfico N° 14: Incremento acumulativo de los árboles en el Bosque Chamizal Denso normalizado al año 2000.

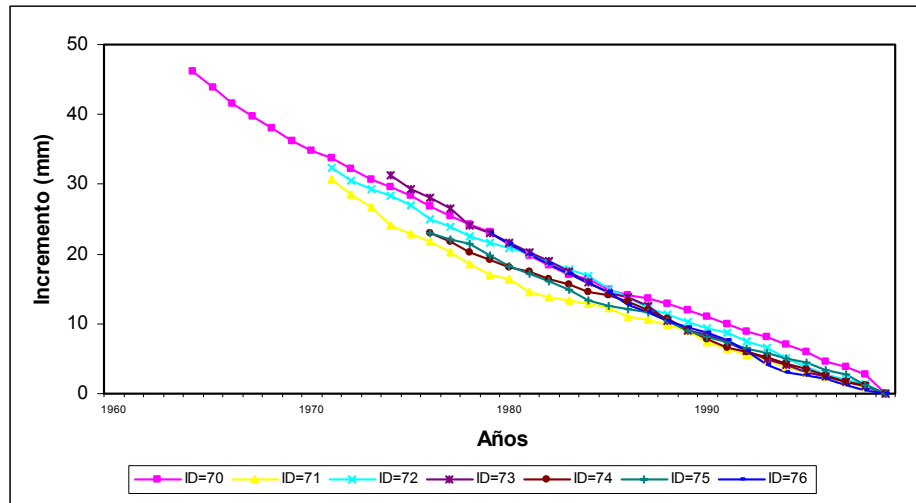
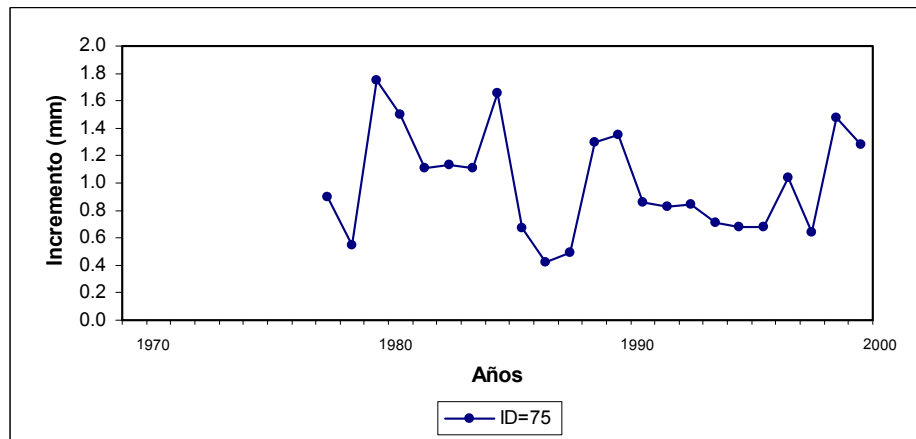


Gráfico N° 15: Incremento anual de anillos en el Bosque Chamizal Denso normalizado al año 2000.



En los **Gráficos N° 14 y 15**, los árboles de donde provenían las muestras ID 70 al 76 no fueron identificadas en el Bosque Chamizal Denso, las cuales resultan tener edades de 35, 28, 28, 25, 23, 23 y 20 años respectivamente.

Gráfico N° 16: Incremento acumulativo de los árboles en el Bosque Alto normalizado al año 2000.

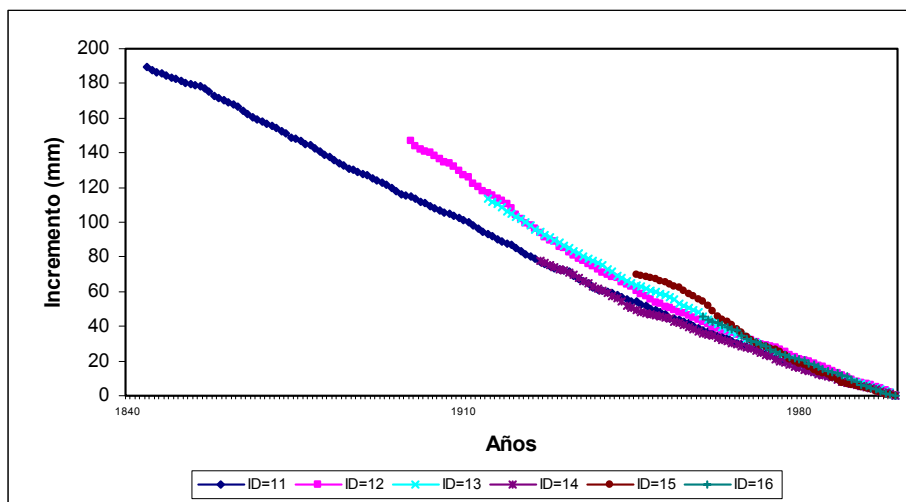
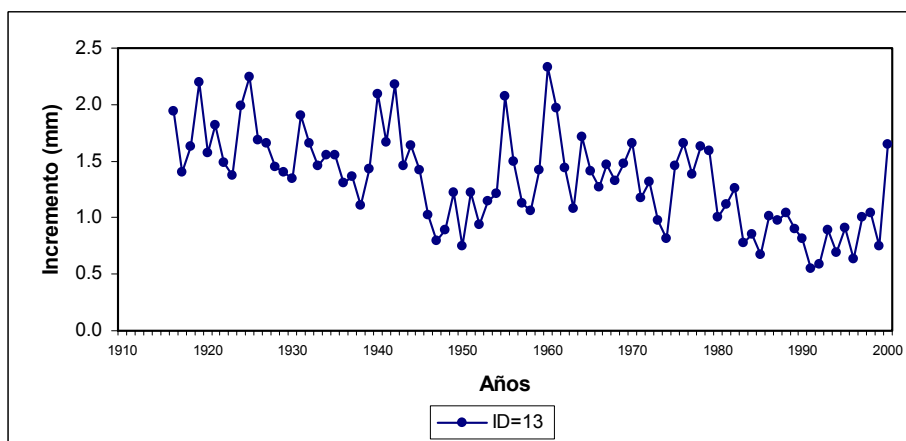


Gráfico N° 17: Incremento anual de anillos en el Bosque Alto normalizado al año 2000.



Las especies que se presentan en los **Gráficos N° 16** y **17** que se encontraron en el Bosque Pre-montano Alto son: ID 11, 13 y 15: Cashamoena (*Nectandra* sp / *Ocotea* sp), ID 12: Tiñaquiroy (*Acalypha* sp/*Conceveiba* sp/ *Conceveibastrum* sp) y ID 14 y 16: Moena amarilla (*Nectandra lineatifolia*), las cuales resultan tener edades de 156, 101, 85, 74, 54 y 40 años respectivamente.

4.5. Los suelos de las parcelas de estudio

En el área de estudio Cerro Tambo se realizaron cuatro calicatas (ver **Foto N° 04**), que correspondían a dos parcelas de Chamizales Abierto “HLC10” y Denso “T5” y dos parcelas de Bosque Pre – montano Alto “T2” y “T3”, ubicados en una gradiente altitudinal de 1200 a 1570 m.s.n.m., se realizaron descripciones de los perfiles de suelo (ver **Figura N° 02**) que a continuación se detallan:

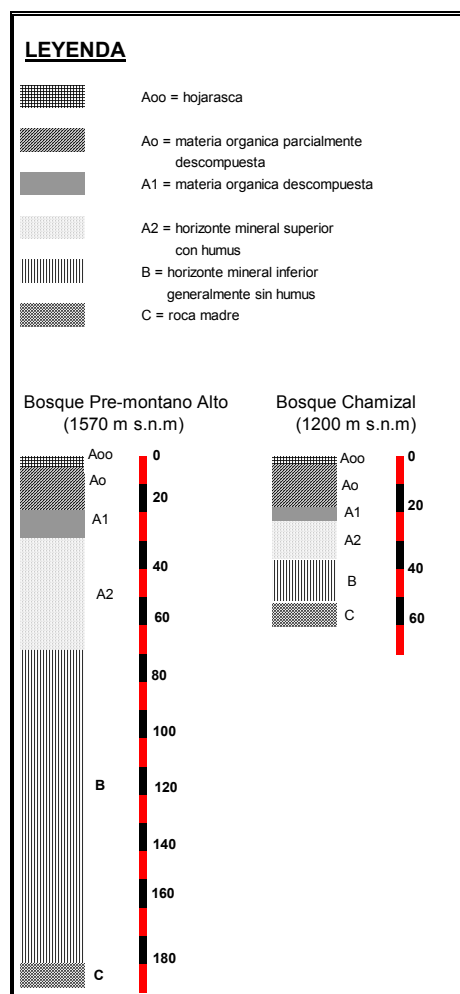
- **Horizonte A₀₀**.- Delgado, esta formado por el mantillo vegetal no descompuesto que alcanzó un espesor de 3 cm en el Bosque Chamizal Abierto; sin embargo este valor no fue mucho mayor en el Bosque Chamizal Denso y Pre-montano Alto, ya que el espesor varió entre 4 - 5 cm.
- **Horizonte A₀ – A₁**.- Formado por el material orgánico que se encuentra sobre la superficie en las parcelas del Bosque Chamizal y Bosque Pre – montano Alto. En la parcela del Bosque Chamizal Abierto y Denso “HLC10” y “T5” el horizonte A₀ y A₁ presentó un espesor de 15 y 40 cm y de 25 – 30 cm en el Bosque Pre – montano Alto.
- **Horizonte A₂** .- Debajo del horizonte A₀₀, A₀ y A₁ se encuentra la primera capa mineral que presenta en la parte superior una porción oscura por la influencia del humus que sobre este horizonte descansa.

La profundidad del horizonte A₂ en tres de las cuatro parcelas donde se realizaron calicatas fue menor a 20 cm, a excepción de la parcela del Bosque Pre – montano Alto “T3” que tuvo un espesor de casi 40 cm.

En los horizontes A₂ de las parcelas del Bosque Pre – montano Alto “T2” y Bosque Chamizal Denso “T5” se observó un proceso acelerado de lixiviación.

- **Horizonte B.-** Sobre el descansa el horizonte A, los Bosques de Chamizal fueron poco profundos 15 cm aproximadamente, en cambio en el Bosque Pre – montano Alto alcanzó más de un metro de profundidad y se reconoce debido al cambio que ocurre en color y por su menor contenido de materia orgánica.
- **Horizonte C.-** La roca madre en el Bosque Chamizal fue encontrada a una profundidad de 0.5 a 0.65 m; mientras que en el Bosque Pre - montano Alto fue a una profundidad de 1.8 m.

Figura N° 02: Perfiles de suelo en dos áreas del bosque del Cerro Tambo.



4.5.1. Niveles de nutrientes encontrados en los suelos del Cerro Tambo

4.5.1.1. Nitrógeno

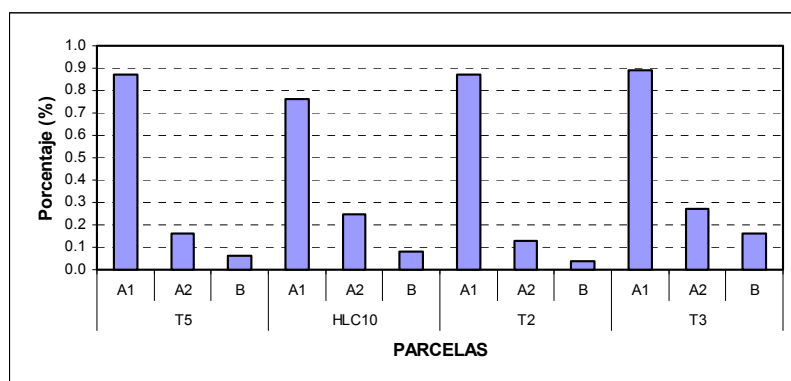
El contenido de nitrógeno en el horizonte A₁ (materia orgánica descompuesta) fue elevado en todas las parcelas, seguido en orden descendente por el horizonte A₂ y B.

De las cuatro parcelas analizadas, la parcela del Bosque Pre – montano Alto “T3” es el que más nitrógeno disponible tuvo 0.44%; ocurriendo lo contrario con la parcela “T2” con 0.35%.

La materia orgánica descompuesta (A₁), el horizonte mineral superior con humus (A₂) y el horizonte mineral sin humus (B), presentaron un contenido de nitrógeno que varió de 0.8 a 0.9, 0.1 - 0.3 y de 0.1 – 0.2%.

Las cuatro parcelas estudiadas presentaron altos contenidos de nitrógeno en porcentaje con respecto a los niveles críticos de nutrientes disponibles en suelos ácidos (ver **Anexo N° 21 y Gráfico N° 18**), con valores promedios de los horizontes A₁, A₂ y B de las parcelas “T5” y “HLC10” de 1.09%; mientras “T2” y “T3” presentaron un contenido de 1.04 y 1.32% en los mismos horizontes (ver **Anexo N° 20**).

Gráfico N° 18: Nitrógeno contenido en % en las parcelas.



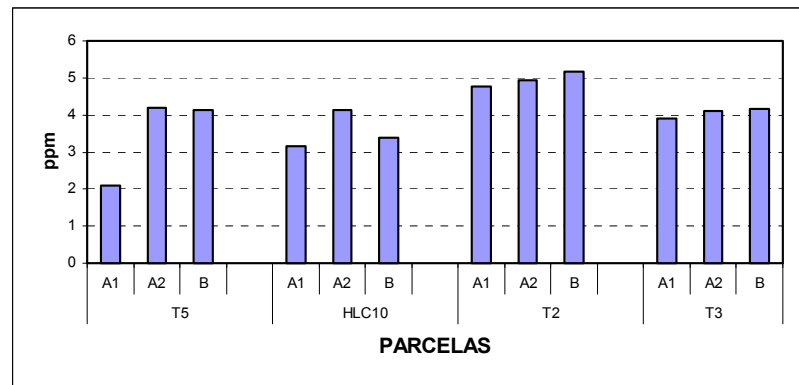
4.5.1.2. Fósforo

En el Bosque Chamizal Denso “T5” y Abierto “HLC10”, el contenido mayor de fósforo fue en el horizonte A₂; mientras que en las parcelas del Bosque Pre– montano Alto “T2” y “T3” el horizonte B es el que mayor contenido de fósforo

presentó. En las cuatro parcelas estudiadas el horizonte A₁ es el que registró menor fósforo en partes por millón (ppm).

El Contenido de fósforo (ver **Anexos N° 20 y 21**), en los horizontes de las diferentes parcelas fue muy bajo con respecto a los niveles críticos de nutrientes en suelos ácidos, ya que los valores de cada horizonte no sobrepasan las 6 ppm (ver **Gráfico N° 19**).

Gráfico N° 19: Fósforo contenido en ppm en las parcelas.



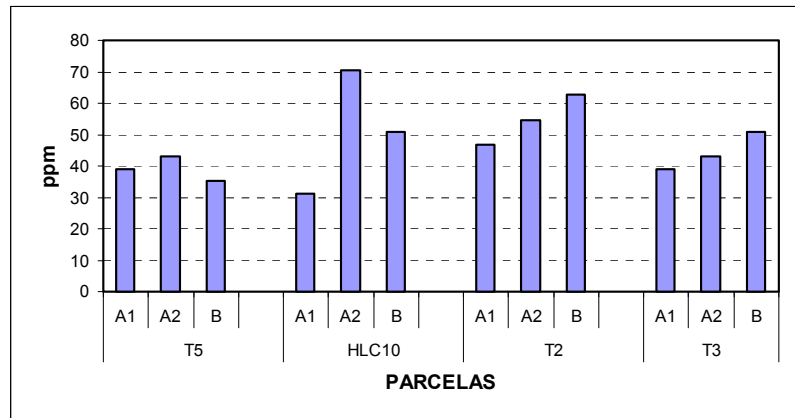
4.5.1.3. Potasio

En las parcelas del Bosque Chamizal, el horizonte A₂ presentó el mayor contenido de potasio; mientras que en las parcelas del Bosque Pre-montano Alto se dió en el horizonte B. El horizonte A₁ de las parcelas “T2”, “T3” y “HLC10” y el horizonte B de la parcela “T5” presentaron el menor contenido de potasio en ppm.

El Contenido de potasio (ver **Anexos N° 20 y 21**), en los horizontes de las diferentes parcelas fue muy bajo con respecto

a los niveles críticos de nutrientes en suelos ácidos, ya que los valores de cada horizonte no sobrepasan las 100 ppm (ver **Gráfico N° 20**).

Gráfico N° 20: Potasio contenido en ppm en las parcelas.



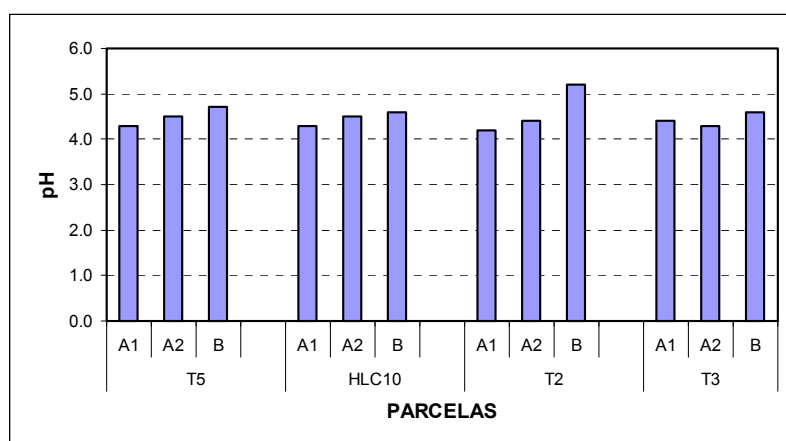
4.5.1.4. Grado de acidez

El grado de acidez promedio de los tres horizontes (ver **Foto N° 03**) en las cuatro parcelas analizadas: dos Bosques de Chamizales y dos Bosques Pre – montanos Altos, fue de extremadamente ácida a muy fuertemente ácida, con 4.4 a 4.6 de pH (ver **Anexo N° 20**).

La parcela “T3” y “T2” del Bosque Pre – montano Alto presentaron un pH promedio de los tres horizontes menor y mayor a las demás parcelas (mas y menos ácida).

El horizonte A₁ (materia orgánica descompuesta) es el que registró menores valores de pH en tres parcelas; a excepción de la parcela “T3” donde el horizonte A₂ registró el menor grado de acidez (ver **Gráfico N° 21**).

Gráfico N° 21: pH grado de acidez en las parcelas.

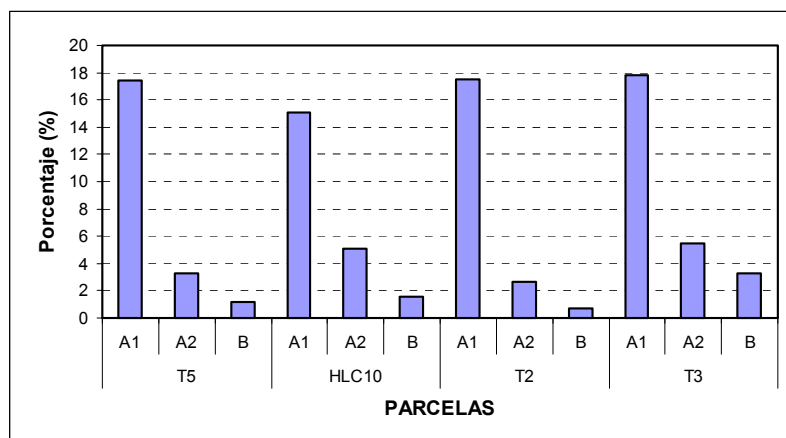


4.5.1.5. Materia orgánica

Un elevado contenido de materia orgánica registró el horizonte A₁ que es la materia orgánica descompuesta en las cuatro parcelas, muy superior a los horizontes A₂ y B (ver **Gráfico N° 22**). La parcela “T3” y “T2” del Bosque Pre – montano Alto presentaron el mayor y menor promedio de materia orgánica en porcentaje.

Los promedios obtenidos de los tres horizontes de cada parcela resultan muy elevados con respecto a los niveles críticos de nutrientes disponibles en suelos ácidos; sin embargo el promedio de los horizontes A₂ y B, a excepción de los mismos horizontes de la parcela “T3” se encuentra en el nivel medio con respecto a los niveles críticos de nutrientes disponibles en suelos ácidos (ver **Anexos N° 20 y 21**).

Gráfico N° 22: Materia orgánica % en las parcelas.



4.5.1.6. Cationes cambiabiles

- **Calcio.-** El promedio de los tres horizontes de cada parcela varió de 1.6 – 1.8 meq/100g de suelo, que hace que se encuentre en el nivel medio (1 – 4 meq/100g de suelo) con respecto a los niveles críticos de nutrientes disponibles en suelos ácidos (ver **Anexo N° 21**).

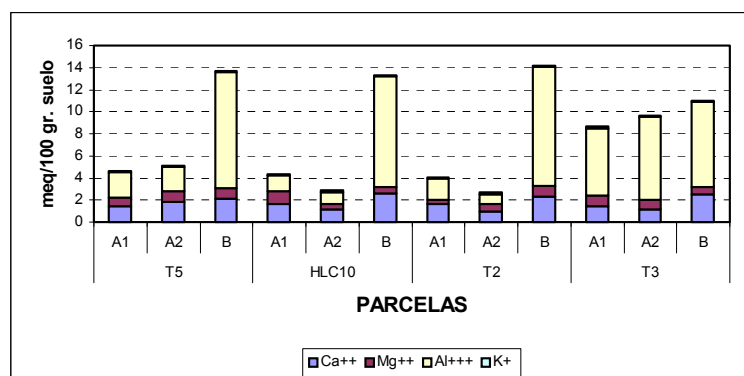
La parcela del Bosque Chamizal Abierto “HLC10” y Bosque Pre – montano Alto “T2” presentaron el mayor y menor contenido de calcio en meq/100g de suelo (ver **Anexo N° 20** y **Gráfico N° 23**).

- **Magnesio.-** Los valores que se obtuvo como promedio de cada horizonte en las cuatro parcelas, hace que se encuentre en el nivel medio (0.3 – 1 meq/100g de suelo) con respecto a los niveles críticos de nutrientes disponibles en suelos ácidos (ver **Anexo N° 21**).

Las parcelas del Bosque Pre – montano Alto “T3” y “T2” presentaron el mayor y menor promedio de magnesio en meq/100g de suelo (ver Anexo N° 20 y Gráfico N° 23).

- **Potasio.-** El promedio de los horizontes de cada parcela igual a 0.1 meq/100g de suelo, hace que todas ellas se ubiquen en el nivel bajo (<0.2 meq/100g de suelo) con respecto a los niveles críticos de nutrientes disponibles en suelos ácidos (ver Anexos N° 20, 21 y Gráfico N° 23).
- **Aluminio.-** El contenido de aluminio en los horizontes A₂ y B a excepción de la parcela T3, hacen que se ubiquen en el nivel medio 25-65%, siendo el contenido mayor a 65% (nivel alto) en todos los horizontes A₁ y en el horizonte A₂ y B de la parcela T3 (ver Anexos N° 20, 21 y Gráfico N° 23).

Gráfico N° 23: Cationes cambiabiles Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Al⁺⁺⁺ y K⁺

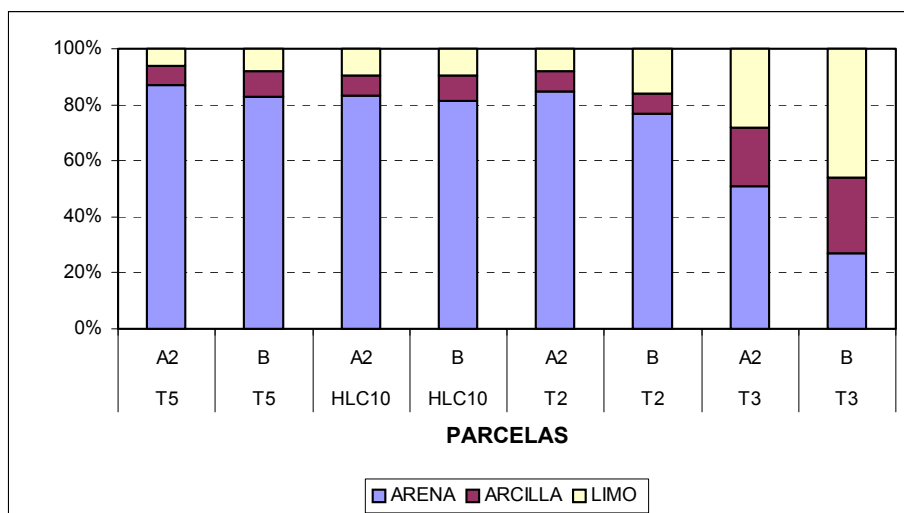


4.5.2. Características físicas de los suelos del Cerro Tambo

Los horizontes A₂ y B de las parcelas del Bosque Chamizal Denso “T5” y Abierto “HLC10” y el horizonte A₂ del Bosque Pre – montano Alto “T2”, presentaron una mayor proporción de arena (80%) y un contenido casi proporcional de arcilla y limo. Las proporciones de arcilla, limo y arena permiten agrupar en la clase textural arena franca.

El horizonte B de la parcela del Bosque Pre – montano Alto “T2” presentó una textura franco arenosa. Los horizontes A₂ y B de la parcela “T3” del Bosque Pre – montano Alto presentaron una textura franco-arcillo –arenoso y franco limoso (ver Anexo N° 20 y Gráfico N° 24).

Gráfico N° 24: Análisis físico en % de arena, arcilla y limo en las parcelas.



V. CONCLUSIONES

5.1. Sobre el clima

- La precipitación total anual registrada en la Estación Meteorológica Digital Cerro Tambo en el 2000 fue de 1876.4 mm/año; siendo Marzo y Agosto los meses que registraron la mayor y menor precipitación total mensual anual con 223.7 y 51.4 mm/mes.
- La temperatura del aire (ambiental, máxima y mínima) y humedad relativa promedio anual en el 2000 fue de 19.4, 24.6 y 16.6 °C y de 83 % respectivamente.

5.2. Sobre la estructura del bosque prístino

- Las parcelas del Bosque Pre-montano Alto y Bosque Chamizal presentaron diferencias muy resaltantes en cuanto a su característica estructural.
- En el Bosque Pre-montano Alto los árboles alcanzaron alturas de 22-31 m, con árboles de fuste recto y sin defectos, es decir que los individuos existentes en la masa boscosa son árboles bien conformados.
- En el Bosque Chamizal Denso y Abierto los árboles alcanzaron alturas de 12-14 y de 5-7 m respectivamente, presentando este último, árboles con deformaciones (fustes torcidos), delgados y de baja altura.
- El dosel de las parcelas del Bosque Pre-montano Alto presentaron copas de tamaños mas o menos uniforme y de alta densidad, con una cobertura vegetal superior a 90%; mientras que en el Bosque Chamizal Abierto la cobertura vegetal fue menor a 37%, muy inferior a la cobertura vegetal

registrada en el Bosque Chamizal Denso.

- El Bosque Chamizal registró la mayor densidad de 9277.16 árboles total / ha; mientras que en el Bosque Pre-montano Alto se estimó una densidad máxima de 5174.77 árboles total / ha.
- El área basal en el Bosque Pre-montano Alto y Bosque Chamizal (Abierto y Denso) varió de 22-51 y de 1.7-16.9 m²/ha respectivamente.
- En la medición de la biomasa aérea de las parcelas del Bosque Pre-montano Alto en el área de estudio, se obtuvo resultados de 100-300 tn/ha; en cambio los valores estimados para el Bosque Chamizal Abierto y Denso fue de 2.4 - 15.2 y de 31-43 tn/ha respectivamente.

5.3. Sobre la composición florística

- La composición florística de los dos tipos de Bosques del Cerro Tambo fue muy diferente, incluso al nivel de Familia. De todas las familias identificadas solo la Melastomatáceae se encuentra en ambos tipos de Bosques.

5.4. Sobre el crecimiento y determinación de la edad de los árboles

- En el Bosque Pre-montano Alto y Chamizal, la formación anual de los anillos del árbol estuvo presente en la mayoría de las especies leñosas causado probablemente por la influencia directa de la precipitación sobre la actividad cambial en los árboles. Las proporciones anuales de crecimiento arbóreo son muy bajas no encontrando diferencias en la variabilidad de las tasas de crecimiento radial entre estos tipos de Bosques.

- El ritmo de crecimiento de los árboles del Bosque estudiado (incremento medio anual = IMA) fue de 0.6 – 2.0 mm/año; encontrándose árboles en el Bosque Pre-montano Alto con edades superiores a 150 años y no mayor a 46 años en el Bosque Chamizal, lo cual no superaría las tasas de aprovechamiento de los mismos tomando esta referencia en términos socio-económicos y ecológicos.

5.5. Sobre la relación suelo – bosque

- El contenido de nutrientes en la vegetación del Bosque Pre-montano Alto y Chamizal no mostraron una diferencia resaltante en cuanto a valores, ya que las cantidades presentados son muy similares.
- Las concentraciones medias y altas de aluminio no parecen ser la causa principal para la distribución del Bosque Pre-montano Alto y Chamizal, ya que ambos presentan las mismas características de nutrientes disponibles; por lo tanto podría decirse que la formación de estos tipos de Bosques podría deberse a factores de formación del suelo (condiciones geológicas) no tratadas en esta investigación.

VI. RECOMENDACIONES

- Utilizar los resultados de esta investigación para elaborar el Plan de Manejo Integral para las Zonas de Amortiguamiento del Bosque de Protección Alto Mayo - Margen izquierda del río Mayo.
- Realizar otros estudios de Bosques considerando el impacto ambiental que generan estos estudios en la biodiversidad.
- Que los resultados de esta investigación puedan llegar a la población que vive dentro de estas áreas a fin de darles a conocer la importancia de su participación en la conservación y preservación de estos frágiles ecosistemas.
- Georeferenciar estas áreas prístinas que pertenece a la Comunidad Nativa Tiwiyacu, para de esta manera colocar paneles informativos en puntos estratégicos para evitar así su destrucción; ya que en algunas Comunidades Nativas se ha visto que los mestizos ingresan a estas áreas para realizar aprovechamiento forestal.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. ANÓNIMO, 1982. 1980 yearbook of forests products. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 414 p.
2. ANÓNIMO, 1993. FAO yearbook of trade, 1992. FAO Statistical Series 115, Vol. 46. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 361 p.
3. ANÓNIMO, 1982^a. The state of India's environment, 1982: a citizens report. New Delhi, India: Centre for Science and Environment. 109 p.
4. AYOADE, J.O., 1986. Introducao á Climatología os trópicos. DIFEL. Sao Paulo, 332p.
5. AYRE, O. Y ROMAN, R., 1992. Métodos analíticos suelo y tejido vegetal usado en el trópico húmedo. Lima-Perú.
6. BAUR, G.N., 1964. Rain forest treatment. Unasylva. 18(1): 18-26.
7. BIBLIOTECA ATRIUM DE LA MADERA, 1992. Ediciones Atrium, S.A. Barcelona (España). 4p.
8. BOLETÍN BOLFOR, 1996. Cómo saber la edad de los árboles (<http://bolfor.chemonics.net/boletin/bolet8/3edad.htm>).
9. BORNER, A., 2000. Classification of premontane tropical forests at the eastern slope of the Andes in the Río Avisado watershed, Alto Mayo Región, Northern Perú. Tesis, Universidad de Bayreuth.
10. BRACK, A., 1977. El Ambiente en que Vivimos. 2da. Edición. Lima.
11. BROWN, S., 1991. Biomass of tropical forest of south and southeast Asia. Can. J. For. Res. 21:111-117.
12. DEMPEWOLF, J., 2000. Classification of montane rain forests on the eastern slopes of the Peruvian Andes, in the Río Avisado and Río Tioyacu watershed.-

Diploma thesis, chair of Biogeography, University of Bayreuth.

13. DI CASTRI, F., 1981. Mediterranean type shrublands ecosystems of the world. 52 p.
14. DINERSTEIN, E. *et al.*, 1995. A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean. The World Bank, Washington, D.C.
15. GENTRY, A.H AND ORTIZ S.R. In: KALLIOLA, R. *et al.* (Eds.) 1993. Amazonía Peruana. pp. 155-166.
16. GOMEZ, A.; VASQUEZ, C.; GUEVARA, S., 1972. The tropical rain forest: a nonrenewable resource. En: Science, V. 177. P. 765. Set.
17. HARPER, J.L., 1977. Population biology of plants. London, UK: Academic Press. 892 p.
18. KALLIOLA, R. Y FLORES, S., 1998. Geoecología y Desarrollo Amazónico "Estudio Integrado en la Zona de Iquitos, Perú". Turku. 11 p.
19. METTE, T., 2001. Forest structure and water use of two contrasting premontane forests of the Cerro Tambo, Alto Mayo, North Perú. Tesis, Universidad de Bayreuth.
20. OGAWA, H.; KYOJI, Y.; OGINO, K. AND KIRA, T., 1965. Comparative ecological studies on three main types of forest vegetation in Thailand. In: Nature and life in Southeast Asia, 4:49-80.
21. PARDE J. AND BOUCHON, 1994. Dasometría 2da edición. Editorial Paraninfo Madrid (España).
22. ONERN, 1985. Estudio semi-detallado de suelos. Sectores: río Naranjos-río Negro y Betania-San Juan de Pacaysapa. Departamento de San Martín. ONERN-PEAM, Lima.
23. READING, A. *et al.*, 1995. Humid tropical environments. Blackwell Publishers,

- Oxford.
24. RICHARDS, N., 1966. The tropical rain forest, an ecological study: Cambridge Univ. Press. 45 p.
 25. SENAMHI-SAN MARTIN, 1999. La meteorología factor esencial del desarrollo socio-económico. Tarapoto-Perú.
 26. TANNER, E., 1977. Four montane rain forests of Jamaica: a quantitative characterization of the floristics, the soils and the foliar mineral levels and a discussion of the interrelations. *J. Ecology*, 65: 883-918.
 27. THOMPSON, L.M., 1988. Los suelos y su fertilidad, 4ª. Edic., Reverté, Barcelona, España.
 28. VEILLON, J.P., 1965. Variación altitudinal de la masa forestal de los bosques primarios en la vertiente noroccidental de la Cordillera de los Andes, Venezuela. *Turrialba*. 15(3): 216-224.
 29. WALTER, H & BRECKLE, S.-W. 1984. *Okologie der Erde (Band 2). Spezielle Okologie der tropischen und subtropischen Zonen.*- Stuttgart.
 30. WALTER, H & BRECKLE, S.-W. 1999. *Vegetation und Klimazonen.*- Stuttgart.
 31. WHITMORE, T.C., 1982. On pattern and process in forests. En: Newman, E.I., editor. *The plant community as a working mechanism. Special Publication Series of the British Ecological Society 1.* Oxford, UK: Blackwell: 45-59.
 32. ZIMMERMANN, R. Y DEMPEWOLF, J., 1999. Bosques Prístinos del Área del río Avisado y Tioyacu, Alto Mayo-Perú. 46 p.

ANEXOS

Anexo N° 01: Lista de especies, ordenadas por familias, encontradas en el Cerro Tambo

Familia	Nombre Común	Nombre Científico	Tipo de Vegetación	Referencia
Annonaceae (*)	Espintana negra	<i>Duguetia sp</i>	AR	UNAM
Araliaceae (**)	Arreaña 1	<i>cf. Dentrepanax sp</i>	AR	Huber
Araliaceae (**)	Arreaña 2	N.I	AR	Mette
Arecaceae (**)	Ciamba	<i>Oenocarpus sp</i>	PA	UNAM
Celastraceae (*)	Rupinia de hoja menuda	N.I	AR	Huber
Chrysobalanaceae (**)	Arreaña 5	<i>Hirtella sp/Licania sp</i>	AR	Huber
Clusiaceae (**)	Cami de hoja chica	<i>Clusia sp</i>	AR	Huber
Clusiaceae (**)	Cami X5	<i>Clusia sp</i>	AR	Huber
Clusiaceae (**)	Pichirina	<i>Vismia sp</i>	AR	UNAM
Euphorbiaceae (*)	Rupinia 1 (4)	<i>Pera (valde) officinalis</i>	AR	Huber
Euphorbiaceae (*)	Tiñaquiro	<i>Acalypha sp/Conceveiba sp/ Conceveibastrum sp</i>	AR	Huber
cf. Euphorbiaceae (*)	X14	<i>Maprounea sp</i>	AR	Huber
Humiriaceae (**)	Arreaña 4	<i>Humiria balsamifera</i>	AR	Huber
Lauraceae (*)	Cashamoena	<i>Nectandra sp / Ocotea sp</i>	AR	Huber
Lauraceae (*)	Moena amarilla	<i>Nectandra lineatifolia</i>	AR	UNAM
Lauraceae (*)	Moena negra	<i>Aniba sp</i>	AR	UNAM
Lauraceae (*)	Urcu moena	<i>Ocotea minutiflora</i>	AR	UNAM
Lycopodiaceae (*)	Helecho arboreo	<i>Lycopodium sp</i>	OT	UNAM
Melastomataceae (**)	Mullaco 5	<i>Miconia sp</i>	AB	Huber
Melastomataceae (**)	Mullaco de hoja larga	<i>Graffenrieda sp</i>	AB	Huber
Melastomataceae (*)	Rifari amarillo	<i>Miconia sp 4</i>	AR	UNAM
Melastomataceae (*)	Pacorapra blanco	<i>Miconia sp 1</i>	AR	UNAM
Meliaceae (*)	Shatona	<i>Trichilia maynasiana</i>	AR	UNAM
Moraceae (*)	Leche caspi 1	N.I	AR	Huber
Moraceae (*)	Mashona	<i>Clarisia racemosa</i>	AR	UNAM
Sapotaceae/Moraceae (*)	Leche caspi 2	N.I	AR	Huber
Sapotaceae (*)	X12	<i>Pouteria sp / Pradosia sp</i>	AR	Huber
Theaceae (**)	Cascarilla	<i>Achytaea cf. Multiflora</i>	AR	Huber

(*) : Bosque Pre-montano Alto

(**): Bosque Chamizal

Tipo de vegetación:

AR : Arbol

AB : Arbusto

PA : Palmera

OT : Otros (helecho, lianas, etc.)

Anexo N° 02: Incremento radial de los árboles en el Cerro Tambo

Parcela	Circunferencia de extracción [cm]	Altura de extracción [cm]	Nombre Común de las Muestras Obtenidas	N° Total de Anillos	Incremento [mm/año]
T3	37.3	110	Mullaco	34	1.83
	18.4	80	N.I.	25	1.09
	59.9	85	Arreaña	79	1.24
	27.2	70	Moena amarilla	39	1.22
	21.0	150	Moena amarilla	30	1.10
	33.9	116	Ingaina	42	1.49
	37.6	100	Rupiña	57	0.97
	20.1	120	Cuchisara	27	1.25
	19.0	110	Pacorapra	34	0.82
	56.0	100	Moena amarilla	75	1.09
	153.6	60	Casha moena	157	1.23
	35.1	110	Rupiña	61	1.03
	71.5	40	Leche caspi	73	1.71
	14.2	100	Leche caspi	20	1.06
	28.1	130	Leche caspi	34	1.36
	32.8	115	Mullaco	50	1.22
	25.4	30	N.I.	54	1.08
	33.1	25	Leche caspi	52	1.23
	39.7	80	Mullaco blanco hoja ancha	94	0.79
	74.7	45	Tiñaquiro	98	1.30
	39.0	80	Mullaco hoja menuda	62	1.23
	30.0	55	Rupiña	40	1.21
	25.3	50	N.I.	68	0.82
	29.0	130	Rupiña	39	1.34
	43.3	110	Junjuli	43	1.93
	42.0	40	N.I.	86	1.12
	24.7	70	Huairuro	44	1.11
	63.0	50	Casha moena	60	1.35
	19.7	45	N.I.	40	1.13
	16.5	50	N.I.	27	1.14
	19.6	110	N.I.	49	0.87
	44.9	60	Leche caspi	60	1.23
	24.2	100	N.I.	35	1.07
	53.0	30	Leche caspi	80	1.00
	22.7	110	N.I.	45	0.99
	27.1	50	Mashona	57	0.80
	16.6	100	Mullaco blanco hoja ancha	40	0.69
	21.0	50	N.I.	41	1.19
	47.8	50	Leche caspi	81	1.33
	46.0	30	Mullaco blanco hoja ancha	108	0.71
16.5	130	N.I.	37	0.80	
31.2	60	N.I.Cami	37	1.34	
97.5	50	N.I.Leche caspi	127	1.34	
18.3	100	N.I.	31	1.18	
28.0	50	Bejuco	28	1.62	
29.9	50	N.I.	45	1.50	
19.2	50	Ingaina	27	1.70	
34.2	50	N.I.	64	1.01	
21.0	40	N.I.	51	0.74	
23.5	25	Rupiña	35	1.09	
73.5	60	Tiñaquiro	102	1.49	
47.0	30	Leche caspi	57	1.73	

Anexo N° 02: Incremento radial de los árboles en el Cerro Tambo

Parcela	Circunferencia de extracción [cm]	Altura de extracción [cm]	Nombre Común de las Muestras Obtenidas	N° Total de Anillos	Incremento [mm/año]
T2	69.9	79	N.I.	100	1.70
	44.3	96	N.I.	50	1.52
	34.3	37	N.I.	112	0.65
	27.7	64	N.I.	43	1.22
	47.7	87	N.I.	57	1.61
	48.2	93	N.I.	57	1.66
	39.7	45	N.I.	72	1.02
HLC06	20.7	32	N.I.	27	1.22
	51.0	35	Mullaco hoja ancha	111	0.97
	43.0	50	Leche caspi	53	1.50
	37.0	55	Casha moena	55	1.36
HLC 07	22.0	82	Paco rapra	33	1.30
	50.0	50	cascarilla	65	1.70
	26.0	80	Palillo sachá	60	0.93
HLC 08	23.0	90	Junjuli.	29	1.29
	39.0	83	candelilla	45	1.45
	59.3	106	Candelilla	72	1.61
	29.3	73	Mullaco	34	1.68
	25.4	76	Urcumoena	33	1.16
	24.1	78	Pichirina	39	1.28
	13.5	78	N.I.	19	1.15
	42.5	81	Mullaco	43	1.86
	26.0	96	N.I.	35	1.26
	33.8	98	N.I.	52	1.49
	27.1	59	N.I.	40	1.41
	27.7	59	N.I.	36	1.35
T5	13.0	82	Rupiña	22	0.93
	39.7	91	N.I.	41	1.95
	25.6	65	N.I.	29	1.28
	18.2	76	N.I.	24	1.05
	26.0	80	N.I.	29	1.20
	28.1	45	N.I.	37	1.33
	20.8	35	N.I.	26	1.36
	24.4	25	N.I.	36	1.32
HLC 04	15.3	87	N.I.	21	1.24
	21.0	56	N.I.	24	1.00
	32.0	50	Pichirina	44	1.35
	31.0	80	Pichirina	46	1.30
	24.0	80	camí	18	1.48
HLC 05	27.0	90	Cascarilla	18	2.13
	35.0	120	N.I.	35	1.21
	30.0	90	Cascarrilla	29	1.51
HLC 10	20.0	76	Arreaña 3	31	1.03
	16.0	80	Arreaña 2	23	1.08
	23.0	40	Chamizo	35	1.31
	16.2	25	Arreaña 3	24	1.27
	14.3	26	Chamizo	23	1.04
	13.4	50	Arreaña 4 ó Chamizo	22	1.12
	21.2	40	Arreaña 3	38	1.00

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo N° 03: Características estructurales del bosque del Cerro Tambo
(estratificación vertical y cantidad de individuos)**

Parcela	Bosque	Estratif. Vertical [m]			Cantidad de Individuos		
		I	II	III	I	II	III
T2	Bosq. Pre-mont.	3-11	11-20	20-31	6	35	16
T3		4-10	10-15	15-23	20	27	9
HLC06		3-9	9-16	16-26	3	23	10
HLC07		5-12	12-19	19-29	8	12	3
T5	Cham. Denso	2-5	5-9	9-14	31	38	18
HLC04		2-7	7-12	12-18	28	18	4
HLC05	Cham. Abierto	1-3	3-5	5-7	9	18	11
HLC09		1-3	3-4	4-7	15	29	10
HLC08	Bosq. Secund.	1-4	4-7	7-12	5	18	14

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 04: Características estructurales del bosque del Cerro Tambo (intervalos de circunferencia y cantidad de individuos)

Parcela	Bosque	Intervalos de Circunf.[cm]					Cantidad de Individuos				
		10-50	50-90	90-130	130-165						
T2	Bosq. Pre-mont.	10-50	50-90	90-130	130-165		18	25	9	5	
T3		16-31	31-46	46-61	61-76	76-162	27	16	6	3	4
HLC06		9-40	40-70	70-100	100-160		5	21	7	3	
HLC07		18-30	30-50	50-70	70-90	90-126	6	6	3	3	5
T5	Cham. Denso	6-25	25-45	45-65	65-120		57	25	2	3	
HLC04		4-25	25-45	45-65	65-102		29	11	5	5	
HLC05	Cham. Abierto	5-15	15-25	25-35	35-44		15	11	6	6	
HLC09		4-9	9-15	15-20	20-26		10	33	7	4	
HLC08	Bosq. Secund.	10-20	20-30	30-43			20	9	8		

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 05: Características estructurales del bosque del Cerro Tambo (cantidad individuos, circunferencia máx., altura máx., área basal y biomasa)

Parcela	Bosque	Cantidad individuos	Circunf. _{máx} [cm]	Altura _{máx} [m]	Troncos total/ ha	Área basal [m ² /ha]	Biomasa total [tn/ha]
T2	Bosq. Pre-mont.	57	165	30.53	5174.77	51.00	299.48
T3		56	162	22.59	-	-	-
HLC06		36	160	25.30	3442.12	30.50	146.89
HLC07		23	126	28.39	2103.10	22.00	102.49
T5	Cham. Denso	87	120	13.56	9277.16	16.88	43.01
HLC04		50	102	17.81	6469.85	11.75	31.92
HLC05	Cham. Abierto	38	44	6.58	8115.76	9.25	15.23
HLC09		54	26	6.15	2291.02	1.69	2.43
HLC08	Bosq. Secund.	37	43	11.30	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 06: Información general de las parcelas

Parcela	Bosque	Coordenadas [UTM] WGS 84	Altitud m.s.n.m.	Cobertura Vegetal [%]	Inclinación [%]	Microrelieve [cm]
T2	Bosq. Pre-mont.	Norte X=0248868 Este Y=9367976	1412	92.20	52	Muy irregular
T3		Norte X=0248511 Este Y=9368226	1570	92.07	0	30
HLC06		Norte X=0248586 Este Y=9368679	1495	84.40	80	60
HLC07		Norte X=0248689 Este Y=9368077	1437	93.63	36	60
T5	Cham. Denso	Norte X=0249051 Este Y=9367682	1406	82.32	26	100
HLC04		Norte X=0248993 Este Y=9367955	1406	89.77	80	80
HLC05	Cham. Abierto	Norte X=0249045 Este Y=9367990	1404	32.92	73	40
HLC09		Norte X=0249448 Este Y=9368424	1236	36.69	29	30
HLC10		Norte X=0249500 Este Y=9368497	1202	44.13	44	20
HLC08	Bosq. Secund.	Norte X=0248230 Este Y=9368400	1588	-	0	0

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 07: Aporte de altura en porcentaje

Rango de Altura (m)	Parcelas Area de Estudio (%)					
	T2	T5	T3	HLC09	HLC06	HLC05
0-5	1.7	38.0	1.8	98.1	2.8	73.7
5-10	7.0	49.4	35.7	1.9	8.3	26.3
10-15	28.1	12.6	48.2		55.6	
15-20	35.1		10.7		25.0	
20-25	12.3		3.6		8.3	
25-30	12.3					
30-35	3.5					

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 08: Abundancia de árboles total/ha con relación a su circunferencia

Rango de Circunf.(cm)	Parcelas Area de Estudio (Total árboles/ha)					
	T2	T5	HLC06	HLC05	HLC07	HLC09
<20	3206.6	7906.9	2179.7	7447.7	387.9	2277.1
20-50	1248.8	1341.8	826.3	668.1	1490.2	13.9
>50	719.3	28.5	436.1		225.0	

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 09: Aporte de la circunferencia a la biomasa

Rango de Circunf.(cm)	Parcelas Area de Estudio (tn/ha)						
	T2	HLC06	HLC07	T5	HLC04	HLC05	HLC09
<20	9.5	10.5	2.9	15.7	11.6	7.1	2.3
20-50	58.7	48.9	37.4	24.5	12.3	8.2	0.1
>50	231.4	87.5	62.2	2.8	7.9		

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 10: Hoja de cálculo de la parcela T2

Escala del relascopio: 1

ID del árbol	Especie (nombre del campo)	Circunferencia [cm]	Altura inicio de copa (m)	Altura total (m)	biomasa (relascopio) Esc. 1	Abundancia de cada árbol por hectárea	Troncos total/ ha	Área basal [m ² /ha]	Biomasa individual [kg]	Biomasa de cada árbol por hectárea [kg]	Biomasa total [kg/ha]	Biomasa total [tn/ha]
1	Rupinia 1	56	8.18	11.85	1.0	40.07	5174.77	51.0	102.01	4087.75	299482.13	299.48
2	Ubija	27	6.66	11.50	0.5	86.19			24.91	2146.64		
3	Rupinia 1	33	9.80	13.65	1.0	115.39			42.83	4942.62		
4	Rupinia 1	34	8.78	15.18	1.0	108.71			50.12	5448.36		
5	Leche caspi 1	33	8.91	16.11	1.0	115.39			50.11	5782.26		
6	?2	54	15.61	22.48	1.0	43.09			174.68	7527.88		
7	Rupinia 1	30	8.40	12.58	1.0	139.63			33.08	4619.53		
8	Tiñaquiro	67	13.50	15.90	1.0	27.99			189.38	5301.37		
9	?3	56	12.21	15.00	1.0	40.07			127.57	5112.09		
10	Cami	10	2.75	6.34	1.0	1256.64			2.17	2729.53		
11	?4	40	11.99	17.78	1.0	78.54			79.19	6219.67		
12	Leche caspi 2	111	13.68	24.31	1.0	10.20			739.19	7539.06		
13	Baumfarn	13	2.71	3.58	1.0	743.57			2.08	1546.95		
15	Leche caspi 1	86	7.25	27.39	1.0	16.99			509.77	8661.33		
16	Rupinia 1	39	5.47	11.23	1.0	82.62			48.82	4033.67		
17	Leche caspi 2	30	11.03	13.16	0.5	69.81			34.54	2411.04		
18	Casha moena	54	11.32	19.21	1.0	43.09			150.48	6484.96		
19	Leche caspi 2	144	14.21	28.53	1.0	6.06			1412.00	8556.96		
20	Moena amarilla	16	4.72	5.95	0.5	245.44			4.97	1219.59		
21	Pichirina	25	8.66	12.55	1.0	201.06			23.38	4701.53		
22	?6	40	10.82	13.45	1.0	78.54			60.79	4774.69		
23	Leche caspi 2	113	13.11	22.90	1.0	9.84			722.53	7110.64		
24	Pichirina	39	12.38	17.38	0.5	41.31			73.85	3050.84		
25	?3	69	15.55	26.56	1.0	26.39			325.88	8601.34		
26	Leche caspi 2	82	17.13	29.03	1.0	18.69			492.21	9198.76		
27	Ubija	17	4.93	7.63	0.5	217.41			7.05	1532.71		
28	Mullaco 5	41	9.41	12.87	1.0	74.76			61.08	4566.32		
29	Mullaco 2	47	10.65	17.30	1.0	56.89			104.72	5957.36		
30	Leche caspi 2	63	11.19	17.59	1.0	31.66			185.50	5873.05		
31	?11	61	9.95	15.27	1.0	33.77			152.58	5152.81		
32	Rupinia 3 (¿12?)	13	3.60	5.78	1.0	743.57			3.26	2427.04		
33	Leche caspi 1 o 2	88	7.22	14.09	1.0	16.23			283.38	4598.53		
34	Tiñaquiro	75	9.48	16.18	1.0	22.34			238.57	5329.69		
35	Leche caspi 1 o 2	75	9.67	14.12	0.5	11.17			209.56	2340.83		
36	Leche caspi 1 o 2	75	12.16	18.00	1.0	22.34			263.83	5894.12		
37	Casha moena	138	8.43	18.14	1.0	6.60			846.55	5586.07		
38	Tiñaquiro	69	11.83	17.98	0.5	13.20			224.99	2969.28		
39	Leche caspi 1 o 2	165	14.84	26.11	1.0	4.62			1681.97	7763.54		
40	Casha moena	54	8.19	11.23	0.5	21.55			90.50	1949.95		
41	Mullaco hoja chica	60	14.01	18.66	0.5	17.45			178.82	3121.06		
42	Leche caspi 1 o 2	127	18.99	35.37	1.0	7.79			1364.24	10628.99		
43	Leche caspi 1 o 2	73	14.33	23.37	1.0	23.58			321.15	7572.98		
44	Leche caspi 1 o 2	64	14.30	18.08	1.0	30.68			196.12	6016.90		
45	Leche caspi 1 o 2	150	25.58	30.53	1.0	5.59			1627.99	9092.39		
46	Tiñaquiro	120	15.68	25.91	1.0	8.73			911.05	7950.44		
47	Moena amarilla	98	10.02	20.57	1.0	13.08			497.68	6511.95		
48	Casha moena	110	15.90	25.18	0.5	5.19			751.32	3901.40		
50	Casha moena	136	15.67	19.15	1.0	6.79			866.88	5889.64		
51	Leche caspi 1 o 2	80	10.36	15.39	1.0	19.63			257.06	5047.29		
52	Tiñaquiro	102	6.21	12.05	1.0	12.08			323.31	3905.10		
53	Leche caspi 1 o 2	116	14.54	19.83	0.5	4.67			662.45	3093.26		
54	Leche caspi 1 o 2	120	9.86	18.84	1.0	8.73			672.72	5870.63		
55	Shatona	75	11.66	20.12	1.5	33.51			293.29	9828.27		
56	Leche caspi 1 o 2	86	10.18	14.03	0.5	8.50			270.06	2294.25		
57	Leche caspi 1 o 2	85	15.11	19.87	1.0	17.39			367.60	6393.71		
58	Leche caspi 1 o 2	90	12.14	21.56	1.0	15.51			442.79	6869.44		
59	Tiñaquiro	66	7.31	10.21	0.5	14.42			120.91	1744.05		

Anexo N° 11: Hoja de cálculo de la parcela T3

Radio del Plot [m]: 8

ID del árbol	Especie (nombre del campo)	Circunferencia [cm]	Altura inicio de copa (m)	Altura total (m)	Biomasa individual [kg]
1	Mullaco	36	10.8	13.71	50.71
2	¿?	19	6.6	7.26	8.30
3	Arreaña	51	8.1	12.15	87.46
4	Moena amarilla	26.5	4.2	4.98	10.90
5	Moena amarilla	24	3.6	5.20	9.42
6	Ingaina	37	8.1	11.58	45.50
7	Rupiña	44	9.1	13.71	74.16
8	Cuchisara	21	4.2	5.45	7.65
9	Pacorapra	19	6.7	9.45	10.65
10	Moena amarilla	56	7.2	15.00	127.54
11	Casha moena	132	11.1	17.16	738.00
12	Tiñaqui	63	3.8	10.00	108.57
13	Rupiña	25	6.0	8.95	16.98
14	Rupiña	36	9.1	10.98	41.09
15	Leche caspi	65	9.3	10.73	123.20
16	Leche caspi	16	4.4	8.44	6.91
17	Leche caspi	29	9.2	10.87	27.03
18	Mullaco	35	8.0	11.41	40.39
19	¿?	30	6.5	9.00	24.12
20	Espintana negra	26	7.3	9.87	20.07
21	Leche caspi	32	7.5	10.25	30.80
22	Mullaco b. hoja ancha	42	8.8	13.67	67.69
23	Tiñaqui	82	13.3	22.59	387.78
24	Mullaco hoja menuda	37	11.0	15.73	60.82
25	Rupiña	30	9.4	11.69	30.86
26	¿?	27	8.2	11.17	24.23
27	Rupiña	29	8.6	10.86	27.00
29	Junjuli	49	13.0	15.65	103.08
30	¿?	40	9.3	15.38	69.03
31	Huairuro	26	11.0	13.97	27.87
32	Casha moena	63	9.5	13.97	149.06
34	¿?	20	3.8	6.17	7.84
35	¿?	17	7.6	10.09	9.18
36	Tiñaqui	45	7.2	12.66	71.74
37	Rifari amarillo	1.62	10.1	21.80	0.23
38	¿?	21	5.4	7.47	10.30
39	Leche caspi	46	10.0	15.15	88.66
40	¿?	27	5.8	7.63	16.90
41	Leche caspi	53	11.5	14.49	111.22
42	¿?	39	4.6	8.06	35.67
43	¿?	24	7.9	10.18	17.76
44	Mashona	29	5.5	11.23	27.88
45	Mullaco b. hoja ancha	20	3.1	5.82	7.41
46	¿?	21	5.9	7.19	9.93
47	Leche caspi	49	9.7	15.06	99.40
48	Mullaco b. hoja ancha	42	3.9	9.81	49.47
49	¿?	18	5.9	7.75	7.97
50	¿?	35	6.1	13.00	45.71
51	¿?	85	9.5	13.95	262.71
52	¿?	20	4.6	6.43	8.15
54	¿?	33	7.8	11.35	35.95
55	Ingaina	18	5.5	7.73	7.95
56	¿?	35	6.2	12.26	43.24
57	¿?	23	6.0	8.55	13.89
58	Rupiña	25	10.7	13.38	24.85
60	Leche caspi	44	11.3	12.12	65.96

Anexo N° 12: Hoja de cálculo de la parcela HLC06

Escala del relascopeio: 1

ID del árbol	Especie (nombre del campo)	Circunferencia [cm]	Altura inicio de copa (m)	Altura total (m)	biomasa (relascopeio) Esc. 1	Abundancia de cada árbol por hectárea	Troncos total/ ha	Área basal [m ² /ha]	Biomasa individual [kg]	Biomasa de cada árbol por hectárea [kg]	Biomasa total [kg/ha]	Biomasa total [tn/ha]
1	Cashamoena	102	14.15	20.11	1	12.08	3442.12	30.5	525.65	6349.01	146893.82	146.89
2	Mullaco	61	11.41	13.97	1	33.77			140.21	4735.26		
3	Tiñaquiro	160	9.66	25.30	1	4.91			1539.18	7555.44		
4	Cashamoena	95	11.38	15.62	1	13.92			361.34	5031.25		
5	Tiñaquiro	132	13.25	21.49	1	7.21			914.15	6592.92		
6	Mullaco hoja chica	78	6.82	12.90	0.5	10.33			207.24	2140.21		
7	Cashamoena	59	9.51	16.74	1	36.10			156.27	5641.18		
8	Mullaco	60	5.15	8.36	1	34.91			83.49	2914.31		
9	Mullaco	34	6.67	10.17	1	108.71			34.28	3726.64		
10	Leche caspi	46	10.90	14.81	1	59.39			86.80	5155.00		
11	¿?	41	9.21	12.48	1	74.76			59.33	4435.40		
12	Cashamoena	53	11.62	13.07	0.5	22.37			100.87	2256.19		
13	Cashamoena	51	11.29	13.56	0.5	24.16			97.05	2344.44		
14	Mullaco	40	9.19	12.03	0.5	39.27			54.67	2146.97		
15	Cashamoena	45	9.56	14.66	0.5	31.03			82.47	2558.95		
16	Cashamoena	72	11.96	13.73	0.5	12.12			188.93	2289.88		
17	Cashamoena	70	14.00	17.47	0.5	12.82			225.02	2885.35		
18	Mullaco hoja chica	70	12.74	16.55	1	25.65			213.83	5483.79		
20	Leche caspi	40	11.13	14.61	0.5	39.27			65.76	2582.37		
21	Cashamoena	85	15.18	18.78	1	17.39			348.36	6059.05		
22	Cashamoena	55	14.90	18.39	1	41.54			149.54	6212.18		
23	Cashamoena	60	11.94	13.94	1	34.91			135.64	4734.69		
24	Cashamoena	90	13.27	15.83	1	15.51			330.16	5122.16		
25	Cashamoena	45	11.49	14.75	0.5	31.03			82.93	2573.28		
26	Leche caspi	60	13.16	16.96	0.5	17.45			163.30	2850.11		
27	Mullaco hoja chica	50	12.96	17.92	1	50.27			121.74	6119.52		
29	Pacorapra	20	7.08	10.99	1	314.16			13.53	4249.42		
31	Leche caspi	40		14.82	1	78.54			66.64	5233.69		
33	Mullaco hoja chica	50	8.35	11.50	1	50.27			79.95	4018.59		
34	¿?	45	9.90	13.12	1	62.06			74.20	4604.30		
35	Leche caspi	60	10.68	14.99	0.5	17.45			145.25	2535.16		
36	Rupiña	30	6.84	9.95	1	139.63			26.50	3699.44		
37	Moena negra	55		11.00	1	41.54			91.86	3816.06		
38	¿?	20	9.40	11.98	1	314.16			14.68	4610.47		
39	Rupiña	9	2.50	3.57	1	1551.40			1.04	1609.18		
41	Helecho	45		5.50	1	62.06			32.58	2021.97		

Anexo N° 13: Hoja de cálculo de la parcela HLC07

Escala del relascopio: 1

ID del árbol	Especie (nombre del campo)	Circunferencia [cm]	Altura Inicio de copa (m)	Altura total (m)	biomasa (relascopio) Esc.1	Abundancia de cada árbol por hectárea	Troncos total/ ha	Área basal [m ² /ha]	Biomasa individual [kg]	Biomasa de cada árbol por hectárea [kg]	Biomasa total [kg/ha]	Biomasa total [tn/ha]
1	Cashamoena	90	9.15	16.20	1	15.51	2103.10	22.00	337.58	5237.26	102494.22	102.49
2	Tiñaquiuro	126	7.27	15.67	1	7.92			619.68	4904.96		
4	Cashamoena	90	11.68	18.66	1	15.51			386.09	5989.79		
5	¿?	92	13.54	28.39	1	14.85			599.56	8901.62		
6	Cashamoena	77	15.14	23.05	1	21.19			350.87	7436.69		
7	Cashamoena	92	12.49	20.72	0.5	7.42			444.53	3299.96		
8	Mullaco	45		12.00	0.5	31.03			68.20	2116.15		
9	Cascarilla	48	8.91	15.04	1	54.54			95.46	5206.44		
10	Cashamoena	62	10.19	16.32	1	32.69			167.58	5478.34		
11	Siamba	71	13.52	17.81	1	24.93			235.45	5869.37		
12	Cashamoena	78	8.60	13.89	1	20.65			222.33	4592.16		
13	Mullaco hoja menuda	63	11.42	15.51	1	31.66			164.61	5211.85		
14	Cashamoena	62	12.04	15.72	1	32.69			161.76	5288.06		
15	Cashamoena	25	3.29	5.39	1	201.06			10.51	2113.99		
16	¿?	43		10.00	1	67.96			52.65	3578.25		
19	Mullaco	18	6.21	7.25	1	387.85			7.48	2902.26		
20	Palillo sachá	27	7.10	8.62	1	172.38			18.96	3267.50		
21	Helecho	25	6.83	7.47	1	201.06			14.32	2879.38		
22	Helecho	32		7.00	1	122.72			21.47	2635.23		
23	Renaco de altura	26	3.42	7.94	1	185.89			16.33	3035.76		
24	Junjuli	22		12.00	1	259.64			17.60	4569.36		
25	¿?	33		12.00	1	115.39			37.90	4373.99		
26	—	40		10.00	1	78.54			45.91	3605.86		

Anexo N° 14: Hoja de cálculo de la parcela T5

Escala del relascopio: 0.5

ID del árbol	Especie (nombre del campo)	Circunferencia [cm]	Altura inicio de copa (m)	Altura total (m)	Biomasa (relascopio) Esc. 0.5	Abundancia de cada árbol por hectárea	Troncos total/ ha	Área basal [m ² /ha]	Biomasa individual [kg]	Biomasa de cada árbol por hectárea [kg]	Biomasa total [kg/ha]	Biomasa total [tn/ha]
1	Cami de hoja chica	21	4.85	7.03	1	71.24	9277.16	16.88	9.72	692.27	43014.67	43.01
2	Chamiza 1	13	2.70	4.92	0.5	92.95			2.81	260.91		
3	Mullaco 1	20	2.49	4.31	1	78.54			5.59	438.71		
4	Mullaco 1	15	4.40	5.35	0.5	69.81			3.98	277.93		
6	Cami	18	4.49	7.21	1	96.96			7.45	721.89		
8	Arreaña 1	22	7.12	8.40	0.5	32.45			12.56	407.62		
9	Cascarilla	37	3.78	8.57	1	22.95			34.23	785.56		
10	Arreaña 2	14	4.84	2.28	1	160.29			1.56	250.38		
11	Chamiza 1	12	3.77	7.40	0.5	109.08			3.55	386.96		
12	Arreaña 2	23	6.11	10.26	1	59.39			16.51	980.26		
13	Mullaco 1	12	6.51	9.39	0.5	109.08			4.44	484.49		
14	Cami de hoja chica	18	3.41	4.37	1	96.96			4.63	449.21		
15	Arreaña 2	19	2.54	3.80	1	87.02			4.50	391.41		
16	Cami de hoja larga	12	2.36	3.88	0.5	109.08			1.93	210.08		
17	Arreaña 2	13	2.73	3.61	1	185.89			2.09	389.30		
20	Arreaña 2	11	3.26	4.18	0.5	129.82			1.75	227.76		
21	Mullaco 1	11	3.74	5.37	0.5	129.82			2.22	288.67		
22	Arreaña 2	10	3.19	3.55	1	314.16			1.26	394.76		
24	Cami 2	18	3.69	7.54	1	96.96			7.76	752.86		
25	Mullaco 1	15	2.98	6.66	1	139.63			4.89	683.42		
26	Ingaina 2	24	2.40	3.64	1	54.54			6.71	366.06		
27	Cami de hoja chica	25	4.03	7.50	1	50.27			14.36	721.93		
28	Arreaña 2	20		4.50	1	78.54			5.82	456.85		
29	Arreaña 2	12		4.50	0.5	109.08			2.22	241.88		
30	Mullaco 2	8		3.50	0.5	245.44			0.81	199.86		
31	Arreaña 2	16		5.50	0.5	61.36			4.61	283.03		
32	Mullaco 1 ó 2	11		4.00	1	259.64			1.68	437.17		
33	Cami de hoja chica	25	3.96	7.47	1	50.27			14.31	719.29		
34	Cami de hoja chica	21	3.19	4.01	1	71.24			5.72	407.25		
35	Cami de hoja chica	36		6.72	1	24.24			25.82	625.86		
36	Arreaña 1	25	5.00	7.27	1	50.27			13.95	701.13		
37	Arreaña 2	23	6.36	7.50	0.5	29.69			12.27	364.30		
38	Mullaco 1 ó 3	20		3.00	0.5	39.27			3.97	155.76		
39	Mullaco 1	16	2.54	5.52	0.5	61.36			4.63	283.94		
40	Mullaco 1	9		3.00	1	387.85			0.88	341.02		
41	Arreaña 3	24	5.21	13.56	1	54.54			23.29	1270.52		
42	Arreaña 3	19		4.00	1	87.02			4.72	411.10		
43	Arreaña 3	87	5.96	9.60	1	4.15			192.66	799.67		
45	camí de hoja chica	21	3.92	8.10	1	71.24			11.11	791.53		
46	Chamiza ó Cami 3	16	3.59	5.81	0.5	61.36			4.85	297.88		
50	Mullaco 1	19	4.52	5.81	1	87.02			6.72	584.63		
51	Arreaña 3	39	6.18	10.23	1	20.65			44.73	923.91		
52	Ingaina 2	25	7.48	10.31	1	50.27			19.41	975.88		
55	Cami	37	6.10	10.08	1	22.95			39.92	916.02		
56	Cascarilla	40	6.50	10.82	1	19.63			49.46	971.07		
57	Cascarilla	38	6.42	10.37	1	21.76			43.12	938.18		
58	Arreaña 1	38	6.41	10.46	0.5	10.88			43.48	472.95		
59	Cascarilla	66	5.19	9.18	1	7.21			109.35	788.65		
60	Mullaco 1	28	7.13	9.81	0.5	20.04			22.95	459.73		
61	Cascarilla	32	8.25	9.59	0.5	15.34			28.93	443.83		
62	Cami	39	4.26	10.84	1	20.65			47.24	975.71		
63	camí	35	6.88	10.36	1	25.65			36.87	945.61		
64	Cami	19	5.15	9.49	0.5	43.51			10.68	464.79		
65	Chamiza	6	3.77	4.70	1	872.66			0.63	546.03		
66	Cami	7	0.00	3.00	0.5	320.57			0.55	175.52		
67	Arreaña 1	22	4.71	7.30	0.5	32.45			11.00	357.13		
68	Cami	21	4.91	7.53	0.5	35.62			10.38	369.57		
69	Arreaña 2	21	2.76	7.96	0.5	35.62			10.94	389.57		
70	Cascarilla	36	4.46	8.17	0.5	12.12			31.04	376.27		

Anexo N° 14: Hoja de cálculo de la parcela T5

Escala del relascopeo: 0.5

ID del árbol	Especie (nombre del campo)	Circunferencia [cm]	Altura inicio de copa (m)	Altura total (m)	Biomasa (relascopeo) Esc. 0.5	Abundancia de cada árbol por hectárea	Troncos total/ ha	Área basal [m ² /ha]	Biomasa individual [kg]	Biomasa de cada árbol por hectárea [kg]	Biomasa total [kg/ha]	Biomasa total [tn/ha]
71	Arreaña 1	40	3.96	6.99	0.5	9.82			32.73	321.29		
72	Cascarilla	51	5.08	8.64	0.5	6.04			63.33	382.46		
73	Cami	20	5.06	7.60	1	78.54			9.54	749.40		
74	Mullaco hoja ancha	6		3.00	0.5	436.33			0.41	178.68		
75	Cami	8		3.00	1	490.87			0.70	345.67		
76	Arreaña	30	1.87	3.72	1	34.91			10.46	364.97		
78	Mullaco hoja chica	24	5.56	7.35	0.5	27.27			13.06	356.07		
80	Cami	17		2.50	0.5	54.35			2.46	133.55		
81	Cami	32	5.42	7.32	1	30.68			22.40	687.17		
82	¿?	42		2.00	1	17.81			10.99	195.64		
83	Cami	8	2.35	2.65	1	490.87			0.63	307.27		
84	Mullaco	7	2.27	2.67	1	641.14			0.49	314.45		
85	Mullaco	8		3.50	0.5	245.44			0.81	199.86		
86	Mullaco	7		4.00	0.5	320.57			0.72	230.17		
87	Cami	16	4.25	5.50	1	122.72			4.61	566.10		
89	Arreaña 1	25	3.17	3.50	0.5	25.13			6.99	175.63		
90	Mullaco hoja chica	13	3.06	4.24	0.5	92.95			2.44	226.69		
91	Arreaña	120	5.41	8.06	0.5	1.09			300.24	327.51		
92	Bejuco	13		7.00	0.5	92.95			3.91	363.74		
93	Cami	14		6.00	0.5	80.14			3.89	311.88		
94	Arreaña 2	21	4.28	5.73	0.5	35.62			8.02	285.58		
95	Cami	31	5.85	9.36	1	32.69			26.62	870.08		
96	Cascarilla	56	4.02	6.12	1	10.02			54.51	546.10		
97	Arreaña	35	9.58	12.45	1	25.65			43.89	1125.51		
99	Cami	20		5.00	0.5	39.27			6.43	252.33		
100	Arreaña	23		5.00	0.5	29.69			8.37	248.46		
101	Cascarilla	28		8.00	1	40.07			18.93	758.39		
102	Cami	26		8.00	1	46.47			16.45	764.52		

Anexo N° 15: Hoja de cálculo de la parcela HLC04

Escala del relascopio: 0.5

ID del árbol	Especie (nombre del campo)	Circunferencia [cm]	Altura inicio de copa (m)	Altura total (m)	biomasa (relascopio) Esc. 0.5	Abundancia de cada árbol por hectárea	Troncos total/ ha	Área basal [m ² /ha]	Biomasa individual [kg]	Biomasa de cada árbol por hectárea [kg]	Biomasa total [kg/ha]	Biomasa total [tn/ha]
1	Mullaco	13	3.28	5.70	1	185.89	6469.85	11.75	3.23	599.65	31916.04	31.92
2	Mullaco	4		2.00	1	1963.50			0.13	255.80		
4	Arreaña 3	38	6.23	8.83	1	21.76			37.02	805.34		
5	Arreaña 3	17	4.87	5.98	1	108.71			5.60	608.34		
6	Siamba	50	5.37	7.10	1	12.57			50.67	636.75		
7	Mullaco hoja ancha	33	4.77	8.23	1	28.85			26.54	765.65		
8	Arreaña 3	51	5.69	7.04	1	12.08			52.14	629.77		
9	Arreaña 3	37	4.33	6.75	1	22.95			27.31	626.79		
10	Siamba	49	8.36	11.24	1	13.08			75.30	985.27		
12	Rupiña	11	3.45	5.46	1	259.64			2.26	586.28		
13	Chamiza	12	4.15	4.91	1	218.17			2.41	525.21		
14	Mullaco	14	3.93	5.73	1	160.29			3.73	597.36		
15	Mullaco	10	3.73	4.34	1	314.16			1.52	477.18		
16	Mullaco	10	4.78	5.35	1	314.16			1.85	581.82		
17	¿?	7	3.56	4.43	1	641.14			0.79	506.52		
18	Helecho	24	4.78	5.62	1	54.54			10.12	552.22		
19	Chamiza	15	4.72	5.72	1	139.63			4.24	591.63		
20	Chamiza	15	3.34	3.65	0.5	69.81			2.77	193.69		
21	Cashamoena	75	10.60	16.03	1	5.59			236.44	1320.52		
22	Mullaco	32	5.44	6.60	1	30.68			20.31	623.08		
23	Arreaña 3	56	11.00	16.21	1	10.02			137.29	1375.33		
24	Tiñaquiro	88	12.41	17.81	1	4.06			353.80	1435.29		
25	Tiñaquiro	83	8.45	11.55	1	4.56			209.90	957.23		
26	Arreaña 1	31	6.46	8.48	0.5	16.35			24.23	396.13		
27	Arreaña 3	56	7.55	12.05	1	10.02			103.66	1038.47		
30	Helecho	27	5.65	6.00	0.5	21.55			13.46	290.09		
31	Arreaña 1	25	7.19	8.45	1	50.27			16.09	808.87		
32	Cami hoja chica	12		5.00	1	218.17			2.45	534.32		
35	¿?	19	4.43	5.00	1	87.02			5.83	507.39		
36	Arreaña 3	19	5.11	5.96	1	87.02			6.88	598.99		
37	Cami	15	3.67	4.31	1	139.63			3.25	453.31		
38	Arreaña 3	24	3.67	4.31	1	54.54			7.89	430.20		
39	Arreaña 3	23	4.28	5.68	1	59.39			9.45	560.99		
41	Mullaco	16	5.20	5.35	1	122.72			4.49	551.32		
42	Arreaña 3	16	5.05	5.79	1	122.72			4.84	594.16		
43	Cascarrilla	102	4.52	8.21	1	3.02			224.70	678.50		
44	¿? jarreaña 4!	27	4.39	5.91	1	43.09			13.27	572.05		
45	Tiñaquiro	95		6.00	1	3.48			145.75	507.35		
46	Mullaco	17	5.24	7.22	1	108.71			6.69	727.23		
47	Tiñaquiro	31	4.77	9.06	1	32.69			25.82	844.17		
48	Arreaña	20	5.68	7.74	1	78.54			9.71	762.63		
49	Mullaco hoja ancha	24	4.78	6.68	1	54.54			11.93	650.64		
50	¿? jarreaña 4!	15	4.65	6.89	0.5	69.81			5.05	352.57		
51	Cascarrilla	22	4.64	6.38	1	64.91			9.69	629.00		
52	Cascarrilla	26	5.80	8.77	1	46.47			17.95	834.11		
53	Arreaña 3	29	3.86	5.27	1	37.36			13.63	509.24		
54	¿?	16	6.94	7.23	0.5	61.36			5.97	366.37		
55	¿?	15	4.16	4.68	0.5	69.81			3.50	244.55		
56	¿?	15		4.00	1	139.63			3.02	422.12		
57	Arreaña	21	5.81	8.35	1	71.24			11.43	814.61		

Anexo N° 16: Hoja de cálculo de la parcela HLC05

Escala del relascopeo: 0.5

ID del árbol	Especie (nombre del campo)	Circunferencia [cm]	Altura inicio de copa (m)	Altura total (m)	biomasa (relascopeo) Esc. 0.5	Abundancia de cada árbol por hectárea	Troncos total/ ha	Área basal [m ² /ha]	Biomasa individual [kg]	Biomasa de cada árbol por hectárea [kg]	Biomasa total [kg/ha]	Biomasa total [tn/ha]
1	Arreaña	21	1.68	2.34	1	71.24	8115.76	9.25	3.44	245.16	15232.25	15.23
2	Cascarilla	20	3.20	5.17	1	78.54			6.64	521.24		
3	Arreaña	33	4.71	6.56	1	28.85			21.41	617.56		
4	Pichirina	35	1.92	5.67	1	25.65			20.84	534.41		
6	Arreaña	39	2.14	5.00	1	20.65			22.71	468.99		
7	Arreaña	15	2.09	3.15	1	139.63			2.41	336.71		
8	Arreaña	13	1.76	3.23	1	185.89			1.89	350.74		
9	Chamiza	15	1.06	3.38	1	139.63			2.58	360.23		
10	Cascarilla	37	2.17	5.66	1	22.95			23.10	530.07		
11	Arreaña	27	2.64	4.39	1	43.09			10.02	431.63		
13	Arreaña	24	1.75	3.50	1	54.54			6.47	352.97		
14	Arreaña	21	2.80	4.50	1	71.24			6.38	454.53		
15	Arreaña	35		6.00	1	25.65			21.99	563.93		
16	Arreaña	27	1.76	3.52	1	43.09			8.13	350.42		
17	Arreaña	30	2.57	5.53	1	34.91			15.21	531.06		
18	Arreaña	7	2.31	2.64	0.5	320.57			0.49	155.80		
19	Arreaña	9	2.04	2.66	0.5	193.93			0.79	152.42		
20	Arreaña	5		2.00	1	1256.64			0.20	249.18		
21	Arreaña	12	2.42	3.45	1	218.17			1.73	376.44		
22	Arreaña	42	2.56	5.78	1	17.81			29.99	534.05		
23	Arreaña	44	2.27	6.58	1	16.23			37.01	600.50		
24	Moena negra	22	2.10	5.46	1	64.91			8.36	542.34		
25	Arreaña	28	2.69	4.55	1	40.07			11.09	444.43		
26	Arreaña 3	20	2.07	4.75	1	78.54			6.12	480.74		
27	Arreaña	19	1.19	4.37	1	87.02			5.14	447.13		
28	Cascarilla	31	2.19	5.73	1	32.69			16.74	547.33		
31	Arreaña	12	2.92	3.87	1	218.17			1.92	419.96		
32	Chamiza	6		2.00	1	872.66			0.28	243.92		
33	Chamiza	5		1.50	1	1256.64			0.15	190.07		
34	Arreaña	24	1.65	4.28	1	54.54			7.83	427.18		
35	Chamiza	8		2.80	1	490.87			0.66	323.91		
36	Chamiza	11	2.97	4.56	1	259.64			1.91	494.83		
37	Arreaña	12	1.99	3.17	1	218.17			1.59	347.67		
38	Arreaña 2	17	3.04	3.95	1	108.71			3.78	411.21		
39	Cami hoja chica	8		2.50	1	490.87			0.59	291.10		
40	Cami	11	1.27	1.87	1	259.64			0.82	213.50		
41	Chamiza	9	1.16	3.20	1	387.85			0.93	361.91		
42	Cami hoja chica	13		3.00	1	185.89			1.76	327.01		

Anexo N° 17: Hoja de cálculo de la parcela HLC09

Escala del relascopeo: **0.25**

ID del árbol	Especie (nombre del campo)	Circunferencia [cm]	Altura total (m)	biomasa (relascopeo) Esc. 025	Abundancia de cada árbol por hectárea	Troncos total/ ha	Área basal [m ² /ha]	Biomasa individual [kg]	Biomasa de cada árbol por hectárea [kg]	Biomasa total [kg/ha]	Biomasa total [tn/ha]
1	Chamiza	4	2.50	0.5	245.44	2291.02	1.69	0.16	39.45	2434.49	2.43
2	Chamiza	4	2.00	0.5	245.44			0.13	31.98		
3	Chamiza	7	2.50	0.5	80.14			0.46	36.95		
4	Chamiza	10	3.64	0.5	39.27			1.29	50.58		
6	Arreaña 2	9	3.39	0.5	48.48			0.99	47.82		
7	Chamiza	10	2.60	0.5	39.27			0.94	36.80		
8	Arreaña 2	10	3.54	0.5	39.27			1.25	49.17		
9	Chamiza	7	3.00	0.5	80.14			0.55	43.88		
10	Arreaña 2	10	3.46	0.5	39.27			1.23	48.22		
11	Arreaña 2	7	3.04	0.5	80.14			0.55	44.41		
12	Arreaña 2	11	3.74	0.5	32.45			1.58	51.28		
15	Arreaña 2	17	4.20	0.5	13.59			4.01	54.48		
16	Arreaña 2	11	4.24	0.5	32.45			1.78	57.76		
17	Arreaña 2	11	3.27	0.5	32.45			1.39	45.17		
18	Arreaña 2	9	3.00	0.5	48.48			0.88	42.63		
19	Arreaña 2	12	3.90	0.5	27.27			1.94	52.77		
21	Arreaña 2	13	3.58	0.5	23.24			2.08	48.30		
22	Chamiza	20	2.40	0.5	9.82			3.21	31.54		
23	Chamiza	12	3.70	0.5	27.27			1.84	50.29		
24	Arreaña 2	8	2.64	0.5	61.36			0.63	38.35		
25	Arreaña 2	12	2.50	0.5	27.27			1.27	34.73		
27	Arreaña 2	16	3.00	0.5	15.34			2.60	39.93		
28	Arreaña 2	11	4.25	0.5	32.45			1.78	57.87		
30	Arreaña 2	16	2.50	0.5	15.34			2.19	33.62		
31	Chamiza	14	3.85	0.5	20.04			2.56	51.31		
32	Arreaña 2	15	3.26	0.5	17.45			2.50	43.55		
33	Arreaña 2	12	4.50	0.5	27.27			2.22	60.50		
34	Arreaña 2	13	3.35	0.5	23.24			1.95	45.31		
35	Arreaña 2	26	4.57	0.5	5.81			9.68	56.24		
36	Arreaña 2	18	2.76	0.5	12.12			3.01	36.46		
37	Chamiza	20	4.50	0.5	9.82			5.82	57.11		
38	Chamiza	9	3.12	0.5	48.48			0.91	44.24		
39	Chamiza	17	4.90	0.5	13.59			4.64	63.06		
40	Chamiza	11	3.21	0.5	32.45			1.37	44.46		
41	Chamiza	13	3.50	0.5	23.24			2.03	47.27		
42	Chamiza	14	4.36	0.5	20.04			2.88	57.63		
43	Chamiza	13	3.00	0.5	23.24			1.76	40.88		
44	Arreaña 2	13	4.01	0.5	23.24			2.31	53.75		
46	Chamiza	10	3.00	0.5	39.27			1.07	42.12		
47	Chamiza	22	6.15	0.5	8.11			9.35	75.86		
48	Chamiza	13	2.50	0.5	23.24			1.48	34.42		
49	Chamiza(h.grande)	7	3.11	0.5	80.14			0.57	45.33		
50	Arreaña 2	8	3.20	0.5	61.36			0.75	45.97		
51	Arreaña 2	9	0.97	0.5	48.48			0.30	14.75		
52	Chamiza	12	3.19	0.5	27.27			1.60	43.74		
53	Chamiza	11	3.72	0.5	32.45			1.57	50.99		
54	Chamiza	11	3.72	0.5	32.45			1.57	50.99		
55	Chamiza	11	1.40	0.5	32.45			0.63	20.31		
56	Chamiza	12	2.20	0.5	27.27			1.13	30.84		
57	Arreaña 2	10	3.23	0.5	39.27			1.15	45.13		
58	Arreaña 2	7	2.50	0.5	80.14			0.46	36.95		
59	Arreaña 2	9	3.00	0.5	48.48			0.88	42.63		
60	Chamiza	17	3.70	0.5	13.59			3.56	48.34		
61	Chamiza	8	2.50	0.5	61.36			0.59	36.39		

Anexo N° 18: Hoja de cálculo de la parcela HLC08

Radio del Plot [m]: 6

ID del árbol	Especie (nombre del campo)	Circunferencia [cm]	Altura inicio de copa (m)	Altura total (m)	Biomasa individual [kg]
1	Mullaco hoja chica	43	7.28	11.30	59.10
2	¿?	31	6.82	8.27	23.68
3	¿?	17	7.26	9.12	8.34
4	¿?	16	8.32	10.51	8.51
5	¿?	23	7.90	9.41	15.21
6	Rupiña	14	4.57	7.09	4.56
7	Rupiña	12	4.50	5.46	2.66
8	Urcumoena	21	3.83	5.36	7.52
9	Helecho	30	4.85	5.60	15.38
10	¿?	15	5.58	6.97	5.11
11	Helecho	34	5.41	5.89	20.45
12	Urcumoena	13	5.75	7.86	4.37
13	Helecho	29	3.61	4.39	11.46
14	Helecho	42	6.46	6.78	34.84
15	Urcumoena	34	4.46	7.29	25.02
16	¿?	11	5.73	7.67	3.11
17	¿?	10	6.57	7.94	2.69
18	Rupiña	10	4.57	5.79	1.99
19	¿?	20	4.04	4.95	6.37
20	¿?	14	2.91	5.23	3.42
21	Shimbillo	29	3.62	9.10	22.85
22	Pacorapra	33		7.00	22.76
23	¿?	15	3.89	5.69	4.22
24	Pichirina	23	4.16	6.71	11.05
25	¿?	16	4.16	6.71	5.57
26	Mullaco	27	5.85	6.96	15.49
27	Helecho	17		1.50	1.52
28	Helecho	16		1.30	1.18
29	Urcumoena	24	3.33	4.49	8.19
30	Helecho	19		1.90	2.34
31	Helecho	19		2.90	3.49
32	¿?	16	3.11	4.92	4.15
33	Helecho	36	4.54	5.12	19.98
34	¿?	11		3.00	1.28
35	Mullaco	18	4.39	6.17	6.43
36	¿?	27	6.12	7.40	16.41
37	¿?	12	6.90	8.00	3.82

Anexo N° 19.- Formatos para registro de información de campo

Parcela

Día de semana Fecha (año-mes-día) Hora (0:00 - 0:00)	Participantes (nombres)	Trabajo

Localidad (nombre)	
---------------------------	--

Altura GPS	GPS waypoint GPS (18 M) GPS (UTM) Variación	Posición de la pendiente (abajo, centro, en cima, ...) Exposición (dirección) Inclinación (° o % ?!)	Microrelieve

vegetación (densiómetro)			
---------------------------------	--	--	--

Troncos delgados < límite (10 cm o 20 cm circ.)			
--	--	--	--

Estratificación - estimado (según ELLENBERG)			
Estratificación	Altura	Cobertura	Especies dominantes

Documentación fotográfica		
Película/ Foto/ Hora	Dirección	Objeto

1 Vegetación

a) En general

tipo de vegetación (bosque alto/ bajo/ ...) _____

altura estimado _____

Circunferencia de los troncos _____

Forma de estatura (derecho, inclinado, torcido, ...) _____

b) Estratificación

qué estratos son los más desarrollados? _____

dónde se encuentran los estratos? Es fácil definir? _____

i) los árboles más grandes

biodiversidad (especies)

troncos (delgados o gordos, estatura derecha o torcida, ...)	copa (cobertura, dimensión y forma de las copas, densidad de hojas, forma de copa, ...)	hojas (gordas o sclerófilas, dimensión, ...)

ii) segundo estrato

biodiversidad (especies)

<i>troncos (delgados o gordos, estatura derecha o torcida, ...)</i>	<i>copa (cobertura, dimensión y forma de las copas, densidad de hojas, forma de copa, ...)</i>	<i>hojas (gordas o sclerófilas, dimensión, ...)</i>

Hay especies del primer estrato? _____

iii) tercer estrato

biodiversidad (especies)

<i>troncos (delgados o gordos, estatura derecha o torcida, ...)</i>	<i>copa (cobertura, dimensión y forma de las copas, densidad de hojas, forma de copa, ...)</i>	<i>hojas (gordas o sclerófilas, dimensión, ...)</i>

Hay especies de los estratos arriba (qué estratos)? _____

iv) arbustos

biodiversidad (especies)

<i>troncos (delgados o gordos, estatura derecha o torcida, ...)</i>	<i>copa (cobertura, dimensión y forma de las copas, densidad de hojas, forma de copa, ...)</i>	<i>hojas (gordas o sclerófilas, dimensión, ...)</i>

Hay especies de los estratos arriba (qué estratos)? _____

adicional

v) vegetación baja

desarrollo _____

biodiversidad (especies) _____

<i>Especies importantes</i>	<i>dominación, altura, cobertura, en grupos o distribuido (preferencia de microclima)</i>
Cyclanthaceae	
Araceae	
Helechos	
Otras	

Hay especies de los estratos arriba (qué estratos)? _____

Helechos arboreos

abundancia, altura, cobertura (preferencia de microclima) _____

Lianas

abundancia, desarrollo (altura), tipo, circunferencias _____

Epífitas

abundancia general, hasta que altura? _____

Orchidaceae (abundancia, diversidad, alturas) _____

Araceae (abundancia, diversidad, alturas) _____

Bromeliaceae (abundancia, diversidad, alturas) _____

Helechos (abundancia, diversidad, alturas) _____

adicional

Geografía física

Microclima (en un buen día)

sol (cobertura de vegetación, horizonte) _____

temperatura _____

humedad _____

Suelo

cobertura de hojas _____

acumulación de masa orgánica muerta, poca descompuesta _____

color arriba _____

consistencia _____

Cantidad de raíces visibles (grandes y chiquitos) _____

Qué cosa causa el microrelieve (si hay)? _____

Descripción de la calicata

Profund. [cm]	Nombre horiz.	Textura	Piedras (%)	Raíces -/0/+/>++	pH	Mat. org. -/0/+/>++

Muestras

Horizonte						
ID Muestra						
Destino						
Análisis						

Notas:

Anexo N° 20: Análisis físico-químico de suelos de las parcelas en el Cerro Tambo

Tipo de Bosque	Parcela	Hori-zonte	Análisis físico (%)				N	P	K	pH	M.O	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Al ⁺⁺⁺	K ⁺	Sat Al ⁺⁺⁺
			Ao	Arc.	Lo	Textura	%	ppm	ppm		%	meq/100 gr. Suelo				%
Chamizal	T5	A ₁	—	—	—	—	0.87	2.09	39.10	4.30	17.40	2.08	1.02	10.50	0.10	53
Chamizal	T5	A ₂	86.96	7.04	6.00	Ao. Fr.	0.16	4.19	43.00	4.50	3.28	1.86	0.94	2.20	0.11	41
Chamizal	T5	B	82.96	9.04	8.00	Ao. Fr.	0.06	4.12	35.20	4.70	1.21	1.40	0.82	2.30	0.09	75
Chamizal	HLC10	A ₁	—	—	—	—	0.76	3.16	31.30	4.30	15.10	2.56	0.64	10.00	0.08	31
Chamizal	HLC10	A ₂	83.32	7.04	9.64	Ao. Fr.	0.25	4.14	70.40	4.50	5.06	1.20	0.40	1.10	0.18	33
Chamizal	HLC10	B	81.32	9.04	9.64	Ao. Fr.	0.08	3.39	50.80	4.60	1.54	1.64	1.16	1.40	0.13	74
Bosque Alto	T2	A ₁	—	—	—	—	0.87	4.76	46.90	4.20	17.50	2.32	0.96	10.80	0.12	45
Bosque Alto	T2	A ₂	84.96	7.08	7.96	Ao. Fr.	0.13	4.94	54.70	4.40	2.68	1.60	0.44	1.90	0.14	32
Bosque Alto	T2	B	76.96	7.12	15.92	Fr.Ao	0.04	5.18	62.60	5.20	0.70	0.92	0.68	0.90	0.16	75
Bosque Alto	T3	A ₁	—	—	—	—	0.89	3.90	39.10	4.40	17.80	2.48	0.70	7.75	0.10	69
Bosque Alto	T3	A ₂	50.96	21.04	28.00	Fr Arc Ao	0.27	4.10	43.00	4.30	5.49	1.20	0.81	7.55	0.11	76
Bosque Alto	T3	B	26.96	27.04	46.00	Fr Lo	0.16	4.16	50.80	4.60	3.25	1.40	1.02	6.10	0.13	69

Fuente: Datos reportados por el Laboratorio de suelos de la FUNDAAM - Nva. Cajamarca

**Anexo N° 21: Contenido de nutrientes de los suelos del Cerro Tambo -
con respecto a los niveles críticos de nutrientes disponibles en
suelos ácidos**

Parcela	Horizonte	Textura	pH	MO	N	P	K	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Al ⁺⁺⁺
				%	%	ppm	ppm	meq/100 gr. suelo			%
T5	A1	-	B	A	A	B	B	M	M	B	A
	A2	A ₀ . Fr.	B	M	A	B	B	M	M	B	M
	B	A ₀ . Fr.	B	B	B	B	B	M	M	B	M
HLC10	A1	-	B	A	A	B	B	M	M	B	A
	A2	A ₀ . Fr.	B	A	A	B	B	M	M	B	M
	B	A ₀ . Fr.	B	B	B	B	B	M	A	B	M
T2	A1	-	B	A	A	B	B	M	M	B	A
	A2	A ₀ . Fr.	B	M	M	B	B	M	M	B	M
	B	Fr. A ₀ .	M	B	B	B	B	B	M	B	M
T3	A1	-	B	A	A	B	B	M	M	B	A
	A2	FrArc A ₀	B	A	A	B	B	M	M	B	A
	B	Fr. Lo	B	M	A	B	B	M	M	B	A

A = alto
M = medio
B = bajo

Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 22: Parámetros meteorológicos registrados en la Estación Digital del Cerro Tambo – Año 2000

<i>Parámetros</i>	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
Precipitación(mm/mes)	194.4	134.2	223.7	199.4	138.2	140.2	162.3	51.4	167.6	130.0	153.6	181.4
Temp. Máxima (°C)	23.6	23.6	24.6	23.8	24.6	24.3	22.9	25.8	25.3	26.0	26.2	24.2
Temp. Mínima (°C)	16.6	16.6	16.6	16.4	16.8	16.5	15.7	16.6	16.4	16.8	17.5	16.9
Temp. Media (°C)	19.0	19.1	19.3	19.0	19.4	19.1	18.2	19.9	19.4	19.9	20.6	19.3
Hum. Rel. Máx. (%)	94	93	93	96	96	95	94	94	94	93	91	93
Hum. Rel. Min. (%)	68	67	65	70	68	67	68	57	61	58	57	66
Hum. Rel.Prom. (%)	84	83	82	86	86	85	86	79	82	80	77	83

Fuente: Estación Meteorológica Digital Cerro Tambo – Procesamiento Tesista.

Anexo N° 23: Parámetros meteorológicos registrados en la Estación Climatológica Ordinaria Moyobamba - Año 2000

<i>Parámetros</i>	<i>Ene</i>	<i>Feb</i>	<i>Mar</i>	<i>Abr</i>	<i>May</i>	<i>Jun</i>	<i>Jul</i>	<i>Ago</i>	<i>Set</i>	<i>Oct</i>	<i>Nov</i>	<i>Dic</i>
Precipitación(mm/mes)	154.3	185.4	151.8	161.9	58.0	40.8	65.7	95.6	134.2	111.3	44.1	234.4
Temp. Máxima (°C)	27.3	27.0	27.4	27.0	28.0	27.6	27.1	28.1	28.5	28.4	29.8	27.8
Temp. Mínima (°C)	19.1	18.4	18.6	18.5	18.8	18.6	17.2	17.3	18.0	18.5	19.3	19.2
Temp. Media (°C)	22.4	22.0	22.2	21.9	22.6	22.1	21.3	22.1	22.2	22.6	24.0	22.6
Hum. Rel.Prom. (%)	84	84	84	87	85	85	84	83	84	83	78	85

Fuente: Estación Climatológica Ordinaria (CO) Moyobamba – PEAM.

Anexo N° 26.- Compendio de fotografías del trabajo en campo

Foto N° 01: Bosque Chamizal Abierto - Cerro Tambo



Foto N° 02: Bosque Pre-montano Alto - Cerro Tambo



Foto N° 03: Caracterización física (pH) del suelo



Foto N° 04: Determinación de profundidad y perfiles del suelo



Foto N° 05: Extracción de muestras con barreno de Pressler



Foto N° 06: Determinación de alturas de árboles con clinómetro



Foto N° 07: Estación meteorológica Digital Cerro Tambo



Foto N° 08: Instrumentos y materiales utilizados



Receptor GPS



Taladro de Pressler



**Distanciómetro ó
medidor ultrasonido**



Relascope de Bitterlich



**Medidor para conteo
de anillos**