



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DEL COMAHUE**

**ASENTAMIENTO UNIVERSITARIO
SAN MARTIN DE LOS ANDES**

Clasificación de Árboles de Nothofagus Nervosa y determinación de sus incrementos



Practica laboral

Carrera: Técnico Forestal

Alumno: Catalán Mariano A.

Legajo: 74654.

Director: Dr. Ing. Ftal. Chauchard Luís Mario.

Junio 2007



ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Paginas
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 <i>Objetivos</i>	3
1.2 <i>Principales conceptos implicados</i>	4
2. MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1 <i>Área de estudio.</i>	5
2.2 <i>Fuente de datos</i>	7
2.2.1 <i>Procedimiento a campo</i>	7
2.2.2 <i>Instrumental y elementos utilizados</i>	9
2.3 <i>Procesamiento en gabinete.</i>	9
2.3.1 <i>Acondicionamiento y lectura de muestras</i>	9
2.3.2 <i>Organización de los datos</i>	10
2.3.3 <i>Estimación del Dap con corteza pasado</i>	10
2.3.4 <i>Ajuste de la Función de Crecimiento</i>	10
3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	
3.1 <i>Análisis de datos.</i>	12
4. CONCLUSIÓN.	17
5. RECOMENDACIONES.	17
6. GRADO DE APROVECHAMIENTO.	17
7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.	18
8. AGRADECIMIENTOS	18
9. BIBLIOGRAFÍA	19

ANEXOS

1. INTRODUCCIÓN

La presente práctica laboral, se enmarca en el Proyecto de Investigación "Ecología y Manejo de bosque mixto de *Nothofagus*", el cual es llevado a cabo por varias cátedras del Asentamiento Universitario San Martín de los Andes (A.U.S.M.A), conjuntamente con la Administración de Parques Nacionales (APN) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). La finalidad de este Proyecto es, caracterizar e interpretar la dinámica de crecimiento, competencia y mortalidad del bosque mixto de *Nothofagus* para desarrollar los esquemas de manejo que permitan garantizar su renovación y sostenibilidad.

Como parte de este proyecto, ya se han desarrollado modelos de crecimiento individual para las especies *Nothofagus dombeyi* y *Nothofagus obliqua*, requiriendo para completar la caracterización de la dinámica del bosque mixto, realizar los modelos para *Nothofagus nervosa*. Ello permitirá describir el comportamiento de esta especie, comparativamente con las otras dos que componen el bosque mixto.

1.1 Objetivos de la Práctica Laboral

En este trabajo se propone realizar los trabajos previos y preparatorios para entrar en la modelización del crecimiento. Tal tarea implica, recabar los datos y toma de muestras a campo, realizar el procesamiento de dichos datos y los primeros análisis sobre el crecimiento de árboles de *Nothofagus Nervosa* (phil.) Dim.et.Mil., Raulí. Con ello se pretende que la presente práctica laboral permita:

- Ajustar la metodología de campo sobre selección de árboles muestra y toma de datos.
- Elaborar una base de datos con el filtrado de los mismos.
- Realizar los primeros análisis del crecimiento de la especie.

General:

- Confeccionar una base datos que permita desarrollar, en estudios posteriores, un modelo biológico de crecimiento individual para *Nothofagus Nervosa*.

Específicos:

- Realizar los ajustes para la identificación, clasificación, medición y señalización de árboles para la toma de muestras de incremento.
- Determinar los crecimientos individuales en distintas variables, según estratos sociales.
- Realizar diferentes bases de datos, de acuerdo a distintos objetivos de análisis.

1.2 Principales conceptos implicados:

En los seres vivos, el crecimiento se ajusta a una curva general del tipo sigmoidea, cuyo patrón de variación dependerá de la especie, de sus características genéticas y de las interacciones entre el genotipo y el ambiente en el cual se desarrolla.

Este tipo de curvas refleja el crecimiento acumulado y se pueden distinguir tres etapas del crecimiento: juvenil, madurez y senectud.

En las especies forestales el periodo juvenil generalmente es corto; la duración y la velocidad del crecimiento durante este período son muy importantes para la sobrevivencia de algunas especies, particularmente para aquellas pioneras, que deben competir por la luz con otras especies. Culminando este período, se alcanzan los mayores valores de incrementos corrientes.

El período de madurez es aquel en el que se inicia la disminución del incremento anual, pero manteniendo un progresivo aumento del crecimiento medio. Su finalización se produce cuando el crecimiento medio es máximo y comienza a declinar.

Posteriormente, se inicia el envejecimiento, período que puede durar tanto como la longevidad que le llevó a la especie alcanzar la madurez.

El crecimiento sigmoideo es general para todas las variables del árbol, diferenciándose los momentos de culminaciones, según la variable que se considere. A la vez, las condiciones ambientales y de competencia alteran estos patrones, pudiéndose entonces, diferenciar tendencias del crecimiento para una misma condición de calidad de sitio, según el estado de competencia del individuo (Donoso 1994).

Se pueden diferenciar los siguientes tipos de crecimientos absolutos:

- **Crecimiento Corriente Anual:** Es la variación que se produce en el intervalo de un año. Es la diferencia en las dimensiones alcanzadas durante un período de un año. Está fuertemente influido por las condiciones climáticas, de manera que puede registrar grandes variaciones en los valores de un año a otro, que pueden distorsionar la tendencia general.
- **Crecimiento Periódico:** es la variación producida en un periodo cualquiera, mayor a un año, en la vida de un árbol o de un rodal.
- **Crecimiento Periódico Anual:** es la variación anual, promedio de un periodo. Se obtiene como un cociente entre el crecimiento del período y el número de años del período. El objetivo de esta expresión es atenuar las variaciones anuales, tratando de captar la tendencia general del crecimiento.
- **Crecimiento Medio Anual:** Es la variación promedio de una variable a lo largo de toda la vida de un árbol o un rodal. Este se determina como un cociente entre el crecimiento acumulado a una edad determinada y dicha edad.

Uno de los, principal factor que influye sobre el crecimiento es la calidad de sitio, variable que involucra a la especie y a otros factores relacionados con el ambiente (suelo, clima y fisiografía).

Se define al Sitio como un área relativamente homogénea para una especie o grupo de especies, en sus características climáticas, topográficas y edáficas. (Chauchard, comunicación personal).

El sitio incluye la idea del espacio físico que ocupa un bosque o rodal y del medio ambiente que le da sus características de crecimiento y desarrollo, resultado de la interacción entre los individuos y el medio (Clutter et al., 1983).

La Calidad del Sitio, desde el punto de vista forestal, se define como la capacidad potencial de producción de madera, de una superficie específica y para una especie determinada (Clutter et al., 1983). La determinación del nivel de productividad de un bosque es una tarea difícil, que requiere conocer la historia de un bosque. Para la clasificación de la calidad de sitio se emplea usualmente, un índice que simplifique la tarea. Uno de ellos, se denomina Índice de Sitio y se representa a través de la altura dominante de un rodal coetáneo, a una edad predeterminada, denominada, edad base, índice o de referencia.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de Estudio

El área de estudio se encuentra ubicada al SO de la provincia del Neuquén, dentro del Parque Nacional Lanín, particularmente en la Cuenca de los lagos Lácar y Nonhué. Esta Cuenca de origen glacial se dispone en sentido Este-Oeste, abarcando una superficie aproximadamente de 40.000 ha.

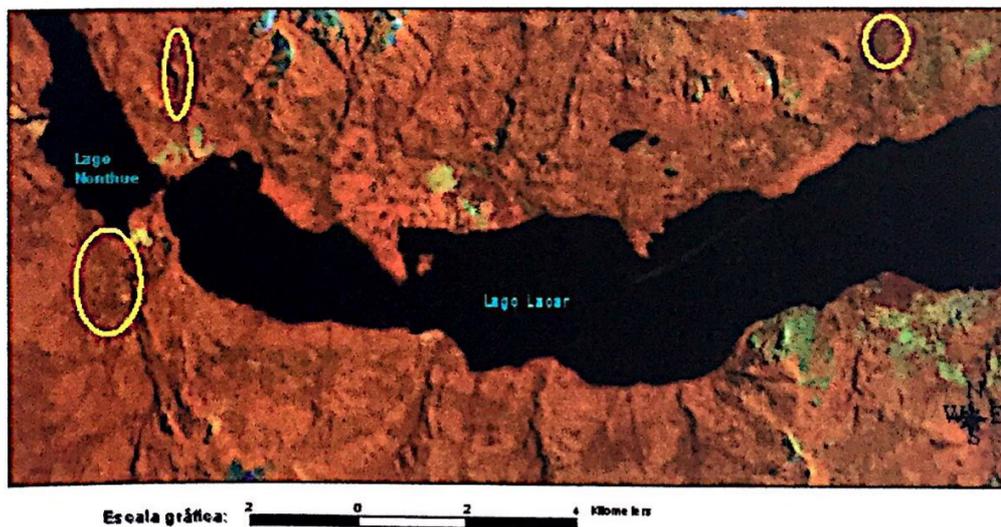


Figura 1: *Detalle de la ubicación de las áreas de estudio en la cuenca de los lagos Lácar- Nonhué*

La zona pertenece al sistema orográfico de la Cordillera de los Andes Septentrionales, y es caracterizada por montañas de altura media, accidentadas de relieve abrupto o colinado, con pendientes medias a fuertes que van desde los 16° a los 35° y que en algunos casos superan los 40°.

Fitogeográficamente, el bosque pertenece a la provincia Subantártica, Distrito del Bosque Mixto Caducifolio (Sensu Cabrera, 1978). La vegetación natural está representada por

Raúlí: *Nothofagus nervosa* (Phil) Dim. et Mil.

Roble Pellín: *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.

Coihue: *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.

Lenga: *Nothofagus pumilio* (Opepp. et Endl.) Krasser

Ñire: *Nothofagus antarctica* (Forst.) Oerst.

Los bosques suelen ubicarse en faldeos de la cordillera, con exposiciones dominantes Sur, variando del Suroeste a Sureste, según las características locales de la topografía. Se encuentran altitudinalmente entre los 600 y 1100 m sobre el nivel del mar.

N. nervosa se encuentra en comunidades puras y mixtas, en las que pueden aparecer asociada con *N. dombeyi* y *N. obliqua*, en distintas proporciones y en ciertos casos entremezclarse con *N. antarctica*. En las zonas más altas, suele asociarse en un estrato altitudinal intermedio con *N. pumilio*.

El principal representante del sotobosque es *Chusquea culeou* (caña colihue, Gramineae), encontrándose en menor grado *Acaena ovalipholia* (cadillo, Rosaceae), *Osmorhiza chilensis* (cacho de cabra, Umbeliferae), *Azara microphila* (chin-chin, Flacourtiaceae) y *Alstroemeria aurea* (amanay, Amarilidaceae).

La zona se caracteriza por un clima templado húmedo estacional, con la precipitación concentrada principalmente en las estaciones frías. La precipitación anual puede alcanzar hasta los 2500 mm, la temperatura media anual es de aproximadamente 9 °C, los veranos son cortos, secos y con elevadas temperaturas. Las heladas tempranas ocurren durante abril y las tardías durante octubre. Los registros de precipitación y temperatura corresponden a la estancia Quechuquina (cuadro 4, Figura 6).

Los vientos dominantes, de dirección Oeste, son originados en centros de baja presión sobre el Océano Pacífico Sur y vienen cargados con gran humedad, que al elevarse y enfriarse sobre la Cordillera de los Andes, pierden rápidamente su humedad en forma de lluvia en pocos kilómetros sobre el lado oriental de la misma, produciendo un efecto de *sombra de lluvia* (Donoso, 1994). Esto provoca un fuerte gradiente de precipitaciones en pocos kilómetros, siendo la precipitación media anual en Paso Hua-Hum (límite con Chile) de 2500 mm y descendiendo a 1300 mm en la ciudad de San Martín de los Andes en un recorrido recto de 30 km. Los vientos dominantes del Oeste suelen alternarse en ciertos períodos del año con vientos continentales secos originados por centros de alta presión provenientes de la zona esteparia del Este.

Geológicamente, la región se encuentra modelada por los glaciares, posteriormente recubierta por cenizas volcánicas post-glaciales cuyo origen

proviene de los volcanes chilenos, que por acción de los vientos llegaron a tener una gran dispersión en Patagonia. Estas cenizas son las que le dan a la zona sus características en cuanto al tipo de suelos y la vegetación que crece sobre ellos, los bosques de *Nothofagus*. Estos bosques corresponden a la categoría de bosques templados; las temperaturas medias registradas en el área están entre los 9° y 11°C, con mínimas absolutas de -12°C y máximas absolutas de 39°C.

Los suelos se han originado a partir de cenizas volcánicas y capas de lapilli (Ferrer et al., 1990). La génesis de estos suelos está determinada por el material piroclástico. El manto de cenizas es de espesor irregular, depositado sucesivamente en el tiempo sobre el material geológico subyacente, superando en algunos casos los dos metros. Este manto es más delgado hacia los sectores superiores de los faldeos y en las laderas orientadas al Noroeste. En zonas de pendientes más escarpadas, el manto de cenizas, está interrumpido por afloramientos rocosos de la geología de base. En el área de estudio, debido a que las condiciones climáticas no presentan una estación seca contrastante, las cenizas volcánicas permanecen húmedas evolucionando a alófanos (mineral secundario amorfo o paracristalino), que forman un complejo con la materia orgánica. Son suelos profundos, oscuros y con altos contenidos de materia orgánica. Sus secuencias de horizontes son A-AC-C, A-Bw-C o multiseuencias de estos horizontes, debidas a los sucesivos eventos volcánicos, que enterraron los suelos. El complejo alófono - materia orgánica, denominadoseudolimo, genera una meso-estructura que les imprime propiedades físicas únicas.

Son suelos con una alta porosidad total. Se han medido en esta zona valores de porosidad del 70% (Broquen *et al.*, 1999), La alta porosidad total se refleja en una baja densidad aparente, siendo ésta inferior a 0.8 g/cm³. Tienen a su vez una muy buena aireación, también a consecuencia de su alta porosidad. La alta permeabilidad al agua es una característica distintiva de los suelos derivados de cenizas volcánicas.

Tienen una estructura granular o en bloques subangulares finos en los primeros centímetros. Si la fracción granulométrica es más gruesa, tienen una estructura que tiende a grano suelto. Se tornan más coherentes en los horizontes subsuperficiales, siendo algo masivos con tendencia a bloques subangulares. Esto determina una baja resistencia a la penetración, lo que permite la exploración de la totalidad del perfil por parte de las raíces de la vegetación.

Su ph es relativamente ácido, con alta a moderada capacidad de intercambio catiónico (CIC), y una elevada retención de fósforo. Poseen moderada a baja saturación en bases.

2.2 Fuente de datos

2.2.1 Procedimiento de campo.

Durante los meses de Febrero y Marzo, como herramienta fundamental del estudio, se seleccionaron los árboles muestra en las distintas condiciones de competencia. Las áreas en estudio fueron: Quilanlahue, Cerro Mallo, Pucará y Nonthué.

Los árboles elegidos debían pertenecer a diferentes estratos sociales o de competencia y que pertenezcan a la generación que predomina estructuralmente, que suele ser la segunda generación presente en el rodal.

A cada individuo se le asignó un código según la ubicación, luego se registró su posición geográfica en coordenadas WGS84 con GPS, posteriormente se procedió a realizar las mediciones y la toma de muestras con barreno. Las diferentes variables dimensionales medidas fueron:

- a) Diámetro a la altura del pecho,
- b) Altura total,
- c) Altura de fuste,
- d) Altura de inicio de copa,
- e) Diámetro de copa,
- f) Posición Sociológica, determinada ocularmente, según la clasificación tradicional de copas para especies heliófilas, (Supr y Barnes 1980, Donoso 1993):
 - I. Dominante: las copas de los árboles más grandes se elevan por encima del dosel general, dominando por tamaño en el nivel superior. Por lo tanto, sus copas están expuestas a la irradiación lumínica directa, por encima y en cierto grado, en las zonas laterales.
 - II. Codominante: son árboles que también conforman el dosel superior general, sus copas, de menor tamaño que los dominantes, reciben luz en la parte superior y en menor medida lateralmente.
 - III. Intermedio: Sus copas se encuentra en posición subordinada y sujetas a una aguda competencia lateral con las copas de las dos clases anteriores, de manera que sus copas, más estrechas, reciben sólo radiación solar directa en el lado superior, y
 - IV. Oprimido: aquellos que se ubican totalmente en la porción inferior del dosel, recibiendo solamente radiación solar difusa. Estos árboles tienen poco vigor y tienen un crecimiento muy lento, siendo candidatos a morir por la fuerte competencia.

La extracción de muestras de tarugos de incremento, se obtuvieron barrenando cada árbol a la altura de pecho, con el taladro de Pressler.

Se trató de que los tarugos incluyeran desde la corteza hasta la médula, con el propósito de asegurarse la determinación de la edad a la altura del pecho.

Posterior a la extracción, las muestras fueron depositadas sobre papel corrugado y encintadas, con el fin de evitar roturas en el traslado de las mismas. Para lograr una correcta identificación de las muestras en gabinete, se rotularon inmediatamente, con un marcador indeleble, con lo cual se garantizó la duración de sus inscripciones.

Además, con el fin de establecer alguna medida de la competencia con la que están creciendo los árboles, se midieron en cada cuadrante, la distancia al árbol más cercano, al que se lo clasificó según su posición social.

En las diversas zonas muestreadas, se tomo nota sobre la altura dominante que se observada en el lugar. Con está variable, se realizó una estimación indirecta de la calidad de sitio.

Cabe aclarar que, las mediciones de altura dominante realizadas durante el muestreo de esta práctica, se tomaron en árboles maduros de cada área, independientemente de la especie a que pertenecía el individuo medido. Se consideraron para esta medición, aquellos árboles que tuvieran signos visibles de madurez, con lo cual se podía inferir que habían alcanzado su altura máxima.

2.2.2 Instrumental y elementos utilizados

- Clinómetro Suunto
- Brújula Suunto
- Cinta métrica.
- Cinta diámetro
- Barreno de Pressler
- GPS garmin
- Planillero y planillas
- Machete
- Cinta de color
- Papel Corrugado
- Listones porta tarugos
- Lijas
- Lupa
- Regla milimetrada.

Para el análisis de datos en gabinete y elaboración del presente informe se emplearon los siguientes software:

- Microsoft Excel ® (planillas de calculo)
- Microsoft Word ® (procesador de texto)
- Statgraphics Plus 5.1

2.3 Procesamiento en gabinete:

2.3.1 Lectura de muestras

A medida que se fueron obteniendo las muestras en las salidas de campo, se fueron realizando los montajes de éstas, en listones de madera, con el fin de evitar que los tarugos se agrietaran o quebraran por la pérdida brusca de humedad, distorsionando la correcta lectura de los incrementos diametrales. También se anotó el lugar de procedencia y sobre que lado se ubicaba la corteza, en el caso que no se divisaba.

El lijado de las muestras se realizó con lijadora de banda, utilizando lijas de diferente numeración (60-80-150-240), hasta darle al tarugo la nitidez necesaria.

Como paso siguiente, se procedió a la lectura de los incrementos, con la ayuda de una lupa de mano de 9 aumentos, combinada con una lámpara de potente iluminación. Con el fin de hacer las muestras más visibles, se las fue humedeciendo a medida que se medían. La medición se realizó con regla milimetrada, registrando en una planilla la distancia radial cada 5 años.

Las edades de muchos de los árboles fueron determinadas en los tarugos con anterioridad, por técnicos del Área Forestal del Parque Nacional Lanín. De todas maneras, se procedió a corroborar dichas edades.

A las series de crecimiento se las diferenciaron en, completas, cuando tenían localizada la médula y era posible determinar la edad fehacientemente y en incompletas, cuando no fue posible localizar la médula, por lo tanto no era posible establecer la edad a la altura del pecho.

2.3.2 Organización de la base de datos

La organización de los datos consistió en las siguientes actividades:

- a) Diseñar una primera planilla provisoria de carácter individual, para ir transcribiendo las mediciones en el instante de la lectura, la cual contiene sólo algunas variables dasométricas (Planilla N° 1).
- b) También se diseñó una segunda planilla previa a la base de datos, con la intención de ordenar la información de cada árbol, la cual contiene, los datos tomados a campo y las mediciones realizadas en gabinete (Planilla N° 2).
- c) Por último, la información obtenida a nivel individual fue volcada a la base de datos definitiva, la cual servirá para elaborar el análisis teniendo en cuenta las variables medidas y estimadas.

Es importante aclarar que, el total de los árboles muestreados se separó según su estrato sociológico, bajo la hipótesis de que el crecimiento de los individuos varía en función del espacio que ocupan en el dosel. Esto significaría que, por ejemplo, un individuo oprimido no cuenta con el espacio necesario en el vuelo y el suelo, para desarrollar suficiente superficie fotosintética; por lo tanto, presentará incrementos anuales menores a lo de sus vecinos dominantes competidores y una tendencia a la declinación.

2.3.3. Estimación del Dap con corteza pasado

También, utilizando el Dap sin corteza obtenido de los tarugos de los árboles muestreados y los Dap con corteza medida a campo, se calculó el factor de corteza, con la siguiente fórmula:

$$\text{Factor de Corteza (\%)} = \frac{\text{Dap c/c} - \text{Dap s/c}}{\text{Dap c/c}} * 100$$

Una vez, calculado el factor por individuo se procedió a obtener valor medio de dicho factor, según el Dap s/c medio para clases diamétricas de 5 cm de amplitud.

2.3.4. Ajuste de la Función de Crecimiento

Una vez obtenidos los incrementos de los árboles, se organizó una base de datos para realizar el ajuste, a nivel de exploración, de la función de crecimiento diamétrico que se utilizará en el marco del proyecto marco más adelante.

De esta manera, se comenzó a probar las relaciones posibles entre las variables presentes en la base de datos, utilizando los últimos 20 años de cada serie, como periodo de estudio; siendo la variable de respuesta, el incremento periódico anual en Dap y las variables predictoras, Edad y Dap.

Luego se determinaron los incrementos diametrales promedios, para clases diamétricas de 5 cm de amplitud y con ellos y en carácter de prueba, se ajustó la función de crecimiento, citada como de Bertalanffy-Richards (Chauchard et al. 1991), para cada agrupamiento. Para el ajuste se utilizaron técnicas de regresión no lineal y lineal múltiple. El citado es un modelo de crecimiento a nivel de árboles, independiente de la distancia entre individuos, según la clasificación de Munro, citado por Clutter y otros (1983). Este modelo una vez ajustado, es transformado, por relaciones matemáticas entre sus parámetros, en una función de rendimiento en diámetro.

La elección de dicha función para el estudio de crecimiento de los bosques naturales de *Nothofagus* se basó en que ha demostrado ser muy flexible (Richards 1959, Osumi 1983, Zeide 1989, Vanclay 1994, Chauchard et al. 2001), para adaptarse a diversos fenómenos, especialmente al crecimiento sigmoide de árboles y rodales. Pertenece a las llamadas biológicas, y su expresión diferencial general es:

$$dy/dt = a.y^m - b.y \quad [1]$$

Donde:

dy/dt: crecimiento instantáneo.

a, b: constante de catabolismo y anabolismo, respectivamente.

y: tamaño de organismo y población (en el presente estudio es el Dap).

m: constante de alometría. Para $0 < m < 1$ si $a, b > 0$; para $m > 1$ si $a, b < 0$.

Siguiendo a Vásquez (1988) y Chauchard et al (2001) la función [1] se puede escribir como:

$$id = a (Dap^m - Dap \cdot D^{m-1}) \quad [2]$$

Donde:

id: incremento periódico anual en diámetro.

- D: asíntota de la función, que representaría el Dap máximo que, en condiciones promedio, puede alcanzar la especie para un determinado estrato social.

Para aprovechar el mayor desarrollo de los estadísticos de la regresión lineal, el procedimiento de ajuste de la función, que es no lineal, se debe realizar en dos etapas. Este procedimiento fue propuesto por Uribe (1987) y aplicado por Vázquez (1988), Chauchard (1991) y Chauchard et al (2001). Como primera etapa, se deben estimar los tres parámetros de la función: α , m , D , por regresión no lineal; luego como segunda etapa, ésta se vuelve a correr con técnicas de regresión lineal múltiple, considerando ahora como constante el parámetro m , obtenido el ajuste inicial del modelo no lineal. (Chauchard et al., 2003).

Los valores de partida de los parámetros α , D y m , para ajustar la función no lineal, fueron obtenidos de un estudio anterior sobre *N. Obliqua* (Chauchard et al., 2003).

3. DISCUSION DE RESULTADOS

Análisis de los datos:

La cantidad de árboles incluidos finalmente en la base de datos fue de 41 individuos. Discriminados en, 31 muestras de series completas y 8 muestras incompletas, en las que no se pudo determinar la edad por ausencia de la medula. No se pudieron encontrar árboles del estrato oprimido para la toma de muestras, de manera que su recolección y análisis se postergó para la siguiente temporada.

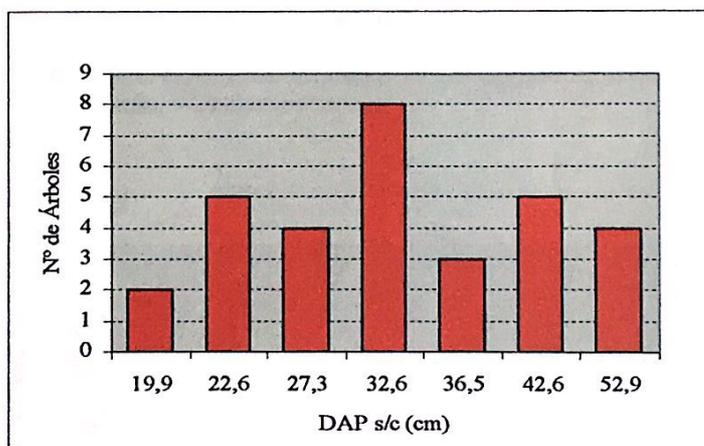


Figura 2: Distribución de frecuencias absolutas de la muestra por clase diámetrica de 5 cm. El DAP que aparece se corresponde con el medio de la clase, sin corteza.

Quedando la base de datos completa y ordenada se procedió en primer lugar, a estudiar el comportamiento de los datos, de acuerdo al estrato social al que pertenecían.

Este análisis se realizó trabajando conjuntamente los estratos sociales dominante y codominante y tratar en forma independiente, el estrato intermedio. La razón de juntar los primeros se encontró en los estudios similares realizados con Coihue (Chauchard et al, 2001) y Roble Pellín (Chauchard et al., 2003) y es que, las tendencias de ambos son muy cercanas y en algunos puntos se cruzaban. Respecto a los estratos intermedios y oprimidos, por definición subyacía la idea de que las disponibilidades de recursos que tenían ambos, principalmente luz debían reflejar ritmos de crecimiento manifiestamente distintos. (Chauchard, comunicación personal).

Por el lado de las series de crecimiento, se consideró toda la serie, asignándole el estrato que poseía al momento de tomar la muestra.

Se realizaron los gráficos de los crecimientos individuales, cada serie de crecimiento completa. Estos gráficos dieron la primera impresión, respecto al comportamiento de los crecimientos de los árboles de diferentes estratos sociales.

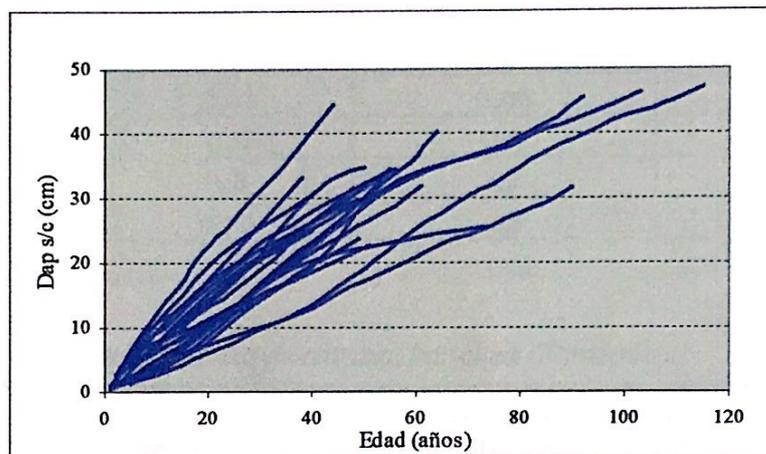


Figura 3: *Series de crecimiento de muestra correspondientes a los estratos dominantes – codominantes.*

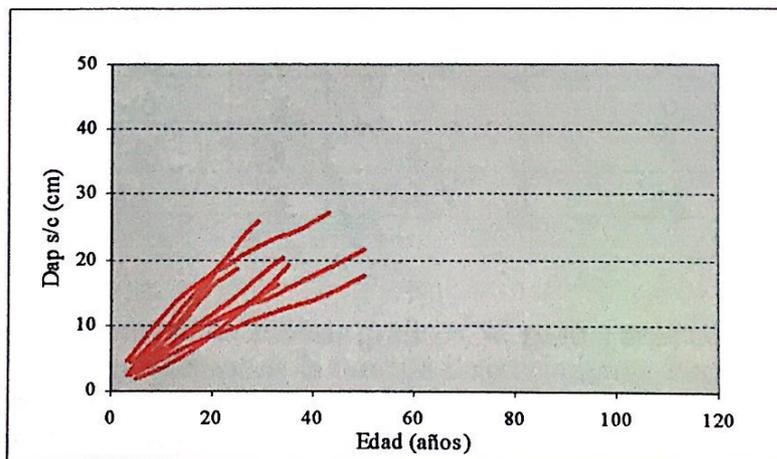


Figura 4: *Series de crecimiento de muestras correspondiente al estrato intermedio.*

Del análisis visual de los crecimientos, se pudo observar que, si bien se aprecia un amplio rango de crecimientos, no hay una diferenciación clara entre los estratos dominante e intermedio. Ello puede deberse, claramente, a una mala interpretación a campo del estrato de crecimiento del árbol. Por ello, como actividad principal para el inicio de la próxima temporada estival, es la visita y reclasificación de cada árbol, empleando para este caso relaciones cuantitativas de la copa. Se espera que, con la ayuda de variables cuantitativas, se pueda realizar una clasificación objetiva y certera del estrato social del árbol.

Cuadro 1: IPA medio, IPA máximo e IPA mínimo, por clase diamétrica

Clase de Dap (cm)	IPA Medio (cm/año)	IPA Máximo (cm/año)	IPA Mínimo (cm/año)
< 20	0,45	0,74	0,24
22,5	0,62	0,84	0,38
27,5	0,7	1,14	0,36
32,5	0,61	0,98	0,38
37,5	0,6	0,9	0,3
42,5	0,8	1,2	0,4
>45	0,75	1,2	0,32

Cuadro 2: Dap medio y factor de corteza, por clase diamétrica.

Clases Diamétricas (cm)	Serie de Crecimiento		
	n	Dap Medio (cm)	Factor de corteza (%)
< 20	4	17,9	15
20,1-25	9	22,6	21
25,1-30	7	27	21
30,1-35	6	32,5	18
35,1-40	3	0	0
40,1-45	2	4,9	6
> 45,1	3	46,3	13

Realizadas las curvas y los análisis gráficos, se pasó a realizar el ejercicio de realizar el ajuste estadístico de la función de crecimiento. Para el ejercicio no se pudo discriminar los estratos sociales, debido a las complicaciones citadas, pero el procedimiento normal es ajustar una función de crecimiento para cada estrato.

Cuadro 3: Datos empleados para ajustar los modelos de crecimiento diámetro. Los mismos son incremento en Dap promedios por clase diamétrica y para cada estrato social de las series completas de crecimiento. N: tamaño de muestra; id incremento del Dap (cm/años).

Clase de Dap (cm)	Series de crecimiento			
	Superior		Intermedios	
	N	Id	N	Id
17,5			4	0,6
22,5	5	0,6	3	0,63
27,5	4	0,9	2	0,68
32,5	7	0,6	0	0
37,5	0	0	0	0
42,5	3	0,7	0	0
47,5	3	0,4	0	0

Cuadro 4: Incremento en Dap promedio por clase diamétrica y para cada estrato social, de las series completas e incompletas de crecimiento. N: tamaño de muestra; id incremento del Dap (cm/años).

Clase de Dap (cm)	Series de crecimiento			
	Superior		Intermedios	
	n	id	n	id
17,5			4	0,45
22,5			5	0,62
27,5	5	0,7	0	0
32,5	7	0,6	3	0,63
37,5	3	0,6		
42,5	5	0,8		
47,5	0	0		
52,5	5	0,6		
57,5	0	0		
62,5	0	0		
67,5	0	0		
72,5	2	0,9		

Cuadro 4: *Parámetros y estadísticos obtenidos por regresión no lineal de la función [2] y con el parámetro m libre, a partir de los promedios de las series de crecimientos. EAM: Error Absoluto Medio, EEE: Error Estándar de la Estimación; R²: Coeficiente de Determinación.*

Estrato	Parámetro a	Parámetro D	Parámetro m
Todos	0,435502	71,7254	0,919667
Estrato	R ² (%)	EEE (cm)	EAM (cm)
Todos	37,2	0,144	0,095

Cuadro 5: *Parámetros y estadísticos obtenidos por regresión lineal múltiple de la función [2], a partir de los promedios de las series de crecimientos, con el parámetro m fijo. R²: Coeficiente de Determinación.*

Estrato	Parámetro a	Parámetro D	Parámetro m
Todos	0,436171	71,6478	0,919667
Estrato	R ² (%)	EEE (cm)	EAM (cm)
Todos	96,8	0,125	0,095

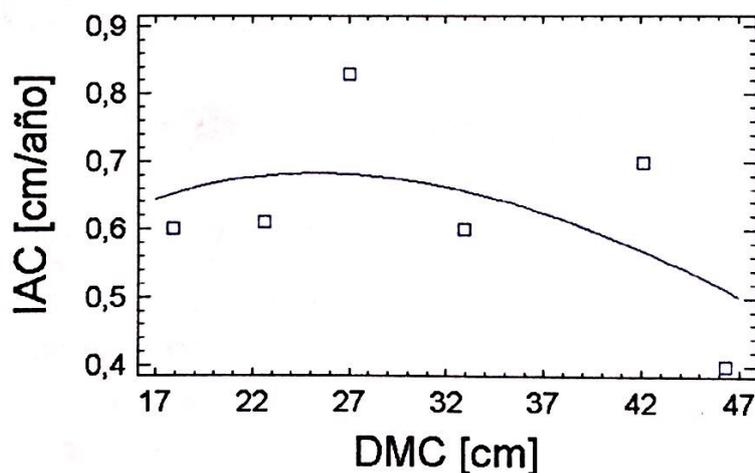


Figura 5: *Función [2] ajustada a los valores de incremento diamétricos anuales promedios, obtenidos a partir de las series de crecimiento completas, para los estratos dominantes, codominantes e intermedios.*

De esta función ajustada es posible obtener por transformación matemática la respectiva función de rendimiento, en relación a la edad y a partir de ella ya es posible derivar al función de crecimiento anual en función del tiempo.

4. CONCLUSION

- ◆ La principal razón, de que las tendencias de los valores de incremento diámetro, de los estratos analizados, no presenten una marcada diferenciación, se atribuye a los efectos de subjetividad al momento de realizar la clasificación.
- ◆ Al analizar las series de incremento, se puede observar que los árboles creciendo en condiciones naturales, cambian de estrato a lo largo de su vida a excepción de algunos pocos, que presentan una relativa regularidad en sus crecimientos.
- ◆ Al analizar los incrementos medios en diámetro, registrados para cada estrato y entre los diámetros de 20 y 55 cm, se verifica bastante similitud en los valores. Por esto, también se puede determinar que estaría influyendo la falta de un mayor número de muestras de árboles en este rango y por supuesto, de una adecuada discriminación de los estratos.
- ◆ Los valores máximos de incrementos medios en diámetro obtenidos, superan los 0.55 cm/año.

5. RECOMENDACIONES

- ◆ Se recomienda revisar la clasificación de las muestras que componen la base de datos, tratando de usar índices cuantitativos.
- ◆ Aumentar la cantidad de muestras que componen los diferentes estratos y también obtener individuos de la posición social oprimidos, ya que estos no fueron analizados en la respectiva práctica laboral.

6. GRADO DE APROVECHAMIENTO.

La realización de la presente práctica Laboral me permitió acumular experiencia, profundizar ciertos conocimientos teóricos y prácticos e integrar estos con los conceptos aprendidos en el transcurso de la carrera.

Esto me permitió desenvolverme con cierto grado de seguridad en:

1. Formación de criterios en la selección de árboles muestras.
2. Diseñar planillas con el fin de obtener, los datos necesarios para la practica laboral y trabajos posteriores.
3. Preparación de los elementos e instrumentos necesarios para que la toma de datos resulte eficiente y evitar cualquier inconveniente en el campo.

4. Formación de criterios en la resolución de problemas y situaciones que surgen en la actividad forestal a campo y gabinete.
5. Ejercicio y capacitación en el procesamiento, elaboración y organización de diferentes base de datos, como así también en diversos ajustes y evaluaciones estadísticas.
6. Me ayudó a interactuar en un grupo de investigación con diversas áreas temáticas.

7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES REAL.

Actividad	Lugar	Tiempo (horas)
Estudio de Antecedentes	Gabinete	20
Preparación de Material	Gabinete	20
Colección de datos	Campo	80
Medición de Variables Biológicas	Gabinete	30
Procesamiento y Preparación de Bases de datos	Gabinete	30
Análisis de Datos	Gabinete	50
Elaboración de Informe Final	Gabinete	150
Total		380

Fundamentación de los cambios en el cronograma:

Los cambios generados en los tiempos estimados con respecto al cronograma oportunamente presentado en el anteproyecto, de debe principalmente que ha medida que se desarrollaba el presente trabajo, surgieron algunas inquietudes en el análisis de datos.

8. AGRADECIMIENTOS.

Al director de pasantía Dr. Ing. Ftal., Luís M. Chauchard, por la predisposición, colaboración y permanente asesoramiento, lo que posibilitó la realización de esta practica laboral.

A los Docentes:

Ing. Ftal. Cecilia Monte, por la colaboración en las tareas a campo y en la lectura de muestras.

Téc. Ftal Alberto Rabino por sus asesoramientos.

Al Área Forestal del Parque Nacional Lanín:

Ing. Ftal. Marcelo Peñalba, Téc. Ftal. Liliana Lozano, Martín Lara, por la colaboración en las tareas de campo y por el aporte de muestras y datos.

A mis amigos/as, compañeros de carrera, al personal directivo, docente y no docente.

A mi Familia y a Claudia que me han brindado todo su apoyo para poder finalizar esta anhelada etapa de mi vida.

9. BIBLIOGRAFIA.

CHAUCHARD, L. 1991. Modelo de crecimiento individual de Raulí *Nothofagus alpina* (OPEP. et Endl.) Oerst. Actas VI jornadas Técnicas: Inventario, Modelos de Producción y Crecimiento Forestal. El Dorado, Misiones, 246-276.

CHAUCHARD, L.; PEÑALBA GONZALEZ M.; MARESCA L.; RABINO A. Y SBRANCIA R. 1996. Informe Final proyecto Dinámica y Manejo de bosque de *Nothofagus*. San Martín de los Andes. UNC-INTA-APN. Inédito, 93 p.

CHAUCHARD, L.; SBRANCIA R.; PEÑALBA GONZALEZ M.; MARESCA L.; RABINO A. 1999. Aplicación de Leyes Fundamentales de la Densidad a Bosques de *Nothofagus*: I. Regla de los $-3/2$ o ley del autoraleo. Bosque 20(2): 79-94.

CHAUCHARD, L.; SBRANCIA R.; RABINO A.; PEÑALBA GONZALEZ M.; MARESCA L. 2001. Modelo de crecimiento diamétrico para *Nothofagus dombeyi*. Bosque 22(2): 53-68.

CHAUCHARD, L.; SBRANCIA R. 2003. Modelo de crecimiento diamétrico para *Nothofagus obliqua*. Bosque 24(3): 3-16.

CORTEZ, C. B., 2001, Evaluación de la calidad de sitio para *Nothofagus obliqua* (mirb) Oersted., y *Nothofagus nervosa* (Phil.) Dim. et. Mil., a través del índice diamétrico de sitio. Práctica Laboral. Inédito. AUSMA.

DANIEL, P. W., U. E. HELMS, F. S. BAKER. 1982. Principios de silvicultura. McGraw-Hill, 790 p.

DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; GONZALES, L. A.; TABLADA, E. M.; DIAZ, M.; ROBLEDO, C. W.; BALZARINI, M. G. Estadística para las ciencias agropecuarias. 6ª Ed. Edición electrónica. 197 p.

DONOSO Z., C. 1993. Bosques templados de Chile y Argentina. Variación, estructura y dinámica. Ecología forestal. Santiago de Chile, 1ª Ed., Universitaria S.A., 484 p.

DONOSO Z., C. 1990. Ecología Forestal. El bosque y su medio ambiente. Santiago de Chile Universitaria S.A.,

HANLEY, R. C., D. M. SMITH. 1982. Silvicultura practica. Ed. Omega. Barcelona. 128-131 p.

KLEPAC, D. 1983. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. Chapingo, Universidad Autónoma de Chamingo, 365 p.

SCHINELLI, C. T., 1996, Determinación de relaciones entre variables métricas de árboles individuales y sus edades. Practica Laboral. Inédito. AUSMA.

SPURR, S y B. BARNES. 1980. Ecología forestal. México. 3ra Ed., John Wiley & Sons, 90 p.

TALADRIZ, L. A., 1997, Desarrollo de una familia de funciones de volumen para rollizos de *Nothofagus nervosa* (Phil.) Dim. et. Mil., *Nothofagus obliqua* (mirb.) Oersted., y *Nothofagus dombeyi* (mirb.) Oerst. Practica Laboral. Inédito. AUSMA.

Anexo

Cuadro 4: Variables climáticas medidas mensuales en la estación Quechuquina (40° 30' Lat. Sur y 71° 30' Long. Oeste)

Mes	Precipitación (mm)	Temperatura (° C)
Enero	76	15.5
Febrero	59	15.0
Marzo	67	12.8
Abril	171	9.5
Mayo	33	7.0
Junio	370	4.5
Julio	380	4.0
Agosto	350	3.3
Septiembre	206	3.8
Octubre	153	6.8
Noviembre	106	10.3
Diciembre	93	13.0

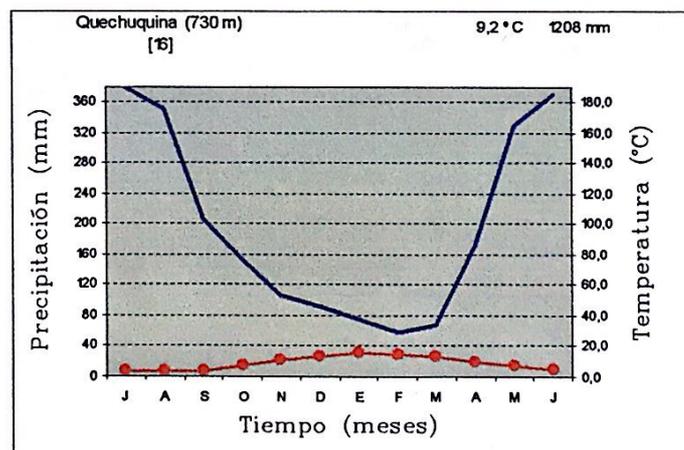


Figura 6: Diagrama climático (sensu Walter) de la estación Quechuquina (1965-1981).

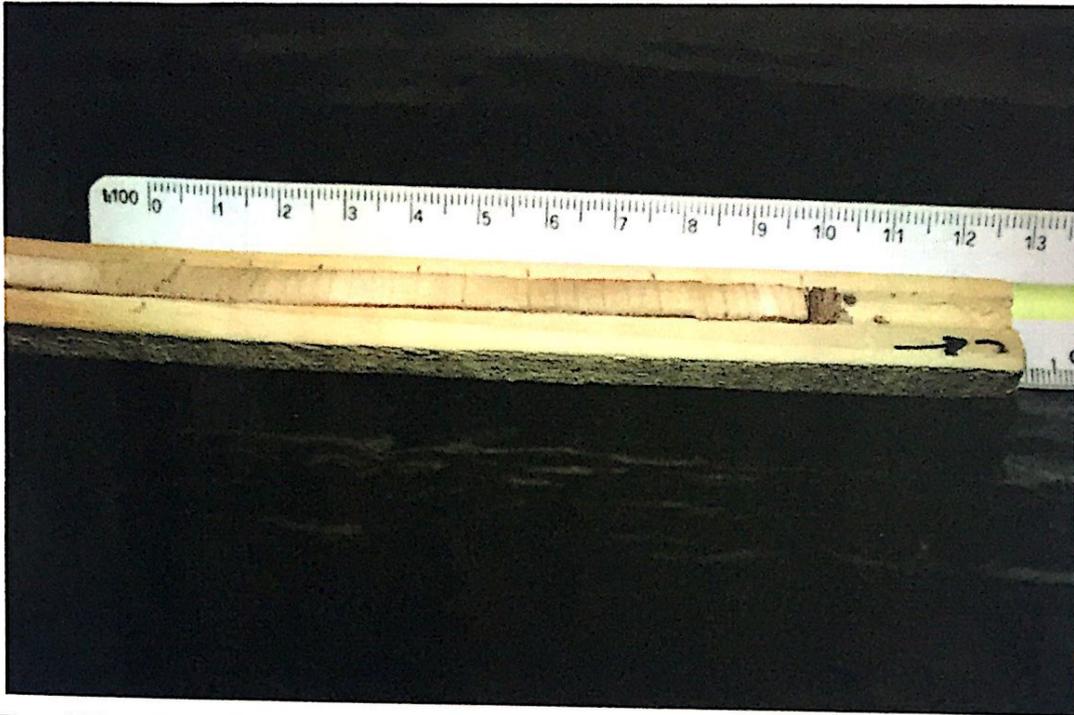


Foto N° 1: Vista de tarugo de individuo de estrato intermedio.

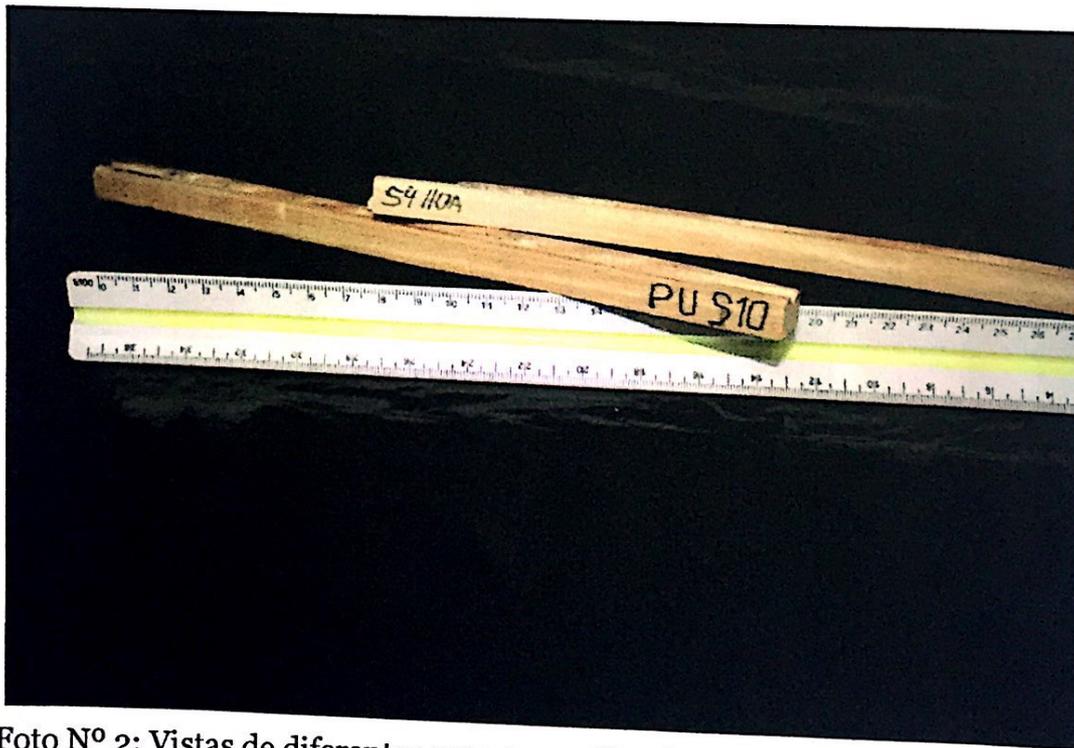


Foto N° 2: Vistas de diferentes muestras utilizadas en el análisis.

Área	Árbol	Latitud	Longitud	DAP c/c (cm)	DAP s/c (cm)	Altura Total(m)	Altura de Fuste (m)	Altura ini. Copa (m)	Longitud copa (m)	Estrato	Edad	Díametro copa (m)
Quilanolahue	S1 A3	40° 7' 54.5"	71° 28' 16.8"	33,9	31,6	24,54	14,6	12	12,54	Dominante	48	5,03
Quilanolahue	S2 A3	40° 07' 50"	71° 28' 19.6"	54,3	47,2	33,8	16,6	16,6	17,2	Dominante	115	5,58
Quilanolahue	S3 A3	40° 07' 58.2"	71° 28' 21.1"	52,2	34,8	23,8	14,4	12,4	11,4	Codominante	50	4,37
Quilanolahue	S4 A3	40° 07' 58.2"	71° 28' 21.1"	23,9	16,2	16,5	11,9	6,46	10,04	Intermedio	33	3
Quilanolahue	S5 A3	40° 07' 57.7"	71° 23' 21.5"	31	25,8	19,4	15,6	13,6	5,8	Intermedio	29	4,47
Quilanolahue	S6 A3	40° 07' 50.6"	71° 28' 21.7"	31,5	27,2	24,6	14,9	6	18,6	Intermedio	43	7,05
Quilanolahue	S7 A3	40° 07' 46.4"	71° 28' 14.4"	36,6	27,2	20,2	12,1	6,4	13,8	Codominante	38	4,95
Quilanolahue	S8 A3	40° 07' 44.9"	71° 28' 17.4"	33,5	30,4	24	15,4	8,4	15,6	Codominante	53	5,85
Quilanolahue	S9 A3	40° 07' 47.6"	71° 28' 12.9"	33,7	0	21,3	11,6	6	15,3	Codominante	55	7,05
Quilanolahue	S10 A3	40° 7' 53.4"	71° 28' 12.2"	33,5	29,8	20	12,2	4,8	15,2	Codominante	39	6,65
Quilanolahue	S11 A3	40° 07' 58.2"	71° 28' 13.8"	41,6	31,6	26,1	15	15	11,1	Dominante	86	4,2
Quilanolahue	S12 A3	40° 08' 5.2"	71° 28' 4.7"	25,5	23,4	11,24	4	1,94	9,3	Libre	23	3,8
Quilanolahue	S14 A3	40° 08' 5.1"	71° 28' 28.4"	52,2	45,6	30,33	19,22	19,22	11,11	Codominante	92	5,1
Quilanolahue	S15 A3	40° 07' 59.3"	71° 28' 21.1"	32,6	22,6	22,6	12,3	9,7	12,9	Intermedio	40	5,8
Quilanolahue	S17 A3	40° 07' 54.5"	71° 28' 11.3"	30,9	25	18,6		6,4	12,2	Codominante	40	4,35
Pucará	PU S1	40° 10' 23"	71° 38' 43.6"	29,9	23,4	20,4		5,7	14,7	Codominante	43	

Área	Árbol	Latitud	Longitud	DAP c/c (cm)	DAP s/c (cm)	Altura Total(m)	Altura de Fuste (m)	Altura ini. Copa (m)	Longitud copa (m)	Estrato	Edad	Diámetro copa (m)
Pucará	PU S2	40° 10' 36"	71° 38' 43"	43,7	25,6	22,2	15,6	3,4	18,8	Dominante	74	7,7
Pucará	PU S3	40° 10' 36,6"	71° 38' 45,1"	52,7	46,2	38,2	19,8	7,5	30,7	Codominante	103	6,15
Pucará	PU S4	40° 10' 37,9"	71° 38' 47,7"	53,7	0	30,07	21,27	6,6	23,47	Codominante		6,9
Pucará	PU S6	40° 10' 41"	71° 38' 56,2"	23,1	21	13,8	6	4	9,8	Intermedio	24	4,75
Pucará	PU S8	40° 10' 40,1"	71° 38' 57,7"	19,8	18,6	17,6		3	14,6	Intermedio	25	5
Pucará	PU S9	40° 10' 34,5"	71° 38' 55,8"	70,5	0	29,3	20,4	6,2	23,1	Dominante		7,3
Pucará	PU S10			23,3	20,2					Intermedio	34	4,8
C° Mallo	MA S2	40° 07' 53,4"	71° 37' 50,1"	19,2	0	19	4	5,3	13,7	Intermedio	45	5,6
C° Mallo	MA S3	40° 07' 53,8"	71° 37' 48,9"	37	25,6	23,8		10,1	13,7	Libre	44	
C° Mallo	MA S4	40° 07' 55,5"	71° 37' 43,6"	25,1	22,6	23	11	11	12	Codominante	51	4,7
C° Mallo	MA S5	40° 07' 52,8"	71° 37' 37,4"	32,5	31,8	28	15	13,1	14,9	Codominante	61	4
C° Mallo	MA S6	40° 07' 46"	71° 37' 33,7"	32,5	27,8	29,8	20,5	16	13,8	Codominante	47	5,5
C° Mallo	MA S7	40° 07' 44,3"	71° 37' 31,6"	34	0	29	16	16	13	Codominante	46	4,9
C° Mallo	MA S8	40° 07' 40,7"	71° 37' 30,1"	36	34,6	32,2	12	11,6	20,6	Codominante	55	4,25
C° Mallo	MA S9	40° 07' 42,6"	71° 37' 31"	19,3	0	20,9	10	8	12,9	Intermedio		4,3
C° Mallo	MA S10	40° 07' 46"	71° 37' 30,7"	20	17,6	22,3	8	10,6	11,7	Intermedio	50	3,75
C° Mallo	MA S11	40° 07' 46,4"	71° 37' 30,6"	28,6	23,8	23,5	10	7	16,5	Codominante	49	4,7

Área	Árbol	Latitud	Longitud	DAP c/c (cm)	DAP s/c (cm)	Altura Total(m)	Altura de Fusie (m)	Altura ini. Copa (m)	Longitud copa (m)	Estrato	Edad	Diámetro copa (m)
C° Mallo	MA S12	40° 07' 53.5"	71° 37' 48.9"	21,5	21,4	10,8		5,2	5,6	Intermedio	50	3,85
Hua Hum	HUA S1	40° 7' 32.4" 40° 07'	71° 39' 57.2"	71,3	0	30,9	23,23	17,23		Codominante		9,4
Hua Hum	HUA S2	40° 07' 39.7"	71° 40' 1.2"	42,5	0	27,2	24,7	19,7	7,5	Codominante	44	8,2
Hua Hum	HUA S3	40° 07' 34.6"	71° 40' 2.4"	36,2	0	28,5	16,97	16	12,5	Intermedio		6
Hua Hum	HUA S4	40° 07' 34.6" 40° 07'	71° 40' 14.4"	21,3	19	15,6		3,7	11,9	Intermedio	35	4,6
Hua Hum	HUA S5	40° 07' 32.9"	71° 40' 17"	41	40,2	27,9	16,26	16	11,9	Codominante	64	7,3
Hua Hum	HUA S6	40° 7' 30.7" 40° 08'	71° 40' 19.7"	29,8	0	26,88		9,4	17,48	Codominante		7,35
Nonthue	Non S6	40° 08' 26.6"	71° 37' 19.4"	44,2	41,6	23,7	15	5,4	18,3	Codominante	43	