



T.3075

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

ANALISIS DE TALLO EN ESPECIE CON ANILLOS DE CRECIMIENTO POCO  
DEMARCADOS (*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden)

por

Victoria UZAL

Margarita VIGNALE

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA

Montevideo

URUGUAY

2002

Tesis aprobada por:



---

Ing. Agr. Carlos Mantero



---

Ing. Agr. José Pedro García de León

Arianna Sorrentino F.

---

Ing. Agr. Arianna Sorrentino



---

Ing. Agr. Guillermo Morás

## **AGRADECIMIENTOS**

A Arianna Sorrentino y José Pedro García de León, que nos acompañaron permanentemente durante este largo proceso.

A Carlos Mantero y Guillermo Morás, por su colaboración y disposición.

A la Cia. Forestal Oriental S.A., y en especial a Hugo Rey, Eric Droomer y Emmanuela Grasso por su apoyo moral y material.

A Francisco Rilla, por su invaluable comprensión.

A aquellos Docentes, Familiares y Amigos que nos alentaron en estos últimos meses a cerrar satisfactoriamente esta etapa de nuestras vidas.

A toda esa enorme cantidad de personas que de alguna manera hicieron posible la publicación de este trabajo.

## LISTA DE GRAFICAS

	Página
Nº1. Análisis de tallo. Monte I Arbol 1.....	32
Nº2. Análisis de tallo. Monte I Arbol 2.....	33
Nº3. Análisis de tallo. Monte I Arbol 3.....	34
Nº 4. Análisis de tallo. Monte I Arbol 4.....	35
Nº5. Análisis de tallo. Monte I Arbol 5.....	36
Nº6. Análisis de tallo. Monte II Arbol 1.....	37
Nº7. Análisis de tallo. Monte II Arbol 2.....	38
Nº8. Análisis de tallo. Monte II Arbol 3.....	39
Nº9. Análisis de tallo. Monte II Arbol 4.....	40
Nº10. Análisis de tallo. Monte II Arbol 5.....	41
Nº11. Análisis de tallo. Monte III Arbol 1.....	42
Nº12. Análisis de tallo. Monte III Arbol 2.....	43
Nº13. Análisis de tallo. Monte III Arbol 3.....	44
Nº14. Análisis de tallo. Monte III Arbol 4.....	45
Nº15. Análisis de tallo. Monte III Arbol 5.....	46
Nº16. Análisis de tallo. Monte IV Arbol 1.....	47
Nº17. Análisis de tallo. Monte IV Arbol 2.....	48
Nº18. Análisis de tallo. Monte IV Arbol 3.....	49
Nº19. Análisis de tallo. Monte IV Arbol 4.....	50
Nº20. Análisis de tallo. Monte IV Arbol 5.....	51
Nº21. Relación CAM AB con la edad de los árboles. Montes I.....	57
Nº22. Relación CAM AB con la edad de los árboles. Monte II.....	60
Nº23. Relación CAM AB con la edad de los árboles. Monte III.....	62
Nº24. Relación CAM AB con la edad de los árboles. Monte IV.....	64

## FOTOS

Nº1. Presencia de aletones en muestra basal.....	24
--	----

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE GRAFICAS Y FOTOS.....	IV
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>2</b>
A. DESCRIPCION DE LA ESPECIE.....	2
B. ANALISIS DE TALLO.....	10
C. OBSERVACION Y MEDICION DE ANILLOS DE CRECIMIENTO.....	12
D. RELACIONES DE CRECIMIENTO.....	18
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>20</b>
A. EXTRACCION DE MUESTRAS Y MEDICION DE CRECIMIENTO RADIAL.....	20
1. <u>Recolección de muestras</u> .....	20
2. <u>Tratamiento de muestras</u> .....	21
a. Secado.....	21
b. Pulido de las superficies.....	22
3. <u>Observaciones y mediciones de             anillos de crecimiento</u> .....	22
a. En muestras sin pulir.....	22
b. En muestras pulidas.....	22
B. ANALISIS DE TALLO.....	26
C. ANALISIS DE VARIANZA: METODO ESTADISTICO UTILIZADO PARA EL ANALISIS DE CRECIMIENTOS.....	26
1. <u>Cálculo de ancho de anillo</u> .....	27
2. <u>Cálculo de área de anillo</u> .....	27
3. <u>Diseño utilizado en el análisis de varianza</u> .....	28
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>29</b>
A. OBSERVACIONES Y MEDICIONES DE ANILLOS DE CRECIMIENTO.....	29
1. <u>Análisis de los métodos utilizados</u> .....	29

2.	<u>Resultados de las observaciones y mediciones de los anillos de crecimiento.....</u>	30
B.	ANALISIS DE TALLO.....	31
C.	ANALISIS DE VARIANZA.....	52
1.	<u>Ancho de anillo. Resultados.....</u>	52
2.	<u>Area de anillo. Resultados.....</u>	53
3.	<u>Componentes de la varianza.....</u>	55
D.	ANALISIS DE CRECIMIENTOS.....	55
V.	<u>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</u>	66
VI.	<u>RESUMEN.....</u>	68
VII.	<u>SUMMARY.....</u>	70
VIII.	<u>BIBLIOGRAFÍA.....</u>	71
IX.	<u>ANEXOS.....</u>	
Anexo I.	Análisis de suelos. Montes III y IV.....	79
Anexo II.	Datos de árboles apeados. Montes I al IV.....	81
Anexo III.	Mediciones radiales en muestras sin pulir. Montes I al IV.....	85
Anexo IV.	Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. Montes I al IV.....	97
Anexo V.	Diámetros de anillos de crecimiento medidos en muestras pulidas. Montes I al IV.....	117
Anexo VI.	Altura estimada de los crecimientos según fórmula de Carmean.....	121
Anexo VII.	Crecimientos diametrales anuales (cm). Montes I al IV.....	122
Anexo VIII.	Crecimientos anuales en área basal. Montes I al IV.....	123

## I. INTRODUCCION

*Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, originario de regiones de clima subtropical de Australia, es una de las especies de eucaliptos de mayor importancia a nivel mundial y nacional. En las últimas tres décadas, se ha fomentado en nuestro país la implantación de dicha especie debido a su alta tasa de crecimiento, adaptación a las condiciones locales y versatilidad en el uso de la madera. El Uruguay cuenta con una superficie total aproximada de 131.000 ha de *E. grandis* (MGAP, 2000), plantados principalmente con fines pulpables, de madera aserrada y debobinado.

Si bien nuestro país cuenta con abundante información acerca de los crecimientos de las diferentes especies de eucaliptos según los sitios, a la hora de tomar decisiones sobre el manejo de un monte (por ejemplo momentos óptimos de raleo o tala rasa) es muy importante contar con información local. En este sentido, las técnicas que permiten conocer el crecimiento actual y pasado de los árboles son herramientas muy útiles para la toma de decisiones.

El objetivo principal de esta tesis fue construir los Análisis de tallo de 20 individuos de *E. grandis* de diferentes edades, crecidos en la localidad de Bañado de Medina (Dpto de Cerro Largo), buscando simplificar los métodos tradicionales de descripción de crecimientos anuales utilizados en eucaliptos .

Una vez alcanzado el objetivo principal, se realizaron observaciones sobre el crecimiento de los diferentes montes muestreados.

Cabe destacar, que si bien el tiempo transcurrido entre el comienzo de este trabajo y su culminación ha sido extraordinariamente largo, la vigencia y la importancia práctica de los resultados y las conclusiones alentaron a la publicación de la presente tesis.

## **II. REVISION BIBLIOGRAFICA**

### **A. DESCRIPCION DE LA ESPECIE**

#### **1. Introducción**

Según la clasificación de especies del género *Eucalyptus* realizada por Pryor y Johnson (1971) el *E. grandis* pertenece al subgénero *Symphyomyrtus*, Sección *Transversaria*, Series *Salignae*.

*E. grandis* se conoce por los nombres comunes de "flooded gum" y "rose gum". Especies afines son *Eucalyptus saligna* Sm, *Eucalyptus deanei* Maiden, *Eucalyptus botryoides* Sm. y *Eucalyptus robusta* Sm. No son raros los híbridos naturales, especialmente x *E. robusta* (*Eucalyptus grandis* var. *grandiflora* Maiden) y x *E. saligna*.

En Australia, en la parte sur de su rango de distribución, *E. grandis* y *E. saligna* son fácilmente diferenciables, mientras que en el norte de Queensland, las poblaciones son más variables y es más difícil distinguir entre ambas especies.

Más allá de su lugar de origen han ocurrido hibridaciones en plantaciones, particularmente x *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake y x *Eucalyptus tereticornis* Sm., mientras que la polinización controlada produjo el cruzamiento x *Eucalyptus pulverulenta* Sims, y *E. urophylla* está siendo utilizado en Congo y Brasil (Burguess, 1981).

En Uruguay, la Compañía Forestal Oriental S.A. ha realizado cruzamientos de *E. grandis* x *E. tereticornis*; *E. grandis* x *E. camaldulensis*; *E. grandis* x *E. globulus*; *E. grandis* x *Eucalyptus dunnii* (García de León, J.; com. Pers. 1999).

#### **2. Descripción botánica**

Arbol que alcanza buena altura, follaje persistente, con un fuste excelente y una copa bien abierta, bastante rala. Corteza lisa y caduca, blanquecina o con tintes algo verdosos; persistente y rugosa sólo hasta unos dos metros del suelo.

Hojas jóvenes opuestas en 3 ó 4 pares, cortamente pecioladas, lanceoladas, acuminadas. Las nervaduras son bastante visibles, las secundarias divergen en un ángulo de 40° a 55° con respecto a la central.

Flores dispuestas en umbelas axilares 3 a 10 floradas; pedúnculos comprimidos, de 1 cm. de largo o algo más, botones florales piriformes, algo contraídos, opérculo cónico o cortamente rostrado, más corto que el tubo de cáliz. Florece en otoño y a comienzos del invierno.

Frutos pedicelados, piriformes, algo comprimidos en el orificio, glaucos, con 4 a 6 valvas apenas salientes (FAO, 1981).

### **3. Distribución natural**

Originario de Australia, se extiende en las áreas de la costa del norte de Nueva Gales del Sur y sur del Estado de Queensland, con dos presencias separadas en el centro y en el norte de Queensland (FAO, 1981), en la región de Atherton a 16°S (Doran, J. citado por Burgess, I. 1981). Su presencia principal está entre los 26°S y 32°S.

Su rango de altitud varía desde el nivel del mar hasta los 300 m en Nueva Gales del Sur y 800 m en la región de Atherton, norte de Queensland.

El *E. grandis* se encuentra frecuentemente formando masas puras; en ocasiones crece asociado con *Eucalyptus pilularis* Sm., *Eucalyptus scabra* Dum-Cours, *E. robusta*, *Eucalyptus pellita* F. Muell, *E. saligna*, *Tristania conferta* R. Br.

### **4. Distribución a nivel mundial**

*E. grandis* es una de las especies exóticas más importantes, tanto por la amplitud de sus plantaciones como por su excelente comportamiento. Se encuentra en áreas de plantaciones significativas en Angola, Zimbabwe, Africa Oriental, India (principalmente en Kerala), Brasil, Argentina y Uruguay (FAO, 1981).

### **5. Suelos**

Prefiere suelos limosos y aluviales, húmedos pero bien drenados, profundos, de mediana a alta fertilidad (Notaro y Palozzi, 1983).

## **6. Clima**

El *E. grandis* requiere para su desarrollo clima subtropical, con veranos lluviosos, y precipitaciones del orden de los 1500 mm/año (Burguess, 1981).

Fuera de su lugar de origen, se comporta mejor en climas húmedos, subtropicales o templado-cálidos, con lluvias mayormente estivales, pero ha sido plantado con buenos resultados en áreas con diferentes grados de rigurosidad en el verano (FAO, 1981).

Para Uruguay, Notaro y Palozzi (1983) hacen hincapié en la preferencia de esta especie por regímenes pluviométricos relativamente importantes, destacándose la incidencia positiva, de una buena distribución de lluvias al final del período de crecimiento anual (fines del verano).

El *E. grandis* no soporta las grandes heladas (FAO, 1981). En su rango de dispersión natural son comunes las heladas de  $-3^{\circ}\text{C}$ , aunque existen registros de Canberra de hasta  $-10^{\circ}\text{C}$ . Cabe destacar que en Australia la temperatura desciende en forma gradual hasta alcanzar la mínima en pleno invierno; una helada severa siempre es precedida por una serie de noches frías que endurecen la especie (Burguess, 1981).

En Uruguay se ha introducido el carácter resistente a heladas en base a un material selecto en Sudáfrica (Soria, 1979).

Especie sensible al fuego que no rebrota con facilidad en la mayoría de los árboles maduros. Los árboles jóvenes, en cambio, rebrotan en abundancia. Bajo las condiciones australianas el rebrote es marcadamente estacional (Burguess, 1981).

## **7. Crecimiento**

*E. grandis* es un eucalipto de rápido crecimiento, que no regenera bajo las condiciones de poca luz y fuerte competencia.

Bajo plantación en regiones de Australia, los incrementos en volumen registrados fueron de hasta  $31,9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ , mientras que datos promedios estarían cerca de los  $15\text{-}20 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ . Fuera de Australia los crecimientos que se registran en plantaciones son a menudo muy superiores a estos promedios y alcanzan los  $70 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$  (Burguess, 1981).

En Uruguay se observaron crecimientos que varían entre 20-35 m<sup>3</sup>/ha/año, obteniéndose los mejores crecimientos en suelos livianos, de reacción moderadamente ácida (Brussa, C. y Rodríguez, V., 1979).

Soria (1979) menciona para zonas de prioridad forestal crecimientos de 25 a 30 m<sup>3</sup>/ha/año.

Rodríguez Yañez (1980) por su parte, evaluando el crecimiento de *E. grandis* en suelos de la Unidad "Rincón de Zamora", observó incrementos medios anuales de 31 m<sup>3</sup>/ha/año.

Notaro y Palozzi (1983) tomaron datos de plantaciones en Tacuarembó y Paysandú. En una plantación de 6 años de edad se observó una notoria tendencia a encontrar en ambos sitios, individuos con mejor desarrollo en altura y diámetro cuando estaban ubicados en laderas y más aún cuando las mismas tenían exposición Norte. Al medirse el diámetro a la altura 1,3 m con corteza (DAP c/c) de los individuos, realizando para ello dos mediciones perpendiculares entre sí, invariablemente o casi, aparecían los mayores valores originados en la sección expuesta en sentido Norte-Sur. El incremento medio anual en volumen encontrado fue de 23 – 28 m<sup>3</sup>/ha/año, el crecimiento medio anual (CAM) en diámetro de 2,42 cm y en altura de 2,26 m.

En Durazno, en la localidad de Blanquillo, se encontraron CAM en volumen de 29,5 m<sup>3</sup>/ha/año, en ejemplares de 7 años de edad (semilla procedente de Concordia). En suelos arenosos, muy profundos, bien drenados y localizados por debajo de la escarpa los crecimientos alcanzaron a 60,5 m<sup>3</sup>/ha/año (Cayssials, 1984, citado por Rubio, S y S. Vieira, 1989).

Brussa y Rodríguez (1979) recopilaron los siguientes datos de crecimiento en nuestro país:

- en la Estación experimental de Bañado de Medina (Cerro Largo), sobre suelos de textura media a pesada, se midió un pequeño monte de 5 años de edad, a 3 m x 3 m, el cual dio como resultado un DAP de 0,16 m y alturas de 12 m como promedio, los que representa un incremento de 27 m<sup>3</sup>/ha/año; en el mismo departamento, sobre suelos de textura media a pesada y drenaje moderado, ejemplares de 7 años de edad plantados a 3 m x 3 m dieron DAP de 18 cm y alturas de 16 m, lo que equivale a un incremento de volumen de 20 m<sup>3</sup>/ha/año;

- en el departamento de Durazno, sobre suelos de textura liviana, profundos, drenaje moderado y fertilidad media a baja, plantas de 2 años de edad dieron DAP promedio de 10 cm y altura de 7,5 m;

- en Piedras Coloradas, departamento de Paysandú, sobre praderas arenosas de baja fertilidad, se tomaron medidas de un ensayo de *E. grandis* - *E. saligna*. Los árboles fueron plantados 2,5 m x 2,5 m. Tratándose de ejemplares de 9 años de edad con 1400 plantas/ha, el DAP promedio fue de 16,8 cm y la altura de 27 m. El crecimiento en volumen de madera dio 41,62 m<sup>3</sup>/ha/año. En este mismo ensayo, pero en suelos menos profundos con 1120 plantas/ha, la altura media fue de 22,5 m y el DAP de 19,5 cm lográndose así un incremento en volumen de 42,42 m<sup>3</sup>/ha/año".

En la localidad de Villasboas (Departamento de Durazno) sobre suelos de Formación Mercedes (Brunosol eútrico típico) con un índice de productividad CONEAT de 122 y una pendiente de 3%, se evaluaron 9 procedencias de *E. grandis* a los 5 años, con 100% de sobrevivencia y una altura media de 16,35 m y DAP de 13,14 cm (Gamundi, 1984; citado por Rubio, S y S. Vieira, 1989).

También en la localidad de Villasboas se ensayaron 34 especies del género *Eucalyptus* (semilla proveniente de Australia), plantados a 3 m x 3 m, a los 5 años de edad. Los resultados fueron: altura 4,75 m y DAP 6,77 cm (Freitas, 1985).

En un ensayo en el Departamento de Tacuarembó, evaluando *E. grandis* de 9 años, plantados en zona alta y zona baja, a una densidad de 3 m x 3 m, se determinaron los siguientes crecimientos:

	CAM m <sup>3</sup> /ha/año	Vol/ha (m <sup>3</sup> /ha)
Zona alta	22,87	205,81
Zona baja	24,38	219,42

Los rendimientos mayores fueron de 28 cm de DAP y 19 m de altura, en la zona alta (Giordano, 1988; citado por Rubio y Vieira, 1989).

Rubio y Vieira (1989) encontraron en su tesis realizada en el Departamento de Maldonado, que el suelo es un factor decisivo en el rendimiento del *E. grandis*, observándose los mayores crecimientos en Arenosoles Ocrícos con CAM en volumen de 27,65 m<sup>3</sup>/ha/año, CAM diámetro 2,40 cm/árbol/año y CAM en altura de 2,58 m/árbol/año, con marco de plantación de 2 m x 3 m, en plantas de 6 años. La misma especie a los 7 años y a marco de plantación de 3 m x 3 m, creciendo en Brunosol Subeútrico Típico Lúvico disminuye a un CAM en volumen de 15,58 m<sup>3</sup>/ha/año, CAM diámetro de 1,85 cm/árbol/año y CAM altura de 1,84 m/árbol/año. Los volúmenes más bajos se dieron en Brunosol asociado a Litosol donde el CAM volumen fue de 4,5 m<sup>3</sup>/ha/año, CAM diámetro 0,98 cm/árbol/año y CAM altura 0,91 m/árbol/año, con 22% de pérdidas y

marco de plantación de 2 m x 3 m, y en Brunosol Subeútrico Melánico Lúvico asociado a Planosol, CAM volumen de 3,83 m<sup>3</sup>/ha/año, CAM diámetro 0,99 cm/árbol/año y porcentaje de pérdidas de 20%, consecuencia directa de las condiciones de anegamiento del terreno que inhibe fisiológicamente el desarrollo de la planta.

Sorrentino (1990) presenta el siguiente resumen de incrementos medios anuales. El material base obtenido para la confección de las tablas proviene de un relevamiento de campo realizado en el año 1986 en todo el país, como parte del Proyecto Nacional Fuentes Alternativas de Energía. La volumetría fue desarrollada mediante método Bitterlich-Strand.

Rango de edad (años)	Edad media	ld (cm/año)	lg (m <sup>2</sup> /ha/año)	lh (m /ha/año)	lv (m <sup>3</sup> /ha/año)
6 a 9	8	2,0	2,1375	2,12	18,64
10 a 11	11	1,6	2,1964	1,92	23,30
12 a 16	13	1,5	2,0069	1,93	25,75
Todo el rango	10	1,8	2,1630	2,07	23,51

Nota: Incrementos medios anuales en: ld diámetros  
lg área basal  
lh altura  
lv volumen total c/corteza.

Fuente: Sorrentino (1990)

El incremento volumétrico muestra una tasa ligeramente creciente a constante, lo que correspondería a las etapas de juventud y madurez, para el rango de edad de 12 a 16 años.

En 1991, Sorrentino publica el siguiente resumen de incrementos medio anuales para tres zonas de nuestro país.

Zona CIDE	Porcentaje		Edad media (años)	Rango de edades	Id (cm/año)	Ih (m/año)	Iv (m <sup>3</sup> /ha/año)	Error
	Grupo CONEAT	% Grupo en la muestra						
7	7.31	75	9	8-10	2.59	2.70	35.92	12.10
	7.32	25						
9	9.3	88						
	9.5	7	10	7-12	1.78	2.07	23.70	12.60
	9.1	5						
	G.03.21	100	11	11	2.24	2.24	29.68	10.50

Fuente: Sorrentino (1991)

Se presenta error en porcentaje, como intervalo de confianza para el volumen promedio en pie por hectárea, con 95% de confiabilidad.

## **8. Descripción anatómica**

### **a. Color**

La madera de *E. grandis* presenta un color rosa a pardo rojizo claro, motivo por el cual se le conoce con el nombre común de "rose gum" (FAO, 1981).

### **b. Densidad y peso específico**

El peso específico (P.E.) de la madera varía generalmente entre 0,40y 0,55 (FAO, 1981).

La densidad de la madera de los eucaliptos es una característica compleja, dado que el tejido está compuesto en proporciones variables por diferentes tipos de células que varían en diámetro, ancho de pared y largo, además de contener cantidades variables de extractivos (Hillis, 1984).

Existe clara tendencia a que la densidad aumente con la distancia desde la médula a la corteza y desde la base a la cima (FAO, 1981; Taylor, 1973; Hans y Burley, 1972; Mourao et al., 1977; Hillis, 1984; Ferreira, 1972). Esa variación en la densidad puede observarse desde edades muy tempranas (Bamber et al, 1969).

Hans y Burley (1972) encontraron en Zambia que la densidad es menor en aquellos árboles de crecimiento rápido que en los de crecimiento lento. Sin embargo, Hillis (1984), Ferreira (1979) y Taylor (1973) afirman que la densidad de la madera en un árbol particular depende más estrechamente de factores ambientales que del ritmo de crecimiento radial. Taylor (1973) encontró que los árboles que crecen rápidamente en altura tienen menor peso específico que aquellos de crecimiento en altura menores.

Taylor (1973) y Ferreira (1979), señalan que el P.E. varía significativamente entre árboles de un mismo rodal.

### c. Duramen y albura.

La albura en eucaliptos de rápido crecimiento y por lo tanto en *E. grandis* es mayor que en aquellos de crecimiento lento, pero el número de anillos que comprende es en todos los casos aproximadamente cinco (Tischler, 1976).

### d. Anillos de crecimiento

Bamber, et al (1969); Soria (1979); Zilliani (1984), entre otros, presentan a los eucaliptos en particular a *E. grandis*, como especie con anillos de crecimiento no demarcados.

Valenziano y Scaramuzzi (1976) citados por Hillis, W.E. (1984), advierten que aunque los anillos de crecimiento son frecuentemente un fenómeno anual, 2 ó más anillos pueden formarse en un mismo año.

### e. Elementos de la madera

**Vasos:** en *E. grandis* predominan los vasos solitarios, muy esporádicamente se observan múltiples radiales cortos, de forma oval o circular; poros poco numerosos y de tamaño mediano. (Hillis, 1984). El número de vasos por mm<sup>2</sup> varía entre 6 y 11 según Ziliani, 1984. Se ha observado un aumento del diámetro tangencial de los vasos en sentido radial, desde la médula hacia la corteza y por otro lado una disminución en el número de vasos/mm<sup>2</sup> (Bamber y Humphreys, 1963; Taylor, 1973; Ferreira, 1972; Hillis, 1984).

También se verificaron diferencias en *E. grandis*, *Eucalyptus microcorys*, y *E. pilularis* la disposición de los mismos dentro de cada período de crecimiento (Tomazello, 1985).

Existe cierta evidencia de que en árboles crecidos en regiones de clima variable, se encuentran diámetros de vasos mayores en años secos (Nguyen, 1977, citado por Hillis, 1984). El diámetro de los vasos y su porcentaje en volumen varía en forma inversa con el ancho de anillo, y esa relación se hace más común en años secos y calurosos (Hillis, 1984).

**Parénquima leñoso vertical:** predomina el tipo paratraqueal vasicéntrico incompleto, vasicéntrico unilateral (Ziliani, 1984). Este tejido no es visible a simple vista (Soria, 1979).

**Tejido fibroso:** distribuido irregularmente, integrado por fibras liberiformes y fibro-traqueidas. Son elementos medianos a moderadamente largos.

El largo de fibra aumenta con la edad, y por lo tanto con la distancia desde la médula hasta llegar a una edad en que se mantiene más o menos constante (Bamber et al, 1969; FAO, 1981; Taylor, 1973; Hans y Burlèy, 1972; Ferreira, 1972; Mourao et al., 1977; Hillis, 1984).

También se observa un crecimiento en largo de fibra con la altura, pero tiene mayor importancia la variación radial que la variación en la altura (Bamber et al 1969; Hillis, 1984).

Asimismo, el largo de fibra es menor en el leño temprano en relación al leño tardío (Hillis, 1984), y la transición en forma abrupta según Amos et al (1950).

Taylor (1973) encuentra mayor largo de fibra en árboles de rápido crecimiento en comparación a los que crecen más lentamente.

**Radios leñosos:** son acroheterogéneos, de trayecto rectilíneo o ligeramente sinuosos a la altura de los vasos. No son visibles a simple vista (Hillis, 1984).

## B. ANALISIS DE TALLO.

El crecimiento del árbol es un proceso intermitente caracterizado por cambios en la forma y tamaño a través de un período de tiempo (Avery, 1967).

Singh (1981) describe al análisis de tallo como una técnica utilizada para determinar ritmos de crecimiento, aplicada en especies que presentan anillos de crecimiento demarcados. En los casos en que se dificulta la identificación acertada de los anillos de crecimiento, especialmente en aquellas especies de

porosidad difusa, este método es muy engorroso y a veces imposible de aplicar (Bickford, 1957).

Bruce y Schumacher (1950) y Avery (1967) definen el análisis de tallo como un historial del crecimiento del árbol en altura y diámetro, tanto en el tocón como en cierto número de puntos situados más arriba.

Con este procedimiento y utilizando la gráfica que se obtiene como resultado final, se puede calcular el factor de forma del árbol a diferentes edades y el crecimiento en volumen para un árbol dado (Chapman y Meyer, 1949; Dyer y Bailer, 1987).

Chapman y Meyer (1949) encuentran útil la gráfica del análisis de tallo para estudiar cambios corrientes que ocurren en los crecimientos de los árboles cuando se ralea un monte, se suprime la competencia y/o suceden otros cambios. Sin embargo, señalan que esta técnica es de uso limitado para responder las tres preguntas básicas sobre volumen, área y tiempo para alcanzar una determinada producción y que es un método caro.

En los casos en que se desea promediar los datos de crecimiento extraídos de los análisis de tallo de los árboles de determinado grupo, es conveniente incluir en el promedio árboles coetáneos, separados en clases diamétricas y cortados en trozas equidistantes (Chapman y Meyer, 1949).

La técnica más usual para realizar un análisis de tallo, requiere el volteo de los árboles a medir y la corta de éstos en secciones. El método seguido para llevar a cabo un análisis de tallo completo, incluyendo puntos de medición en el tronco e intervalos entre las secciones, varía de acuerdo a la forma del árbol y la precisión deseada (Avery, 1967; Bruce y Schumacher, 1950).

Las mediciones hechas en arboles caídos, cortados en varias secciones son más acertadas que cuando se usan tarugos extraídos a diferentes alturas o bien cuando se utiliza un solo nivel para medir diámetros.

En cada una de las secciones transversales, las medidas pueden ser tomadas por intervalos anuales o bien por períodos de 5 o 10 años.

Las mediciones radiales se hacen desde la médula hacia afuera, sobre un radio promedio de una sección transversal o sobre un tarugo. Estas mediciones se multiplican para obtener diámetros, las series de diámetro a cada nivel son luego graficadas de acuerdo a la altura de la sección transversal. Diámetros que representan edades iguales a cada nivel, son conectados por líneas rectas para formar una serie de curvas que corresponden a las diferentes edades. El punto de origen de cada curva es el diámetro al tocón y su terminación es la altura aproximada del árbol a la edad

indicada. De esta manera se reconstruye la forma entera del árbol (Avery, 1967)

Como ya fue mencionado, el análisis de tallo incluye la determinación de crecimiento diamétrico y en altura pasados. Mientras que el crecimiento radial se determina a través del examen del ancho de los anillos anuales en los cortes transversales del tallo, establecer crecimientos en alturas resulta más engorroso. Esto se debe a que, debido al modelo de crecimiento cónico que presentan los árboles, la verdadera altura total del árbol a la edad correspondiente al anillo contado en el corte transversal debe ser siempre localizado en alguna distancia por encima del corte transversal. Para poder reconstruir el verdadero desarrollo en altura de un árbol determinado, es esencial calcular el largo de la "punta oculta" (Dyer y Bailey, 1987). Estos autores analizaron en *Pinus taeda* L seis métodos para determinar la altura de los árboles a las diferentes edades en los análisis de tallo y concluyen que el método de Carmean es el más acertado. Este método asume crecimiento constante para cada año contenido en una sección y que cada corte transversal ocurre en el medio de un crecimiento anual.

### **C. OBSERVACION Y MEDICION DE ANILLOS DE CRECIMIENTO.**

Para realizar un análisis de tallo se requiere una identificación acertada de los anillos anuales.

De acuerdo a Mariaux (1981) muchos autores consideran imposible la medición de los sucesivos anillos de crecimiento en secciones transversales de especies tropicales y subtropicales. Sin embargo, el mismo autor señala que existen varias excepciones a esta regla, en las que aunque rara vez se pueda leer la edad exacta de un árbol, es posible estimar la periodicidad de crecimiento de los anillos con una precisión lo suficientemente buena como para ser utilizada en el análisis de tallo.

Para estos casos, este autor recomienda conocer para una determinada especie creciendo en determinada región, si cada año de vida de un árbol corresponde a una banda identificable en la sección transversal del árbol. Esta banda puede consistir en uno o más anillos, que deben ser de alguna manera visibles. Así, la primera fase del trabajo es el estudio de la visibilidad de los anillos, que depende de la anatomía del árbol y de las técnicas de preparación y observación de las superficies. Si los anillos son de alguna manera visibles, la segunda fase, es el estudio del ritmo de su formación.

## 1. Factores que determinan la presencia y la visibilidad de los anillos de crecimiento.

Son muchos los autores que expresan la extrema complejidad de los factores que afectan el crecimiento de los árboles y la gran variación que existe en la formación de anillos de crecimiento de acuerdo con la especie y el entorno en que se encuentra (Tschinkel, 1966).

Según Busgen y Munch (1929) citado por Studhalter, R. (1955), Valenziano y Scaramuzzi (1976) citados por Hillis, W.E. (1984), Avery, P. (1964), Alvim, P. (1964), la periodicidad con que se presente la formación de anillos de crecimiento depende no sólo de la especie y las condiciones de crecimiento, sino también de la edad de los árboles. Tomlinson y Longman (1981) confirman lo anterior señalando que los modelos de crecimiento radial en especies tropicales (modelo anual, bianual, irregular o continuo) pueden variar en la fase juvenil y la adulta de un mismo individuo. El modelo de crecimiento continuo es común en plantas de vivero y en rebrotes y el irregular se manifiesta generalmente en plantas jóvenes. Por esta razón, es mucho más difícil determinar periodicidad en madera joven que en madera adulta (Messeri, 1948, citado por Studhalter, R.A., 1955; Tschinkel, 1966; Ash et al, 1981; Tomlinson y Longman, 1981). Del Amo Rodríguez y Nieto de Pascual, (1981) relacionan en muchas especies tropicales y subtropicales el comienzo de la periodicidad con determinada altura en el árbol.

Según Tomlinson y Longman (1981) la mayoría de especies tropicales tiene modelos de crecimientos rítmicos; no queda claro si ese ritmo es el resultado de respuestas a factores endógenos o a pequeños cambios en el entorno, o el resultado de un sistema de retroalimentación entre los dos (Borchert, 1978 citado por Del Amo Rodríguez y Nieto de Pascual, 1981).

En árboles tropicales, si bien la periodicidad de la actividad cambial fue demostrada por Coster (1927, 1928) en Java, Amobi (1973) en Nigeria - ambos autores citados por Tomlinson y Longman, 1981- y Alvim (1964) en Brasil, su estrecha relación con la extensión de los brotes ha sido raramente confirmada (Hallé y Martín, 1968, citados por Tomlinson y Longman, 1981), y existen controversias sobre hasta dónde están relacionados actividad cambial, crecimiento de copa, estacionalidad, y por lo tanto con los anillos de crecimiento en la madera.

Fahn (1974) afirma que para especies del género *Eucalyptus*, el ritmo anual de producción de anillos de crecimiento es un carácter hereditario que persiste en el tronco y se sobrepone a la influencia de factores externos en un medio nuevo y diferente. Sin embargo sí se observan cambios en la respuesta fenotípica a una escala muy significativa en los eucaliptos plantados lejos de su lugar de origen (Hamilton, 1964).

FACULTAD DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACIÓN Y  
BIBLIOTECA

Para el caso del *E. camaldulensis*, creciendo en Israel, Fahn (1974) encuentra que, a pesar de que las condiciones externas son favorables para el crecimiento, el *cambium* permanece inactivo o casi, durante los meses de julio—agosto, y el anillo anual comienza a crecer en setiembre, mes en que comienza la primavera en Australia.

Carvalho (1962), observó en *Eucalyptus globulus* Labill ssp *globulus* Kirkp, que la actividad de esta especie creciendo en Brasil sufre una considerable reducción en los meses de precipitaciones más bajas y que su reposo fisiológico coincide con los meses de julio y agosto.

En relación a la presencia de anillos de crecimiento, se acepta en general que no necesariamente se forma un anillo por año (Tschinkel, 1966). Según Valenziano y Scaramuzzi (1976) anillos de crecimiento múltiples son bastante comunes de especies tropicales y subtropicales. Christison, D. (1891) citado por Studhalter, R.A. (1955) encontró en árboles creciendo en el Uruguay, donde alternan estaciones húmedas y secas, frías y calientes, anillos múltiples dentro de un mismo período de crecimiento.

En lo que se refiere a las especies del género *Eucalyptus*, la mayoría de los autores coinciden en describirlas como especies “sin anillos de crecimiento demarcados” (Gondelles Amengual, 1954; Cozzo, 1955; Penfold y Willis, 1961; Bisset et al, 1965; Lojan, 1967; Hillis, 1984; Tuset y Durán, 1979; Ziliani, 1984). Cozzo (1955) señala que es frecuente la aparición de anillos falsos. Mucha (1979) advierte que los anillos de crecimiento en muchos eucaliptos., en Australia, no son anuales o no se pueden distinguir. Sólo en climas que tienen una estación de crecimiento regular y definida cada año, los crecimientos tienden a producir anillos de crecimiento anuales.

Bamber, et al (1969) trabajaron en Australia con 10 árboles de *E. grandis* de 20 años de edad, representantes de ocho clases diamétricas. Se hicieron cortes transversales a 1', 26', 51' y 76', y concluyen que los anillos de crecimiento no son visibles.

Hillis (1984) hace una clara distinción entre los eucaliptos creciendo a bajas y elevadas altitudes; en los primeros generalmente no se distinguen anillos, mientras que en el segundo grupo se ven muy marcados. En este último grupo se ven muy frecuentemente más de una banda de leño tardío (Lamarche y Morrow, 1978).

La bibliografía acerca de descripción de anillos de crecimiento en eucaliptos, generalmente hace referencia a especies de elevadas altitudes como por ejemplo: *Eucalyptus regnans* F. Muell., *E. gigantea*, *Eucalyptus pauciflora* Sieb. ex Spreng., *Eucalyptus stellulata*, *Eucalyptus delegatensis* R.

T. Bak, (Gondelles Amengual, 1954; Lamarche, Jr. y Morrow, 1978; Mucha, 1979; Readshaw y Mazanec, 1969).

Penfold y Willis (1961) y Cozzo (1955) señalan que el grupo de los eucaliptos "Ash" tiene anillos distinguibles, pero que su número no coincide necesariamente con la edad del árbol. A veces hay más anillos que años y viceversa. Cozzo(1955) además señala la presencia de anillos en eucaliptos que crecen en un medio que promueve crecimientos rápidos.

De acuerdo con Tischler (1976) citado por Hillis, W.E. (1984), que trabajó con *E. tereticornis*, la claridad con que se distinguen los anillos de crecimiento depende no sólo de la especie, sino que también varía dentro de la especie y entre árboles adyacentes de una misma plantación.

Es posible entonces, encontrar autores que estiman edades mediante el conteo de anillos en especies descritas como "especies con anillos anuales no visibles". Mucha (1979) concluye que en *E. grandis* la mayoría de los anillos son anuales y aunque la determinación de la edad sea muy difícil, se logran buenas estimaciones de crecimiento. Este mismo autor, trabajando con *Eucalyptus tetradonã* F. Muell, *Eucalyptus nesophila* Blakely, y *Eucalyptus miniata* A. Cunn. ex Schau., publica en 1979 que la edad de los eucaliptos creciendo en el área de Darwin, Australia, puede ser estimada a través del conteo de anillos, sobre discos transversales finamente pulidos, pero sólo en material cuidadosamente seleccionado y realizado por personal capacitado y con experiencia.

Black, Dawson y Gill (1985) realizan conteo de anillos para determinar edad en *Eucalyptus viminalis* Labill., *Eucalyptus obliqua* L'Hérit. y *Eucalyptus radiata* Sieb, ex DC., de 20 – 25 y 90 años de edad.

Mucha (1979) encuentra ciertas dificultades en determinar anillos, a partir de árboles de determinada edad y tamaño de tronco. En estos casos el ancho y la claridad con que se separan los anillos naturalmente desaparecen con los años. Además, los anillos interiores tienden a desaparecer por efecto de insectos y hongos.

Carvalho (1962) encuentra en la observación macroscópica de *E. globulus* que las camadas de crecimiento, aunque identificables, se presentan mal definidas.

## 2. Técnica de preparación y observación de las muestras.

La mayoría de los métodos de uso potencial para descripción de anillos de crecimiento en muestras extraídas de los árboles, están resumidas a

continuación (Fuente: Tabla 2, pp 46, AGE and Growth Rate of Tropical Trees Vol N° 94, por Fahn, Burley, Longman, Mariaux y Tomlinson, 1981).

- ♦ Análisis con lupa de mano, a campo.
- ♦ Estudio microscópico de la anatomía (en secciones, maceraciones, muestras sólidas pulidas, que requerirán posteriores técnicas de visualización).
  - Tamaño de célula y pared celular.
  - Proporciones celulares.
  - Ubicación de célula/tejido.
  - Estructura celular (perforaciones. ángulo de fibrillas, placas perforadas).
  - Características histoquímicas.
- ♦ Métodos más recientes que usan energía transmitida o reflejada.
  - Densitometría (rayos X) (rayos  $\beta$ ).
  - Análisis de imagen (ejemplo: Leitz kuantimeter).
  - Fotometría óptica (reflejada y transmitida).
  - Transmisión sónica (microscopio acústico. Sonoscan para sólido o sección, made in Illinois).
  - Propiedades mecánicas.
  - Dureza de la superficie.
  - Corrosión de la superficie.

Los métodos incluidos en "análisis con lupa de mano" y "estudio microscópico de la anatomía" son los más antiguos y difundidos, e implican una menor tecnología y costos inferiores.

Según Dunwiddie y Lamarche, Jr. (1980) en especies que tienen anillos indistinguibles, lobados, falsos o anillos ausentes, el estudio de los mismos es más fácil en cortes transversales (tortas y tarugos). Este material debe ser lijado para realzar la claridad de los anillos. En muchas especies, este proceso puede ser complementado con un pulido, usando progresivamente papeles de lija muy finos. El pulido fino crea una superficie apta para el estudio de características anatómicas tanto a simple vista como usando luz reflejada bajo un microscopio de bajo o medio aumento (10 a 40 X).

Readshaw y Mazanec (1969) utilizaron aumentos de 6 X para medir anillos en *E. delegatensis* en superficies pulidas de discos cortados a 3 alturas diferentes.

En *E. tetradonta*, *E. nesophila* y *E. miniata* se midieron en superficie pulida, anillos a ojo desnudo y con ayuda de lentes de aumento de 5X y 10X en superficies pulidas y humedecidas con agua.

Briscoe y Chudnoff (1964) utilizan en especies cuyos anillos resultan difíciles de contar a campo pero no tanto como para hacer preparaciones para microscopio ni usar técnicas de tinción, aumentos de 10 a 20 X y sugieren humedecer las secciones de madera con aceite de máquina liviano.

Gondelles Amengual (1955) menciona el uso de la navaja para lograr cortes nítidos en eucaliptos y al igual que Mucha (1979) sugiere el humedecimiento de las superficies con una gota de agua para la observación de su estructura.

A pesar de que muchos autores recomiendan el uso de tinturas para realzar diferencias entre leño temprano y leño tardío, Mucha (1979), Readshaw y Mazanec (1969), Dunwiddie y Lamarche, Jr. (1980) que trabajaron con diferentes especies de eucaliptos, o bien no hacen mención de esta técnica o simplemente no encuentran necesario su empleo.

Bisset et al (1965), Wardrop (1964) citado por Hillis, W.E. (1984), Taylor (1973), Fahn et al (1981), entre otros, citan la medición de largo de fibra para la diferenciación de leño temprano y leño tardío y determinar de esta forma, anillos de crecimiento anuales en especies del género *Eucalyptus*.

Amos et al (1965) midieron largo de fibra en diferentes especies de eucaliptos y encontraron que no hay diferencia significativa entre largo de fibra de leño temprano y leño tardío en aquellas especies que no tienen anillos de crecimiento demarcados. Gondelles Amengual señala en *Eucalyptus gigantea* y en otras especies del género con anillos demarcados, cambios notorios en el largo de fibra según la edad del árbol y entre el leño tardío y el leño temprano.

Los métodos más recientes que usan energía transmitida o reflejada permiten medidas muy precisas y más rápidas que los métodos tradicionales, sobre ancho de anillos, estructura de anillos y frecuencia de vasos, entre otros (García De León, 1982; Fahn et al; 1981).

También existen métodos que utilizan la radioactividad e isótopos estables para establecer ritmos de crecimiento para un determinado período de tiempo, en árboles que no presentan anillos de crecimiento demarcados. El método más promisorio parece ser el uso de Radiocarbono para fechar a partir de 1955 hasta el presente (Stuiver, de Luca Rebello, White, Broecker, 1981).

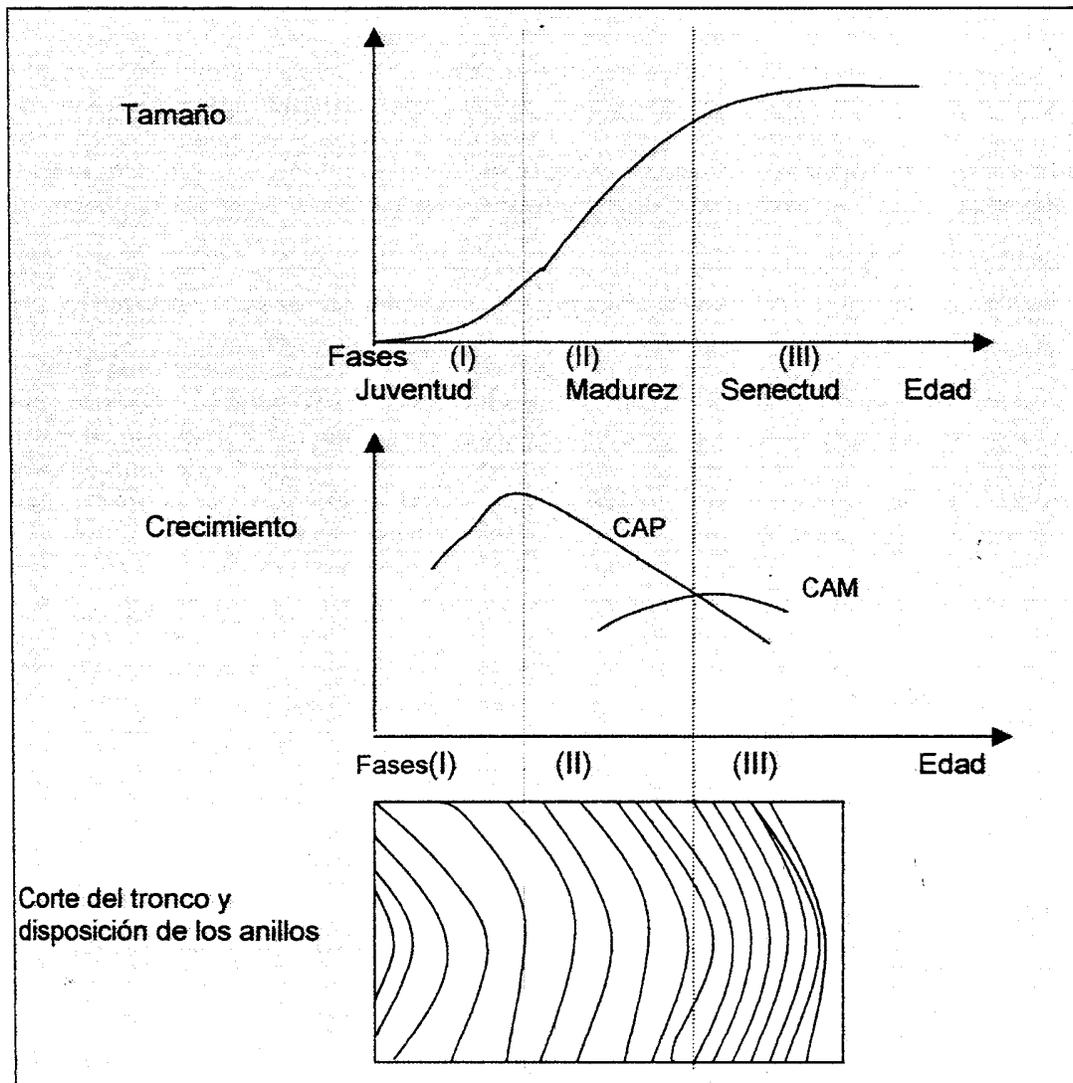
Studhalter et al (1963), realizaron una exhaustiva revisión bibliográfica sobre los métodos tradicionales utilizados para descripción de anillos.

Asimismo, Fahn et al (1981) publicaron una amplia revisión acerca de los diferentes métodos utilizados para determinar edad y crecimiento en árboles tropicales y subtropicales.

#### D. RELACIONES DE CRECIMIENTO.

Una de las principales respuestas que busca el análisis de tallo es conocer el crecimiento en volumen pasado del árbol en estudio y así poder determinar en qué etapa de desarrollo se encuentra el mismo. A tales efectos, resulta interesante relacionar los datos de crecimiento en altura y diámetro que brinda el análisis de tallo con la curva sigmoidea de crecimiento en volumen de cada individuo.

En el siguiente gráfico se puede observar la relación existente entre crecimiento diametral y la curva de crecimiento en volumen (Fuente: Sorrentino, A; 1991).



**Nota :**

- Fase I. Juventud; tasa de crecimiento creciente.
- Fase II. Madurez; tasa de crecimiento constante.
- Fase III. Senectud; tasa de crecimiento decreciente.

En términos generales se podría decir que en el individuo joven los anillos de crecimiento aumentan progresivamente de grosor, cuando el ancho de los anillos se hace constante estamos frente a un individuo adulto y que la senectud del mismo queda expresada con el decrecimiento del ancho de los anillos. Sin embargo, el alcance de estas conclusiones es relativo, dado que, si bien el ancho de cada anillo decrece a partir de determinada edad, esa fina camada de madera es depositada a lo largo de todo el tronco, y como consecuencia, el volumen agregado anualmente puede ser igual o mayor al de los años anteriores.

Otro parámetro, cuyos incrementos anuales se pueden calcular a partir de los datos tomados para el análisis de tallo, es el área basal. Dada la alta correlación que existe entre volumen y área basal, el estudio de los incrementos en área de anillo resulta de mayor utilidad que el de los incrementos diametrales para la determinación de tasas de crecimientos en volumen en los diferentes ejemplares.

En cuanto a los incrementos en altura, resulta interesante observar la variación en relación diámetro/altura, que reflejan el cambio de forma y conicidad de los troncos, según las tasas de crecimiento y el transcurso del tiempo.

### III. MATERIALES Y METODOS.

#### A. EXTRACCION DE MUESTRAS Y MEDICIONES DE CRECIMIENTO RADIAL

##### 1. Recolección de muestras.

A los efectos de recolectar el material necesario para la elaboración de los análisis de tallo, en agosto – setiembre de 1984 se seleccionaron cuatro montes de *E grandis* de edades conocidas, ubicados en la localidad de Bañado de Medina, Cerro Largo, Uruguay. Dos de los rodales se hallaban dentro de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía y los dos restantes en un establecimiento lindero a la estación denominado “Las Baskitas”.

A continuación, se presentan las características principales de dichos montes.

##### MONTE I

<u>Localización:</u>	Establecimiento Las Baskitas.
<u>Edad a la fecha del estudio:</u>	7 años
<u>Manejo:</u>	Ninguno.

##### MONTE II

<u>Localización:</u>	Establecimiento “Las Baskitas”.
<u>Edad a la fecha del estudio:</u>	9 años
<u>Manejo:</u>	Se realizó raleo por lo bajo y selectivo en 1979. Se redujo la densidad (marco de plantación: 2 m x 4 m) en un 40%.
<u>Observaciones:</u>	Este rodal fue plantado como huerto semillero, y es progenie 5a generación de origen sudafricano.

##### MONTE III

<u>Localización:</u>	Estación Experimental de la Facultad de Agronomía, Bañado de Medina.
<u>Edad a la fecha del estudio:</u>	12 años.
<u>Manejo:</u>	Ninguno.
<u>Suelos:</u>	Ver Anexo I.

Observaciones: Se trata de un pequeño rodal que forma parte de una prueba de introducción de diferentes especies de *Eucalyptus*.

#### MONTE IV

Localización: Estación Experimental de la Facultad de Agronomía, Bañados de Medina.

Edad a la fecha del estudio: 14 años.

Manejo: Sobre el rodal plantado inicialmente a 2 m x 2,5 m realizó un raleo selectivo a los 2,5; 4; 5 y 6 años de edad.

Suelos: Ver Anexo I.

Observaciones: Se extrajeron los árboles de dos pequeños rodales separados por grupos de pinos. Forman parte de un ensayo de progenie de individuos que sobrevivieron a períodos de muy bajas temperaturas.

Una vez seleccionados los montes, se determinaron las clases diamétricas que abarcaba cada rodal. A tales efectos, se tomaron dos medidas perpendiculares entre sí, de todos los árboles vivos, utilizando forcípula de madera. Se marcaron clases diamétricas de 5 cm de amplitud y luego se seleccionaron 1, 2 ó 3 árboles por clase.

En los montes I, II y IV se voltearon cinco árboles y se obtuvieron seis secciones transversales por cada árbol. En el monte III se apearon cinco árboles y se trozaron cinco secciones por árbol. Los cortes de cada árbol fueron equidistantes; el primer corte se hizo lo más cerca posible de la base del árbol y el último corte a la altura en que el diámetro del árbol era aproximadamente 8 cm. El ancho de las secciones transversales fue de aproximadamente 4 cm. Ver Anexo II.

### **2. Tratamiento de las muestras.**

En esta etapa, el material leñoso se sometió a secado y pulido con el fin de realzar los anillos de crecimiento y facilitar su posterior identificación y medición.

#### a. Secado.

A los efectos de controlar un ataque incipiente de hongo de la madera constatado en algunas de las secciones antes de iniciar las observaciones, se debió secar artificialmente todas las muestras de madera

hasta un contenido de humedad de 14%. Se utilizó para ello, el horno de secar piñas de la Facultad de Agronomía, Montevideo; el tratamiento duró entre 24 y 48 horas.

b. Pulido de las superficies.

Para el pulido de los cortes se utilizó una lijadora de movimiento circular (Taladro SINGER, mod. 922, 3/8". 1.200 rpm), con hojas de papel de lija de diferente granulometría.

Las técnicas utilizadas en esta etapa fueron las recomendadas por Tschinkel, 1966, Briscoe y Chudnoff 1964 y de Dunwiddie y V. C. Lamarche, 1978. Se comenzó con hojas de grano grueso (1,30 Abrasur, 2 1/2, 2, 1 1/2, Emery Cloth) y se continuó en forma progresiva con papeles de lija de grano más fino (Nº 100, 180, 240, 280, 320 Norton, de origen brasilero).

En algunas muestras se realizó un leve quemado de la madera por fricción del papel de lija, para mejorar la visibilidad de los anillos (según recomendaciones de Tschinkel, 1966).

**3. Observaciones y mediciones de anillos de crecimiento.**

a. En muestras sin pulir.

La primera medición de anillos se realizó en muestras secas, cuyas superficies se presentaban ásperas, sin pulir. Sobre una de las caras de los discos se trazó al azar un radio (Radio A) y su diametralmente opuesto (Radio B) evitando que coincidieran con nudos, rajaduras o bolsas de quino. Se marcaron los crecimientos anuales sobre los radios y se midieron con regla milimetrada las distancias entre cada anillo y la médula.

b. En muestras pulidas.

La segunda medición de anillos se hizo sobre las muestras pulidas. En primera instancia se seleccionó un árbol por monte, cuyos discos correspondientes al 2º o 3er corte contando desde la base, presentaran anillos más o menos claros, con el fin de familiarizarse con el tipo de crecimiento de la especie y de cada monte en particular.

Se identificaron sobre todas las secciones de esos árboles seleccionados, los elementos constitutivos de la madera a ojo desnudo, con ayuda ocasional de una lupa de mano (8 X).

Las características más importantes que se tuvieron en cuenta para la diferenciación de los anillos anuales fueron:

- ♦ tamaño, cantidad y distribución de los poros en el leño temprano y el leño tardío, y
- ♦ color de la madera.

En función de lo observado en esta etapa y a los efectos prácticos de caracterizar el crecimiento en las diferentes secciones, se delimitaron en todas las muestras dos zonas de características diferentes denominadas: zona externa y zona interna. Esta división es más clara en los cortes basales que en los apicales.

La **zona externa** comprende los anillos de la albura y los de duramen, salvo los dos, tres o cuatro anillos próximos a la médula.

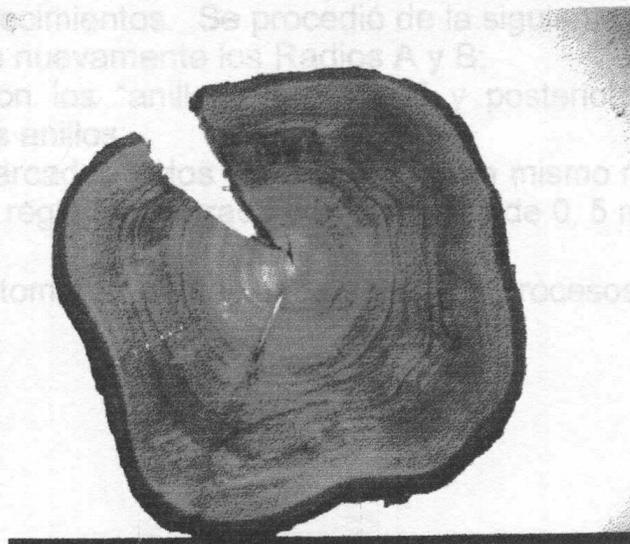
En esta zona el leño temprano tiene poros grandes, espaciados, ordenados frecuentemente en cadenas oblicuas; el leño tardío tiene poros más pequeños, muy agrupados, y coloración marcadamente diferente al leño de primavera. Asimismo, la banda de leño tardío está formada generalmente por dos, tres o cuatro anillos internos de colores oscuros.

Entre el leño tardío de un año y el leño temprano del año siguiente, aparece con frecuencia una franja de coloración más intensa en la que se reducen sensiblemente el número y diámetro de los vasos. En ciertos casos (principalmente en los anillos más próximos a la corteza) puede haber ausencia casi total de estos conductos y la separación entre crecimientos anuales es muy nítida.

La **zona interna** comprende los dos, tres o cuatro anillos próximos a la médula. Aquí, los poros son invariablemente más pequeños, numerosos y uniformes que en la zona externa. Existe diferencia en el tamaño de poros del leño temprano y leño tardío, pero ésta es notablemente menor que en la zona anterior. Normalmente se observan anillos múltiples dentro de cada banda de crecimiento anual.

En algunos cortes bajos (1er y 2do corte basal), se observó la formación incipiente de aletones; los anillos aparecen entonces comprimidos con bordes ondeados y límites poco demarcados (Ver Foto N<sup>o</sup> 1). Para poder identificar los anillos de crecimiento anuales en estas secciones, fue necesario trabajar con todas las muestras de un mismo árbol al mismo tiempo. Se aprovechó en estos casos el hecho que cualquier crecimiento diametral anual es generalmente más grande para un mismo año, en los cortes próximos a la copa que en los cortes basales (Larson, 1963; Tschinkel, 1966).

Foto N°1. Presencia de aletones en muestra basal.



En esta primera etapa de familiarización con el tipo de crecimiento de la especie se observaron anillos de características sobresalientes (ancho, número de anillos de leño tardío, coloración), que fueron tomados como "anillos-referencia". En base a estos "anillos-referencia" se armó una secuencia de crecimiento anuales. Dicha secuencia se mantuvo constante en la mayoría de las muestras de los árboles estudiados.

El uso de "anillos-referencia" como herramienta para la determinación de la edad ha sido utilizada en especies de *Eucalyptus* (Bruce y Schumacher, 1950, Mucha, 1979; Eckstein et al, 1981) y en especies con anillos de difícil visualización (Tschinkel, 1966).

Se establecieron tres "anillos-referencia", que son los correspondientes a los anillos tres, cinco y siete contando desde la corteza hacia la médula.

Para evitar el conteo de falsos anillos como verdaderos, o bien de no haber contabilizado anillos muy delgados o de bordes poco definidos, se trabajó simultáneamente con todas las muestras de un mismo árbol como lo recomienda Jacoby (1981). La delimitación de cada anillo se realizó siguiendo su límite a través de toda la superficie de la muestra lo que ayuda a descartar falsos anillos.

En algunos casos, se humedeció levemente la madera con el fin de realzar el contraste entre las diferentes estructuras de la madera y facilitar la

observación, según recomendaciones de Chapman y Meyer, 1949 y Mucha, 1979.

Una vez terminada la etapa de reconocimiento de anillos y tejidos leñosos, se midieron los crecimientos. Se procedió de la siguiente manera:

- ♦ se trazaron nuevamente los Radios A y B;
- ♦ se marcaron los “anillos- referencia” y posteriormente los límites del resto de los anillos;
- ♦ una vez marcados todos los árboles de un mismo monte se midieron los anillos con regla milimetrada con precisión de 0,5 mm.

Asimismo, se tomaron anotaciones sobre los procesos de duraminización y ancho de corteza.

## B. ANALISIS DE TALLO.

Una vez que los anillos fueron marcados y medidos sobre las muestras pulidas, se realizaron los cálculos necesarios para la elaboración de las gráficas de análisis de tallo. Al haberse tomado medidas de crecimientos anuales, se obtuvieron curvas de todos los años de vida de cada ejemplar apeado.

Los valores de diámetros que se utilizaron para las gráficas fueron las sumas de los dos radios medidos para cada anillo y en cada sección transversal.

Para la determinación de las alturas en que terminan las diferentes curvas de edades, se utilizó la fórmula de Carmean.

$$H_{ij} = h_i + \frac{(h_{i+1} - h_i)}{2 (r_i - r_{i+1})} + \frac{(j-1) (h_{i+1} - h_i)}{(r_i - r_{i+1})}$$

en donde:  $H_{ij}$  = altura total estimada en la edad  $t_{ij}$   
 $t_{ij}$  = edad del árbol asociada con el anillo interior y al corte transversal  $i = n - r_i + j$   
 $h_i$  = altura al corte  $i$   
 $r_i$  = número de anillos de crecimiento al corte  $i$

Esta fórmula se basa en dos supuestos:

- ♦ el crecimiento en altura es constante para cada año, por lo que está total o parcialmente contenido dentro de una sección, y
- ♦ en promedio, el corte transversal ocurre en el medio del crecimiento en altura de un año.

## C. ANALISIS DE VARIANZA: METODO ESTADISTICO UTILIZADO PARA EL ANALISIS DE CRECIMIENTOS.

A los efectos de detectar posibles diferencias de crecimientos dentro de un árbol y entre árboles de un mismo monte y asimismo, identificar las principales causas de esas variaciones, se aplicaron análisis de varianza para cada rodal.

Como parámetros de crecimiento se tomaron "ancho de anillo" y "área de anillo", considerando las medidas de todos los árboles apeados tomadas a la altura del corte más próximo al DAP (2do corte contando desde la base). En

estos cortes no se visualizaron anillos lobados ni los ensanchamientos basales propios de los cortes más próximos al suelo.

El número de anillos analizados varió según la claridad y confiabilidad con que se identificaron los mismos.

En el Monte I se consideraron 5 anillos, en los Montes II y III, 7 anillos y en el Monte IV, 11 anillos. En todos los casos se descartaron los anillos más próximos a la médula debido a su escasa definición.

### **1. Cálculo de "ancho de anillo".**

Para el cálculo de "ancho de anillo" se realizó la sustracción de las medidas radiales consecutivas tomadas en un mismo radio. Por lo tanto, para cada anillo se cuenta con un "ancho de anillo" para Radio A y otro ancho de anillo" para el Radio B.

Para Radio A

Ancho de anillo 1 = radio A1 – radio A2

Ancho de anillo 2 = radio A2 – radio A3

Para Radio B

Ancho de anillo 1 = radio B1 – radio B2

Ancho de anillo 2 = radio B2 – radio B3

### **2. Cálculo de "área de anillo".**

Con los datos de las mediciones de "ancho de anillo" se realizó el cálculo de "área de anillo". Para dicho cálculo se asumió que el tronco del árbol era cilíndrico y por lo tanto se usó la fórmula de área de un círculo de la siguiente forma:

Para Radio A

Area "anillo 1" = Area (radio A1) – Area (radio A2)

Area "anillo 2" = Area (radio A2) – Area (radio A3)

Para Radio B

Area "anillo 1" = Area (radio B1) – Area (radio B2)

Area "anillo 2" = Area (radio B2) – Area (radio B3)

### **3. Diseño utilizado en el análisis de varianza.**

El diseño utilizado para el análisis de varianza fue el de parcelas subdivididas, y se consideraron a los efectos "árbol" y "anillo" como efectos fijos y al "radio" como efecto variable anidado ("Radio en árbol").

La expresión matemática del modelo utilizado es la siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + R_j + N_k + AN + RN$$

La fórmula del análisis de varianza es:

<b>Fuente de variación</b>	<b>G.L</b>	<b>C.M.E.</b>
1. Arbol (A)	$(a - 1)$	$V_e + anV_R + rnV_A$
2. Radio en Arbol (R)	$a(r - 1)$	$V_e + anV_R$
3. Anillo (N)	$(n - 1)$	$V_e + anV_N$
4. Interacción Arbol – Anillo	$(a - 1)(n - 1)$	$V_e + rV_{AN}$
5. Interacción Radio – Anillo	$a(r - 1)(n - 1)$	$V_e$

**Nota:**

- G.L.: grado de libertad
- C.M.E.: cuadrado medio del error
- $V_e$ : varianza del error
- $V_R$ : varianza por efecto radio
- $V_A$ : varianza por efecto árbol
- $V_N$ : varianza por efecto anillo

Las pruebas de los cuadrados medios se realizaron según se muestra a continuación:

- 1:2
- 2:5
- 3:5
- 4:5

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSION.**

##### **A. OBSERVACIONES Y MEDICIONES DE ANILLOS DE CRECIMIENTO**

###### **1. Análisis de los métodos utilizados.**

A continuación se analizan los métodos utilizados para la preparación y observación de muestras. Los mismos fueron:

- ♦ observación macroscópica en superficie sin pulir.
- ♦ observación macroscópica. en superficies pulidas. con ayuda de lupa de mano

En la observación macroscópica en superficies sin pulir se encontró que:

- en ninguna muestra es posible distinguir elementos anatómicos de la madera;
- los límites entre anillos aparecen marcados por efecto de la diferente coloración entre las bandas de crecimiento, pero salvo excepciones, no se pueden diferenciar anillos verdaderos de anillos falsos o anillos múltiples. En los únicos casos en que los crecimientos anuales aparecen en forma clara identificándose los anillos dobles del leño tardío, es cuando el corte de la muestra fue hecho con motosierra de cadena muy afilada. Se observa entonces una superficie de textura afelpada en las zonas de tejidos con presencia abundante de poros y superficies levemente deprimidas, de textura lisa en zonas ausentes de poros o con baja proporción de los mismos;
- el primer anillo próximo a la corteza y los 3 o 4 próximos a la médula no se pueden identificar. prácticamente en ningún caso;
- se distinguen muy claramente duramen y albura en todas las muestras donde ha ocurrido la duraminización.

En cuanto a la medición de anillos anuales en superficies sin pulir resultó muy difícil de obtener ya que no se pudieron visualizar las estructuras anatómicas que determinan la separación de los crecimientos anuales. Por lo tanto, si bien se tomaron medidas de crecimiento, éstas no se utilizaron para ningún tipo de análisis (ver Anexo III).

En la observación macroscópica en muestras pulidas se encontró que:

- los anillos se visualizaron en forma clara, en términos generales;

- dentro de cada monte, los árboles de clase diamétrica inferior fueron los que presentaron mayores dificultades para la identificación de anillos, pues las camadas de crecimiento eran más finas y frecuentemente lobadas. Dentro de cada muestra, los anillos más difíciles de determinar fueron los más próximos a la médula y eventualmente el más cercano a la corteza;
- las principales dificultades en lograr una superficie adecuada para la observación de anillos se presentaron en muestras muy mojadas, irregularmente aserradas y en la zona de transición entre duramen y albura (zona de mayor contracción volumétrica que sus lados, según Hillis, 1984). Las respuestas al lijado fueron muy dispares tanto dentro de los rodales como entre ellos. Este hecho se relaciona estrechamente con las variaciones de densidad de la madera entre individuos;
- se observaron tanto dentro como entre rodales, diferencias importantes en el peso específico y coloración de la madera;
- el uso de la lupa de mano, la técnica de humedecer la madera, así como el quemado leve de las superficies por medio del lijado, fueron de gran utilidad para realzar el contraste entre las diferentes estructuras de la madera;
- el empleo de anillos de referencia y la observación simultánea de todas las secciones de un mismo árbol, facilitaron notablemente la identificación de los crecimientos anuales;
- se observó el proceso de duraminización en las muestras correspondientes al 2° corte (contado desde la base) a partir del 4°, 5° ó 6° anillo (contando desde la corteza a la médula), hecho que coincide con lo mencionado por Hillis (1984). Solo una muestra (Arbol 1 Monte IV) muestra duraminización a partir del 8° anillo.

## **2. Resultados de las observaciones y mediciones de los anillos de crecimiento.**

Los datos de las mediciones de los anillos de crecimiento junto con las observaciones realizadas acerca de los anillos, se presentan en el Anexo IV. En ellos figura la siguiente información:

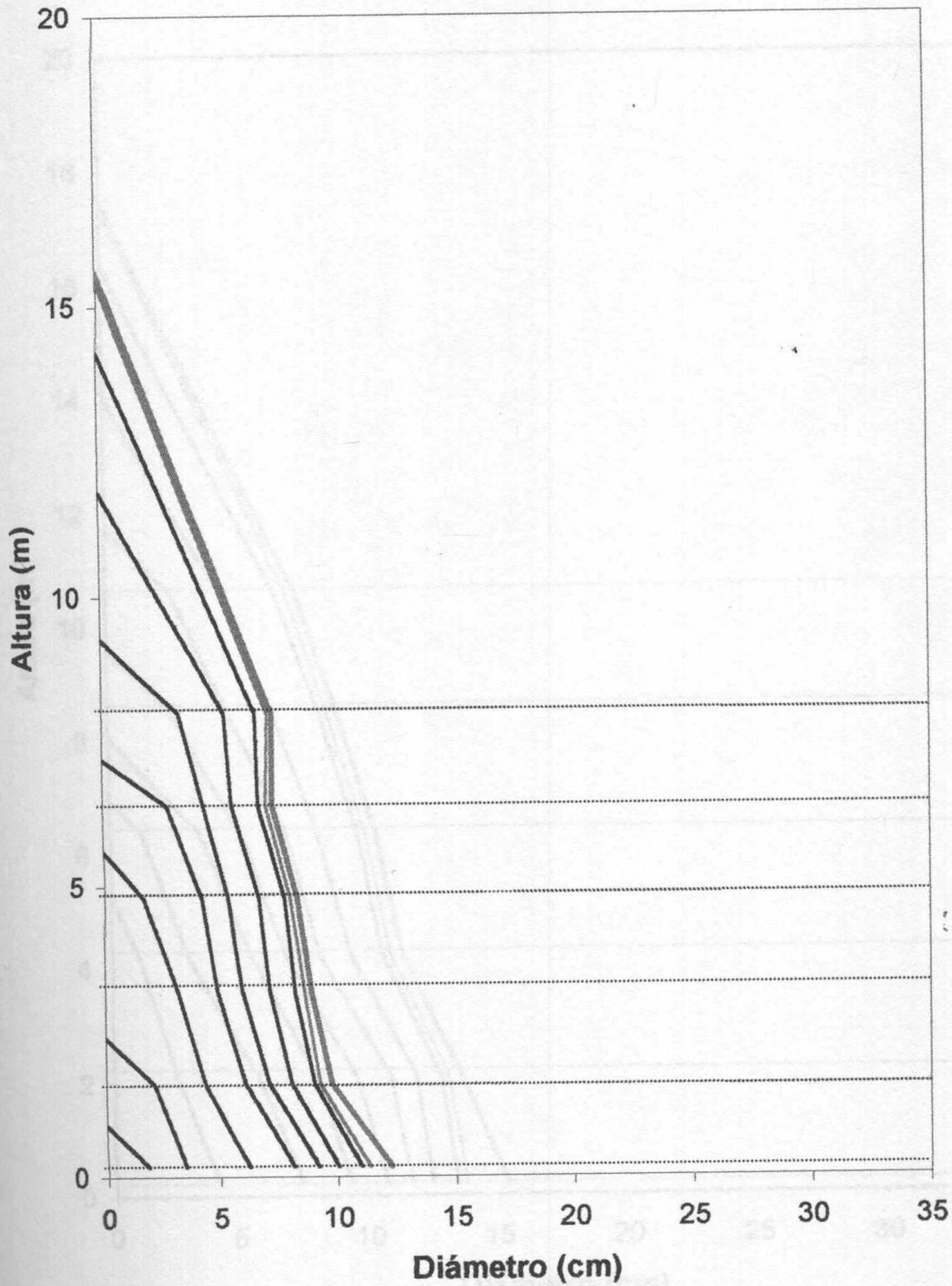
- ♦ **Radio A y B:** Radios medidos desde la médula hasta el anillo indicado, en centímetros.
- ♦ **DIAM:** Diámetro, que es la suma de los Radios A y B.
- ♦ **Radio c/c:** Radio con corteza.
- ♦ **Radio s/c:** Radio sin corteza.

- ♦ **Duramen:** Señala el grado de duraminización observado en cada muestra y se expresa de la manera siguiente:
  - ***Si:*** cuando se visualiza el duramen. Se agrega el número de anillo a partir del cual se aprecia la duraminización.
  - ***No:*** cuando no se visualiza el duramen.
- ♦ **Observación:** se clasificó el grado de dificultad que presentó la observación de los anillos de crecimiento en: muy fácil, fácil, difícil, muy difícil.

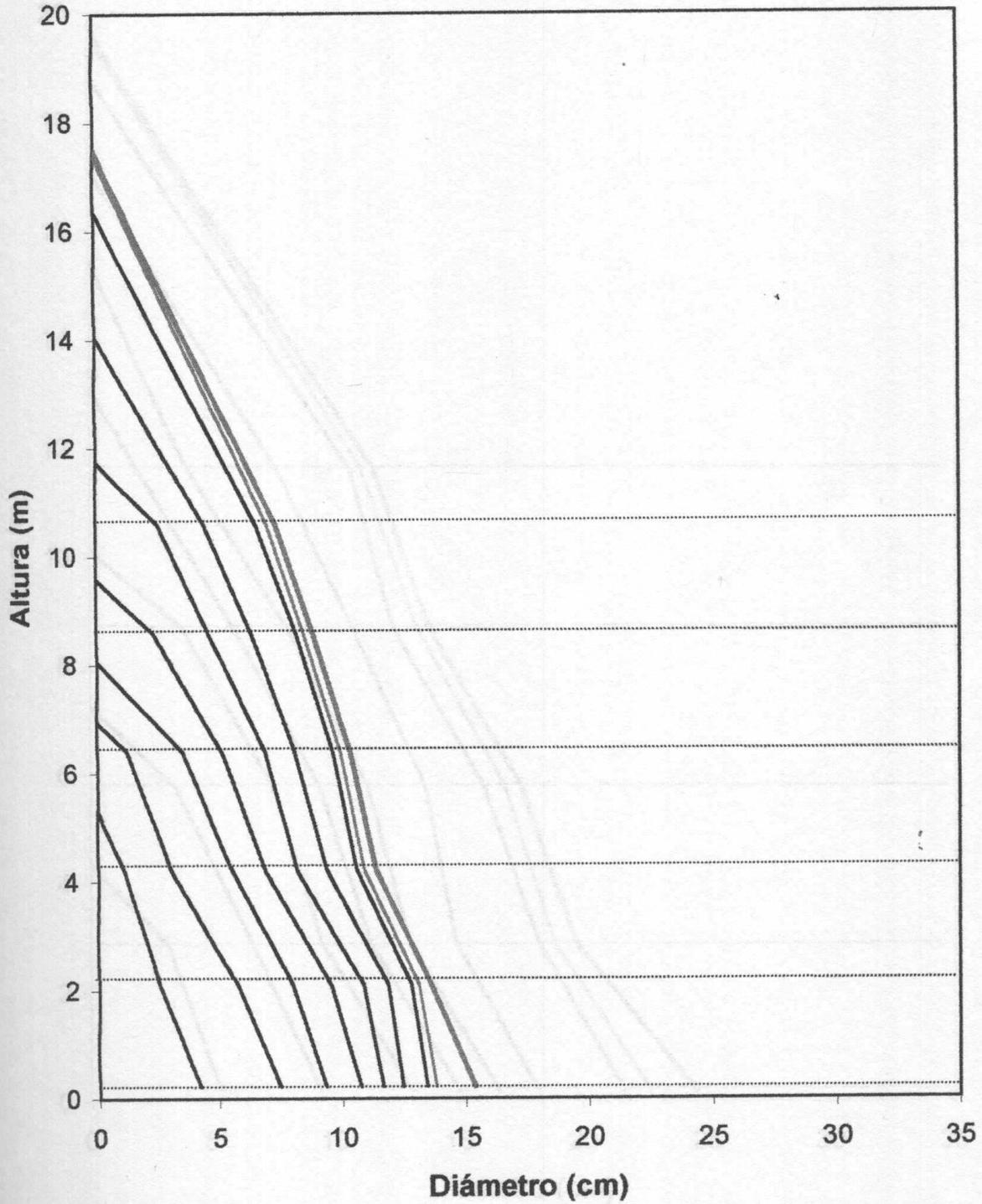
## **B. ANALISIS DE TALLO.**

En las gráficas N° 1 al 20 figuran los análisis de tallo de todos los individuos. Se incluyen los crecimientos anuales en diámetro y altura, y ancho de corteza.

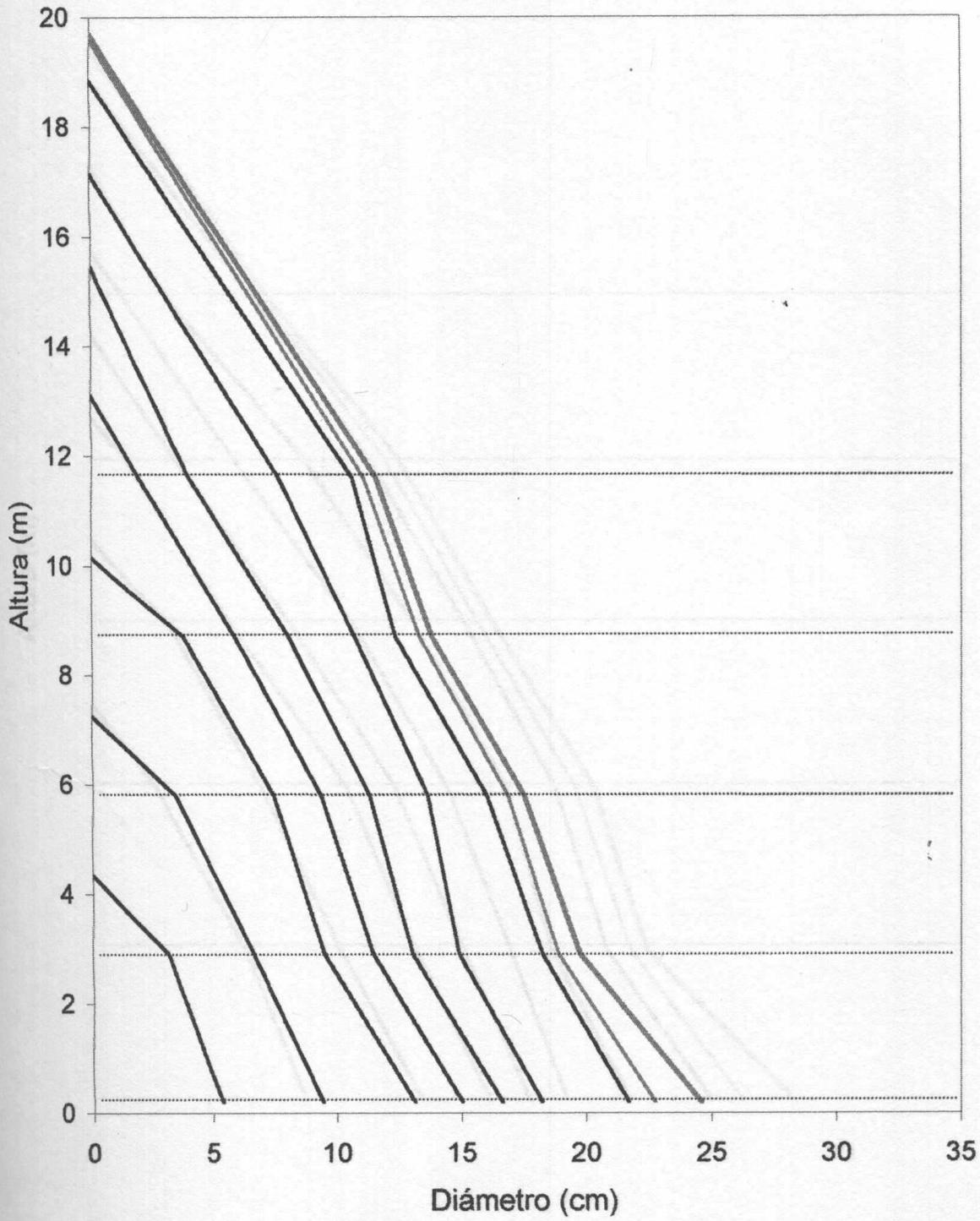
**Gráfica N° 1**  
**Análisis de Tallo**  
**Arbol 1 - Monte I**



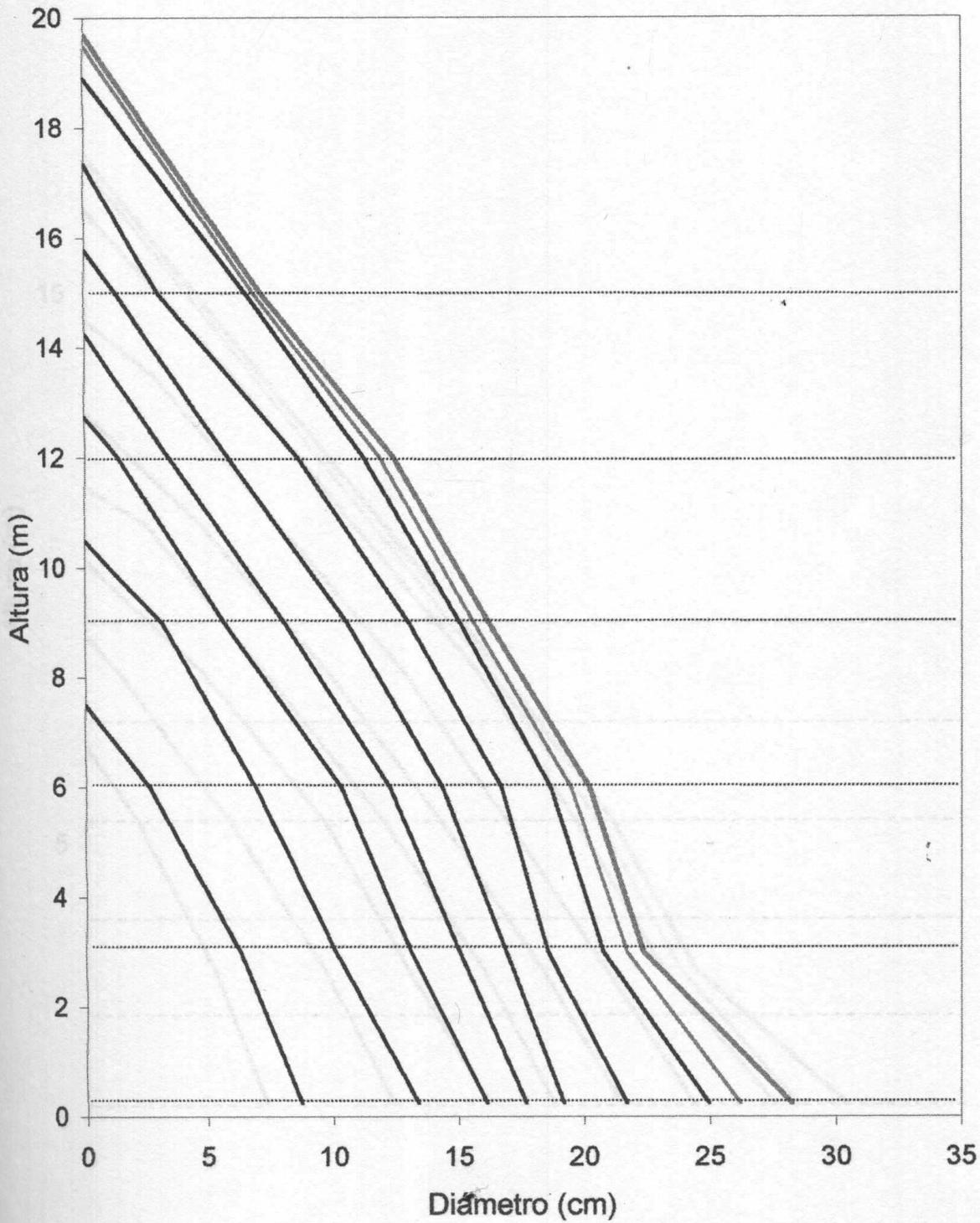
**Gráfica N° 2.**  
**Análisis de tallo.**  
**Arbol 2. Monte I.**



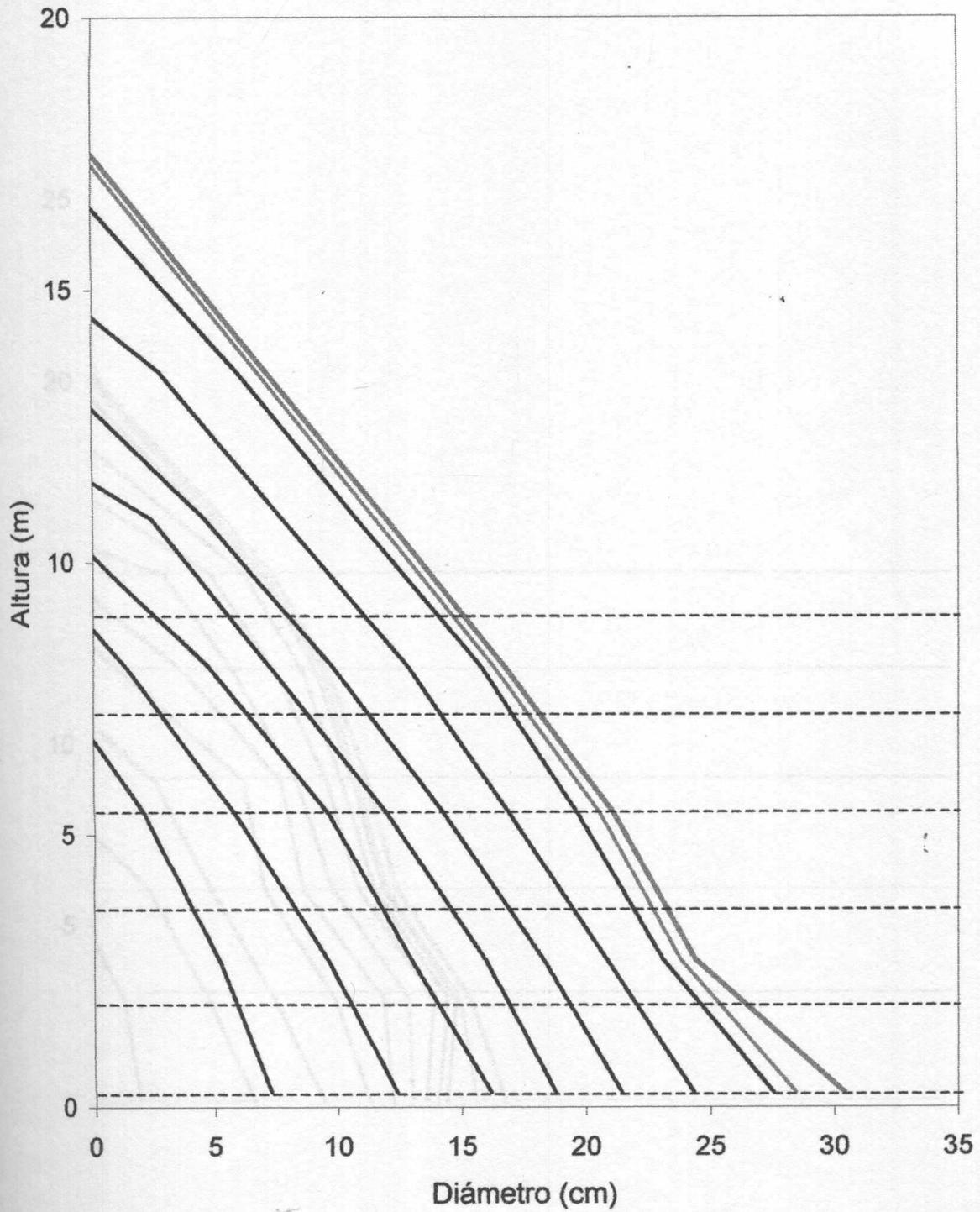
**Gráfica N° 3**  
**Análisis de Tallo**  
**Arbol 3 - Monte I**



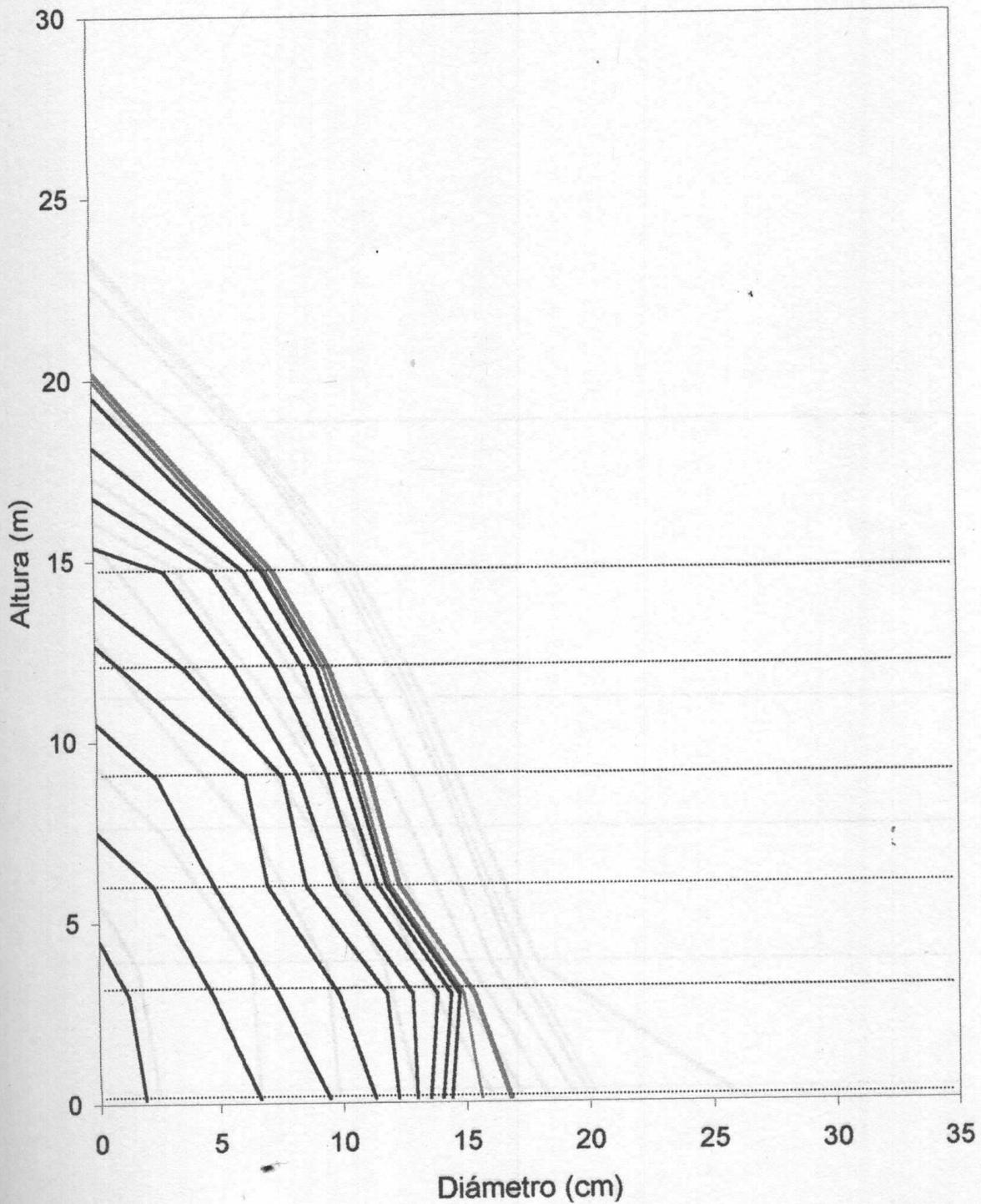
**Gráfica N° 4**  
**Análisis de Tallo**  
**Arbol 4 - Monte I**



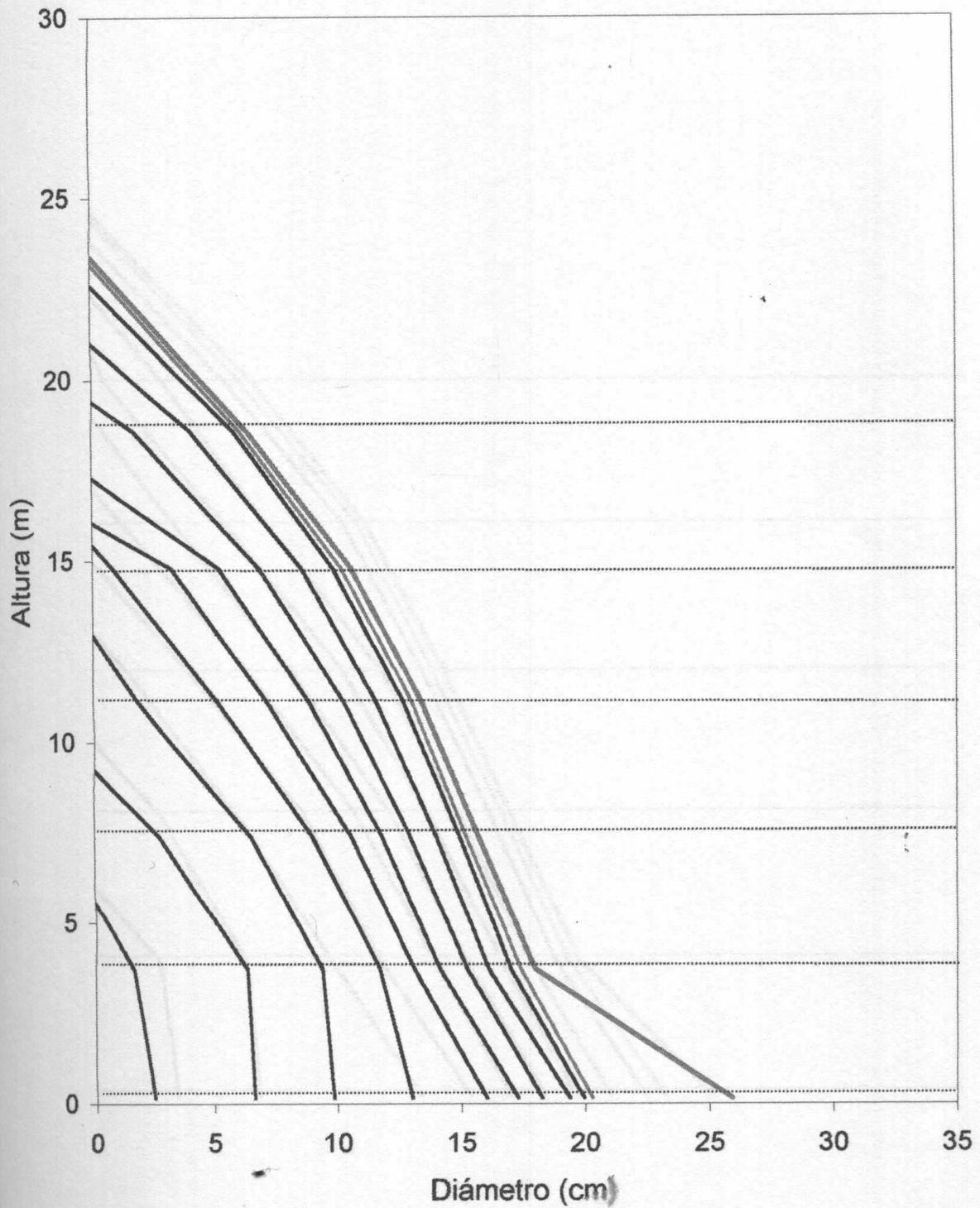
**Gráfica N° 5**  
**Análisis de Tallo**  
**Arbol 5. Monte I.**



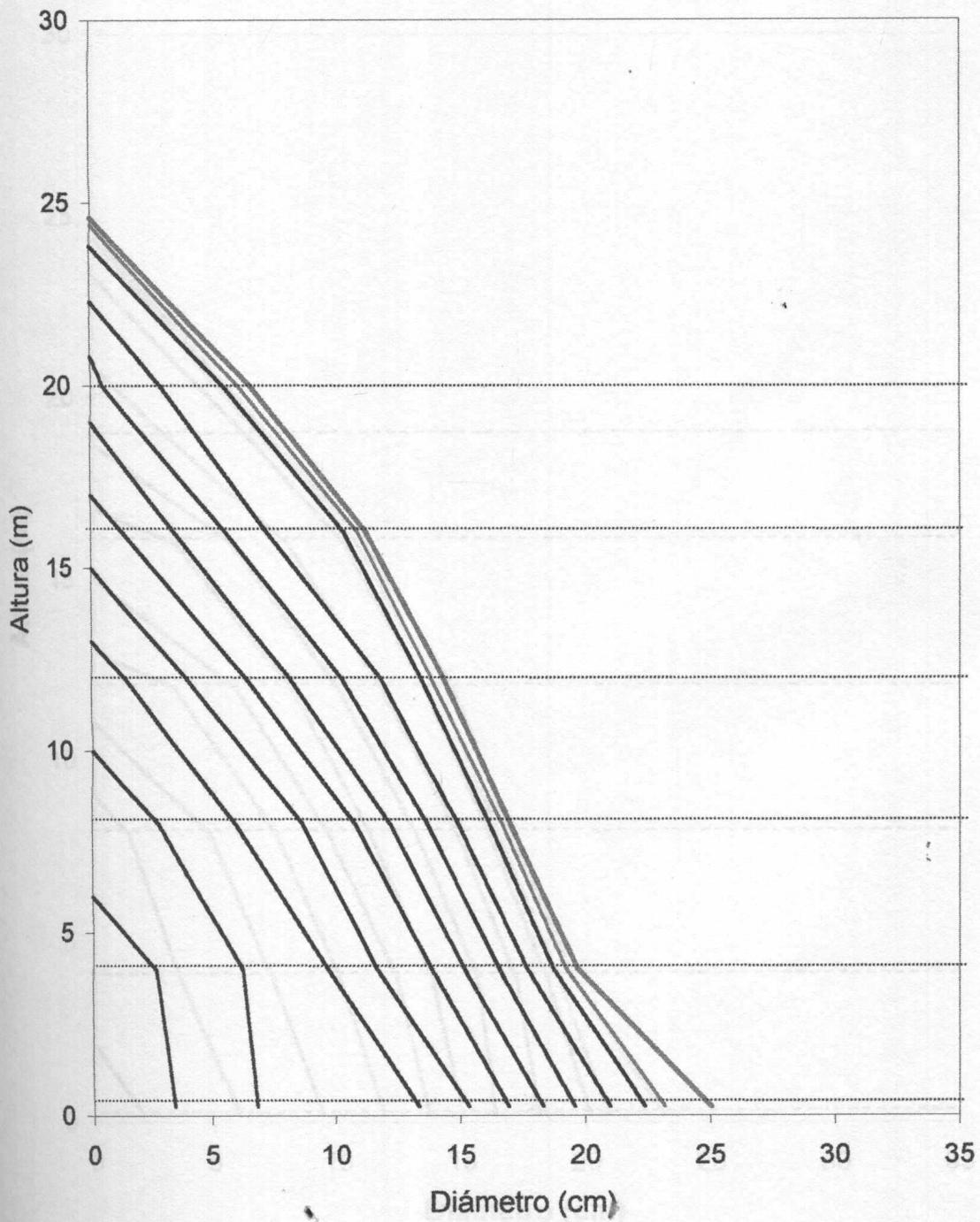
**Gráfica N° 6**  
**Análisis de Tallo**  
**Arbol 1 - Monte II**



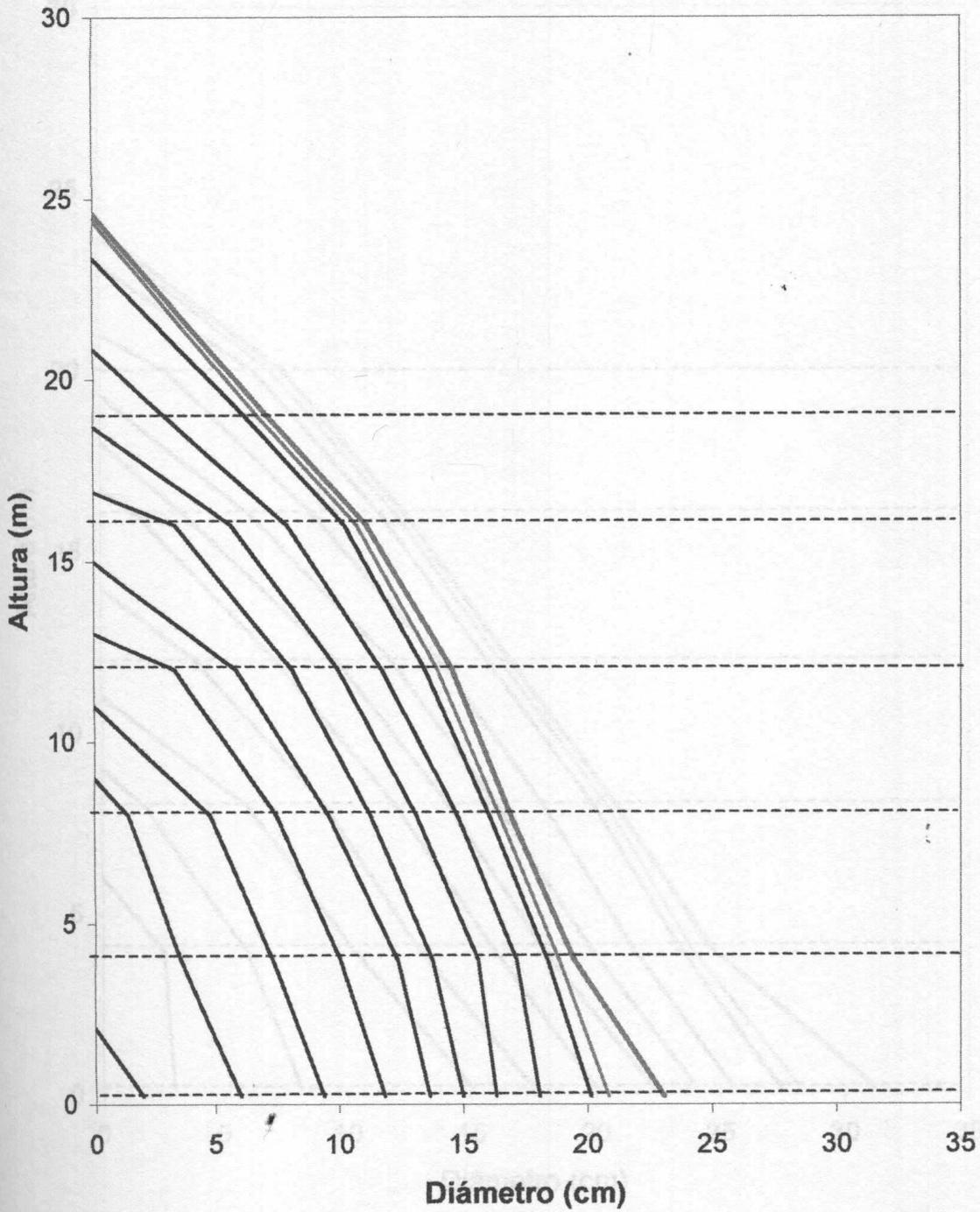
**Gráfica N° 7**  
**Análisis de Tallo**  
**Arbol 2 - Monte II**



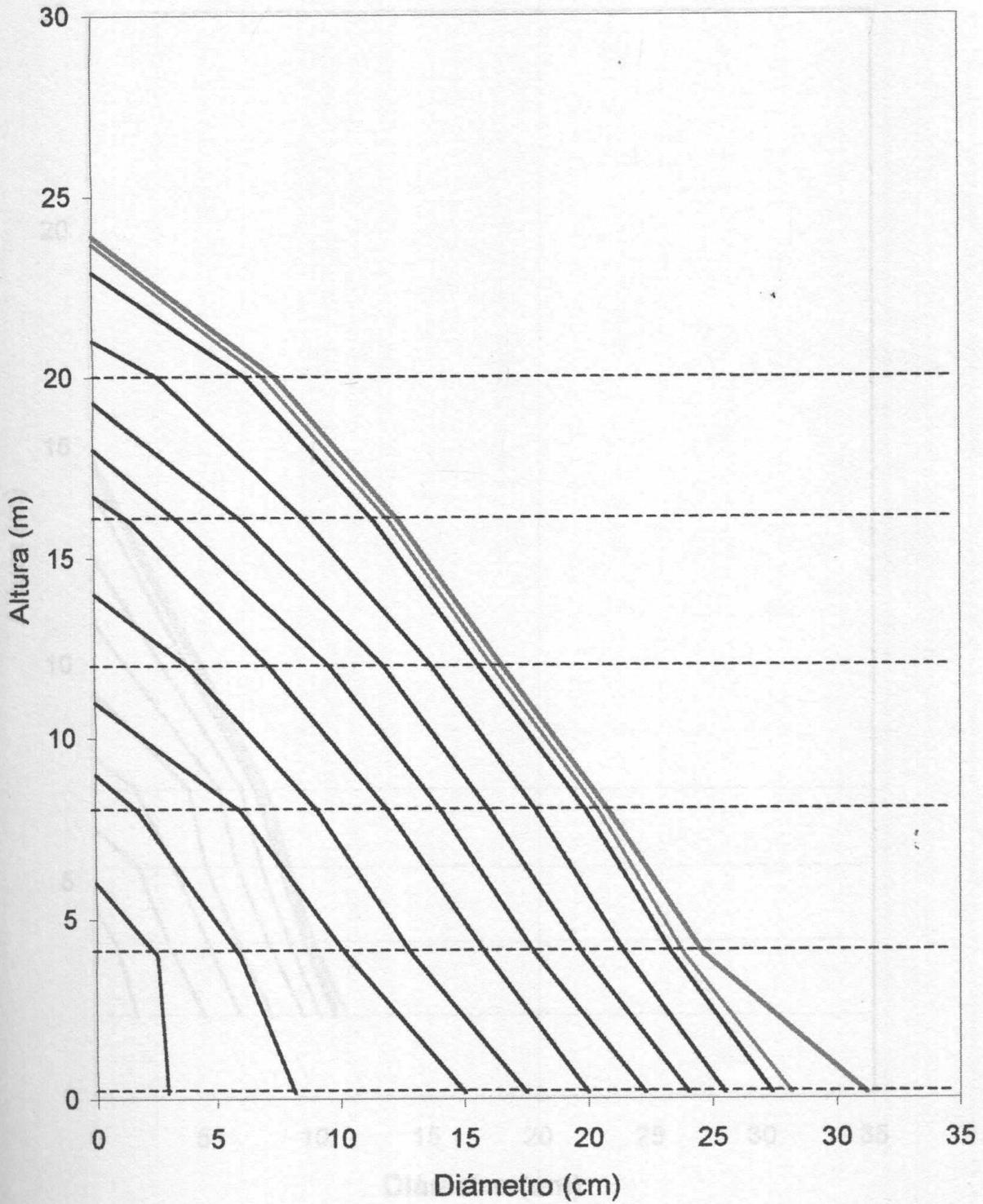
**Gráfica N° 8**  
**Análisis de Tallo**  
**Arbol 3 - Monte II**



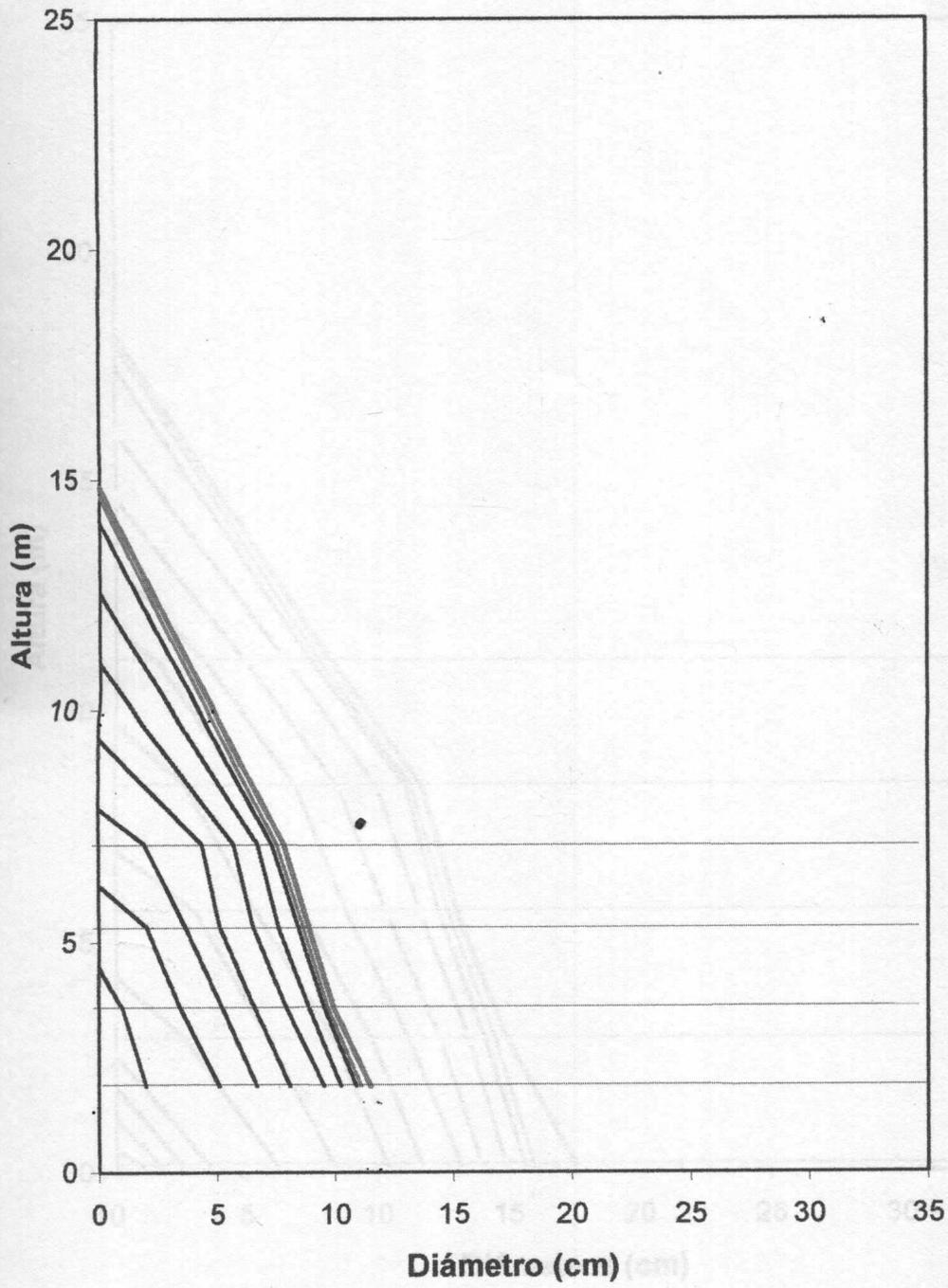
**Gráfico N° 9**  
**Análisis de Tallo**  
**Arbol 4 - Monte II**



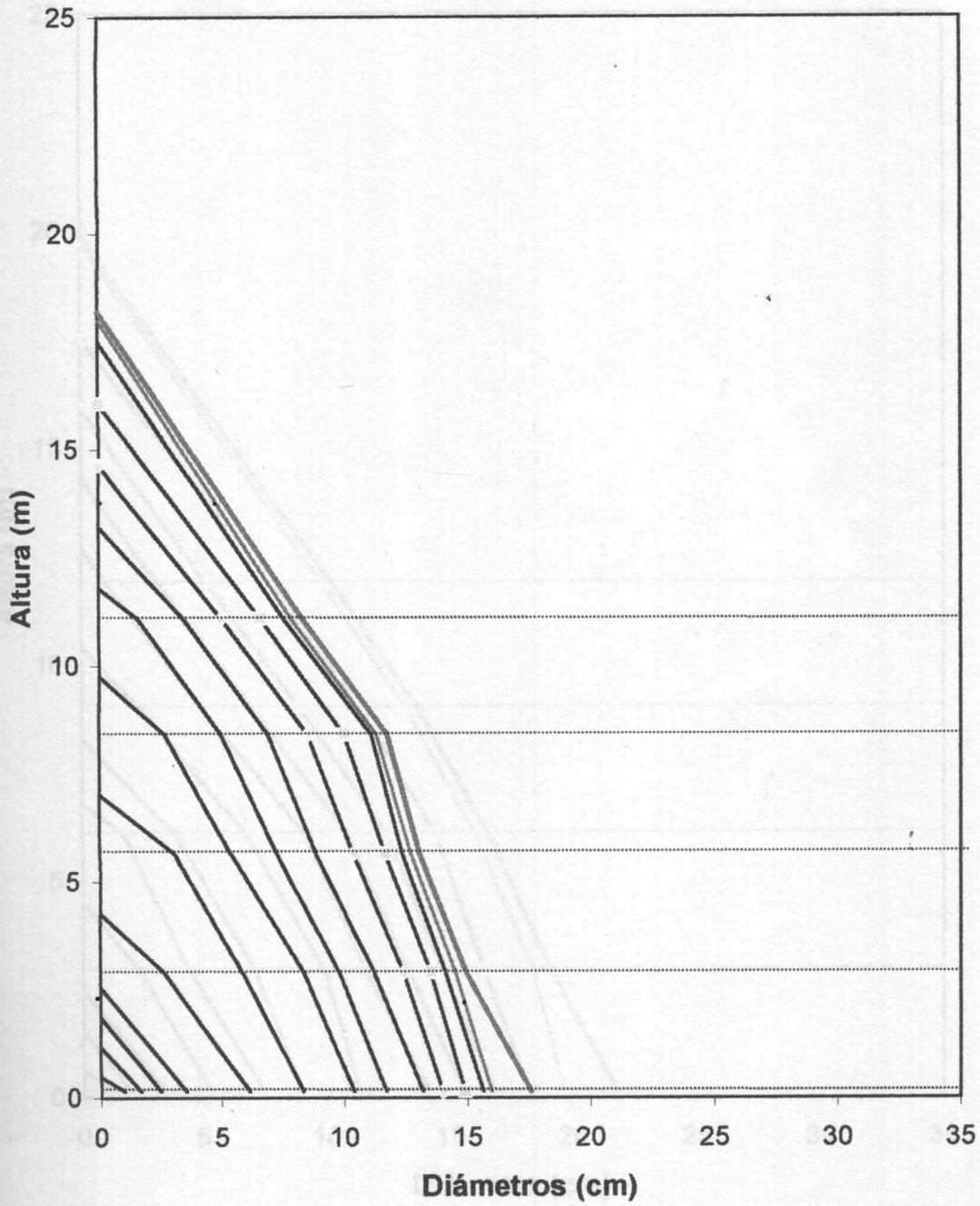
**Gráfica N° 10**  
**Análisis de Tallo**  
**Arbol 5 - Monte II**



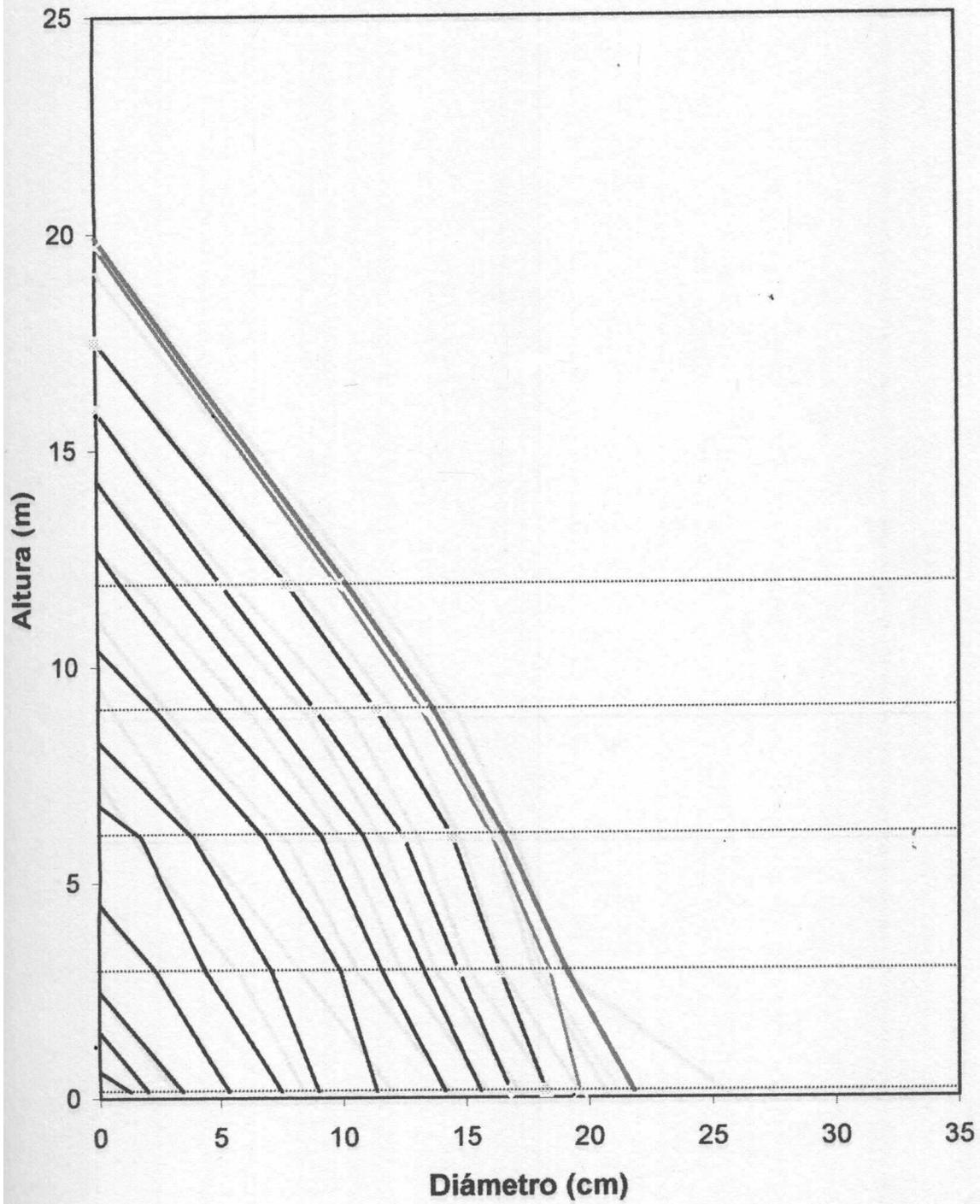
**Gráfica N° 11.**  
**Análisis de tallo.**  
**Arbol 1. Monte III.**



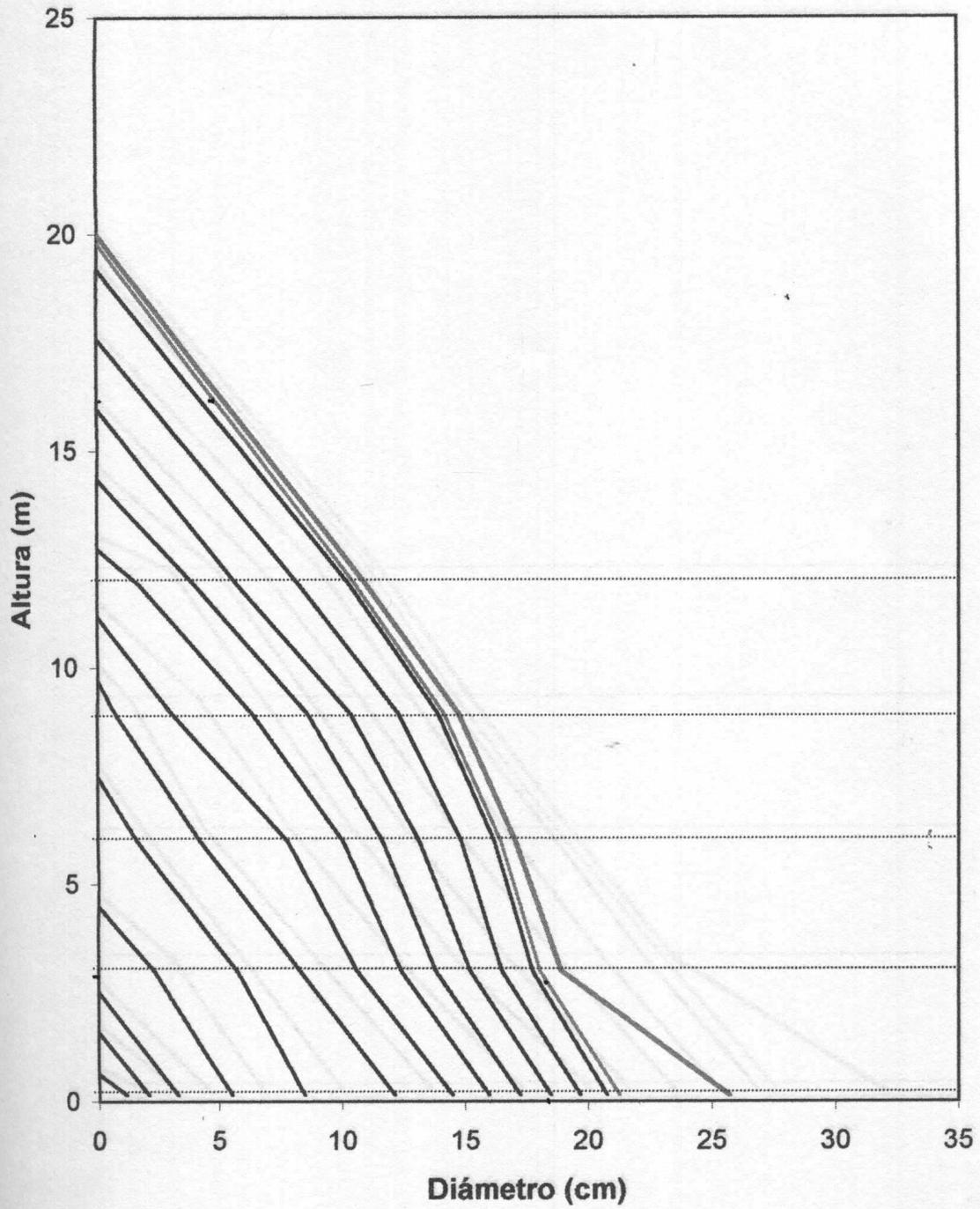
**Gráfica N° 12.**  
**Análisis de tallo.**  
**Arbol 2. Monte III.**



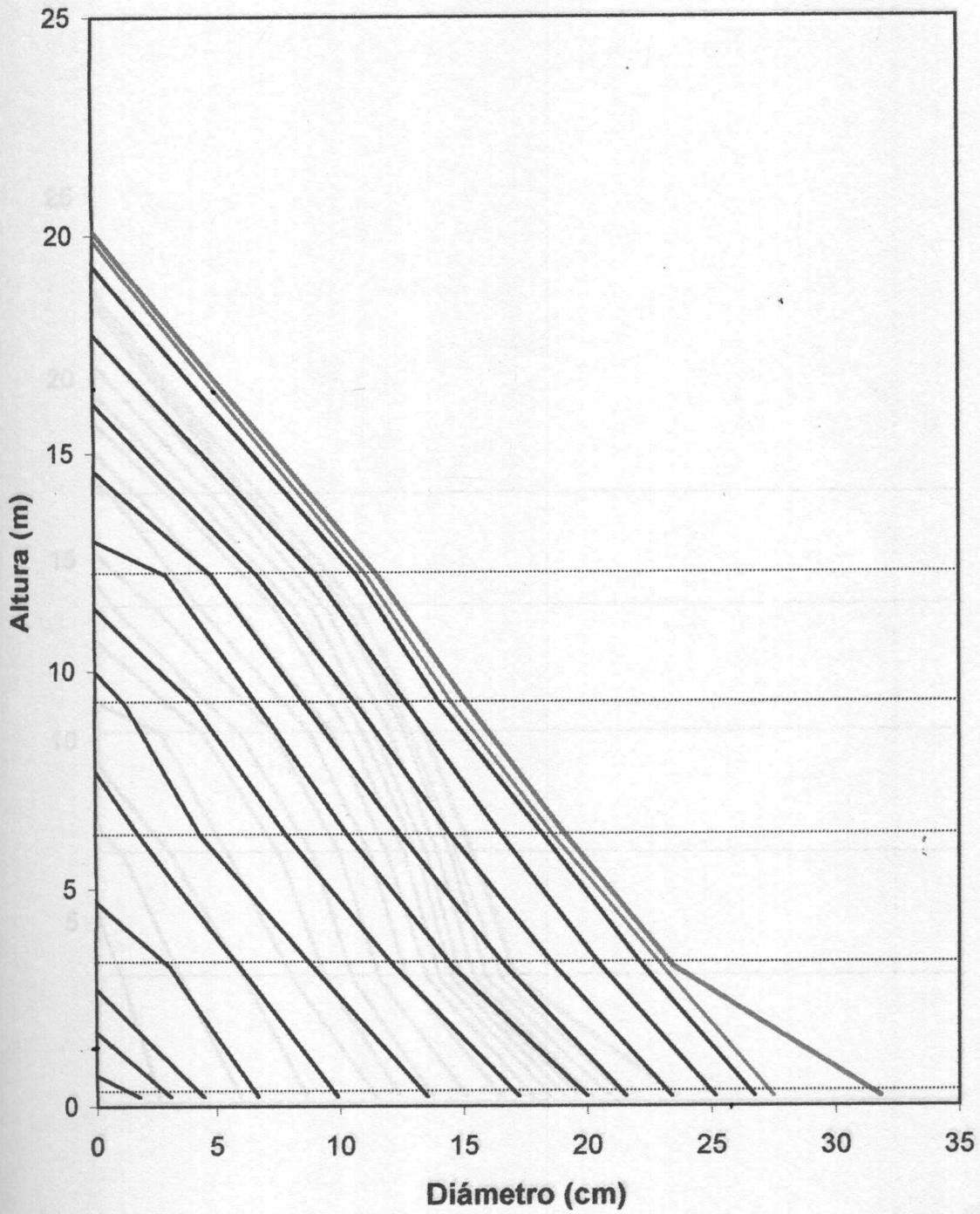
**Gráfica N° 13.**  
**Análisis de tallo.**  
**Arbol 3. Monte III.**



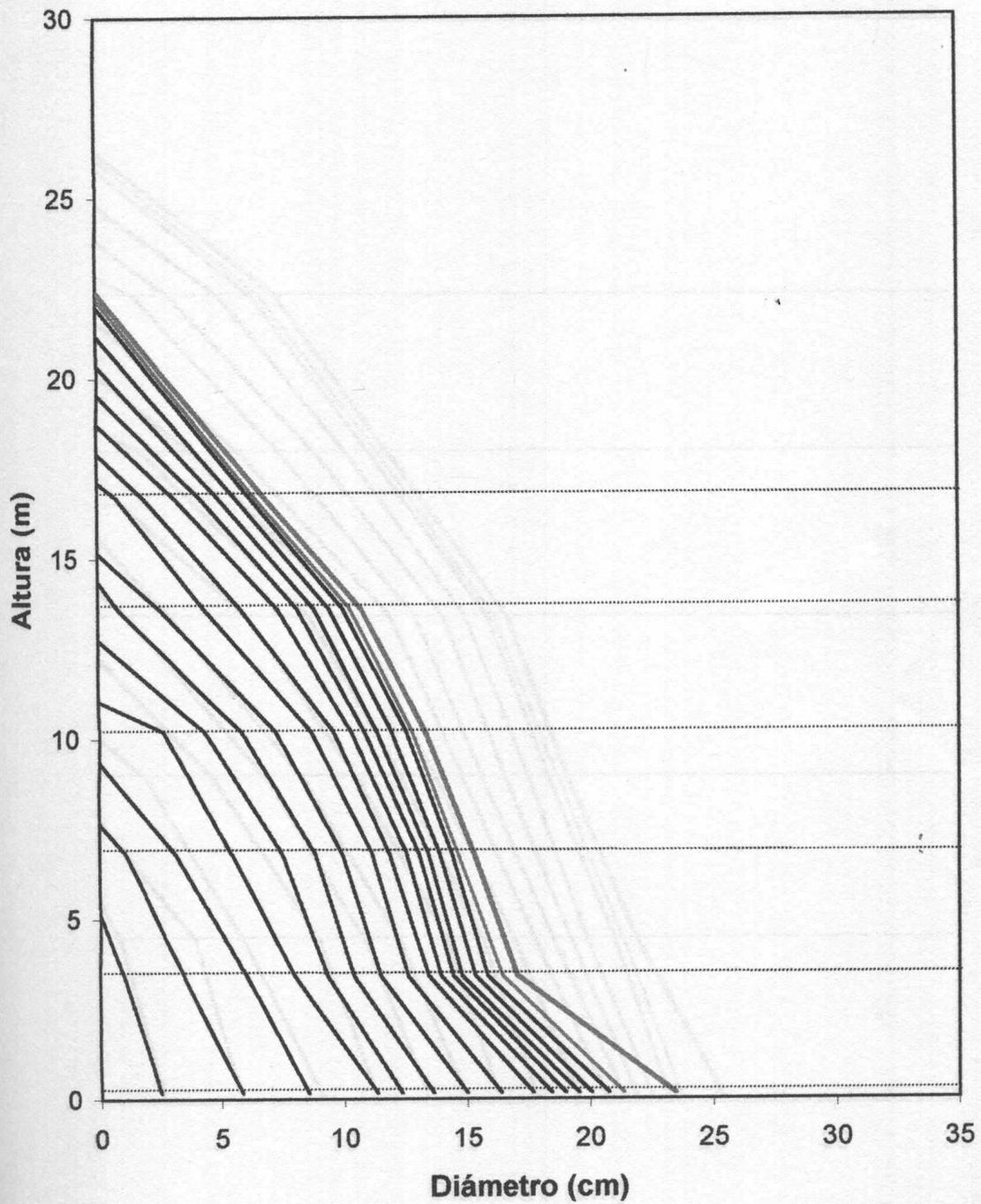
**Gráfica N° 14.**  
**Análisis de tallo.**  
**Arbol 4. Monte III.**



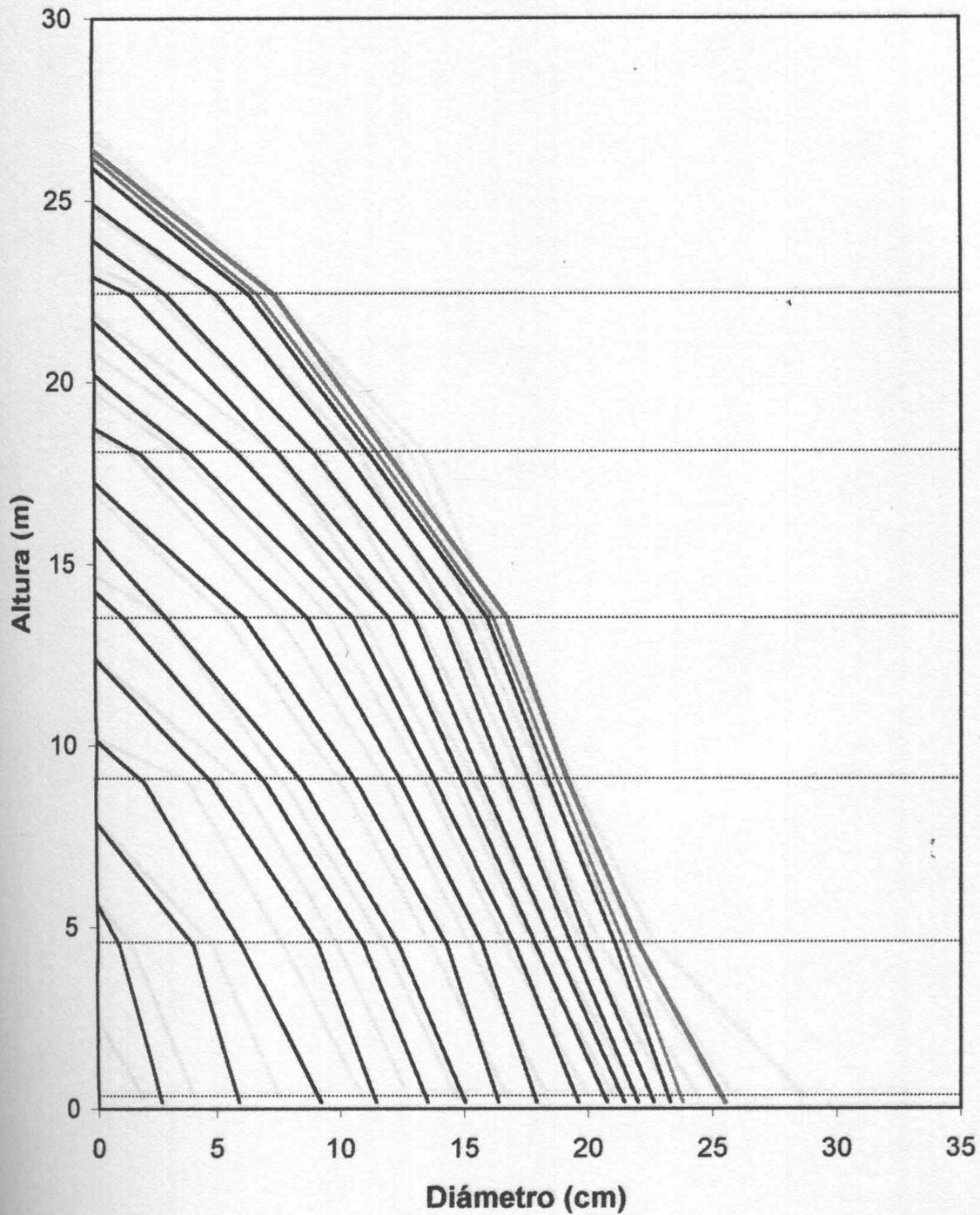
**Gráfica N°15.**  
**Análisis de tallo.**  
**Arbol 5. Monte III.**



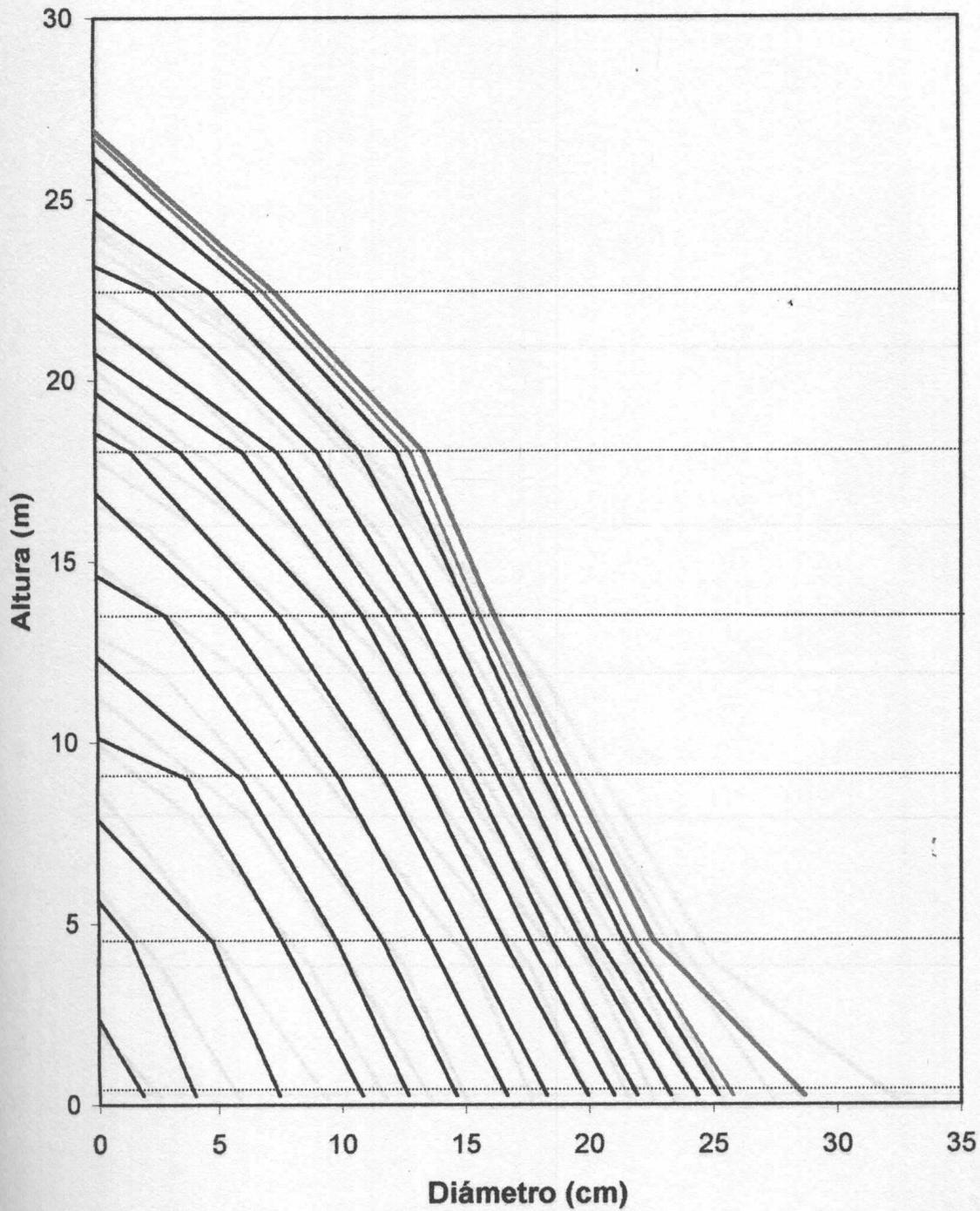
**Gráfica N° 16.**  
**Análisis de tallo.**  
**Arbol 1. Monte IV.**



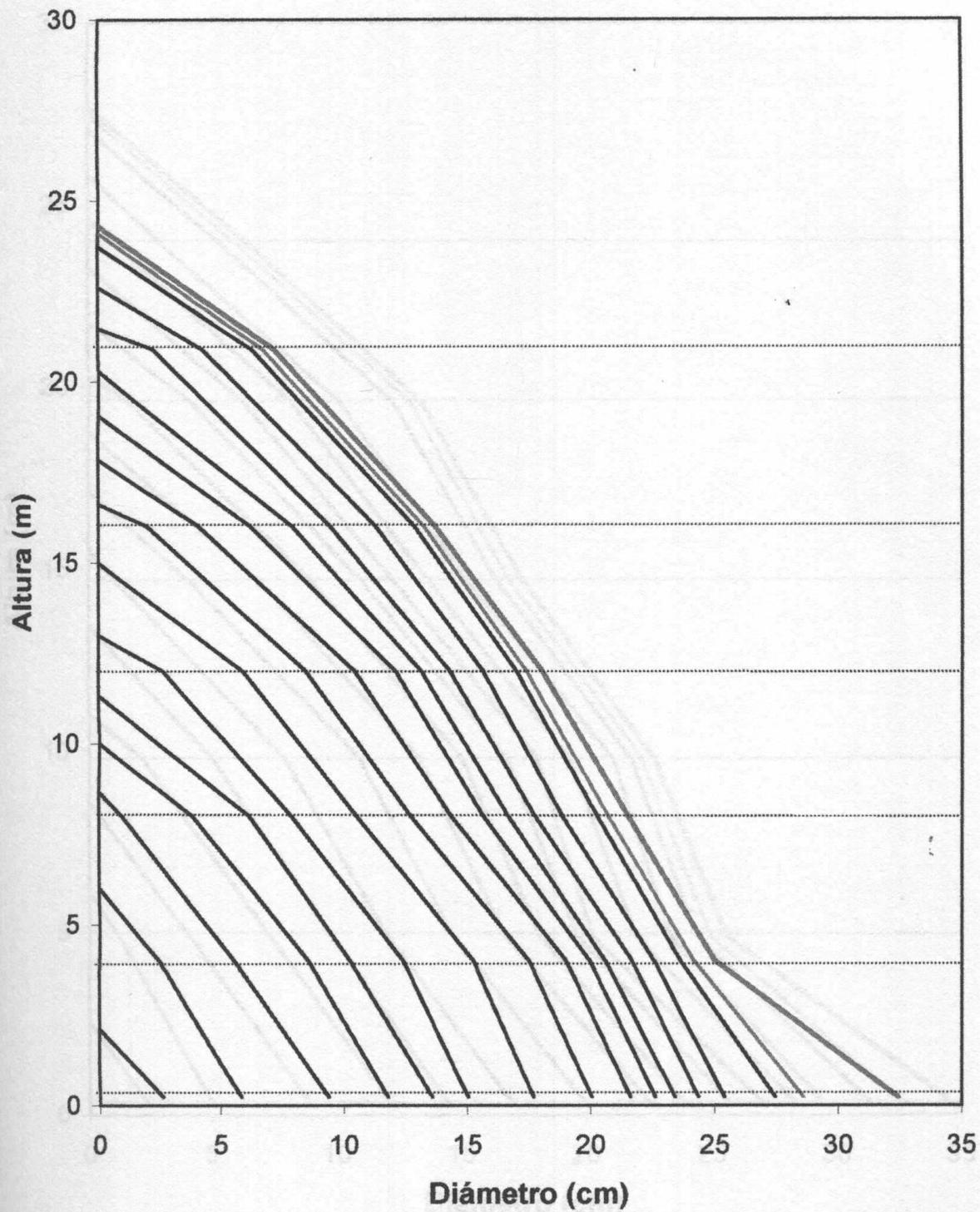
**Gráfica N° 17.**  
**Análisis de tallo.**  
**Arbol 2 - Monte IV**



**Gráfica N° 18.**  
**Análisis de tallo.**  
**Arbol 3 - Monte IV**



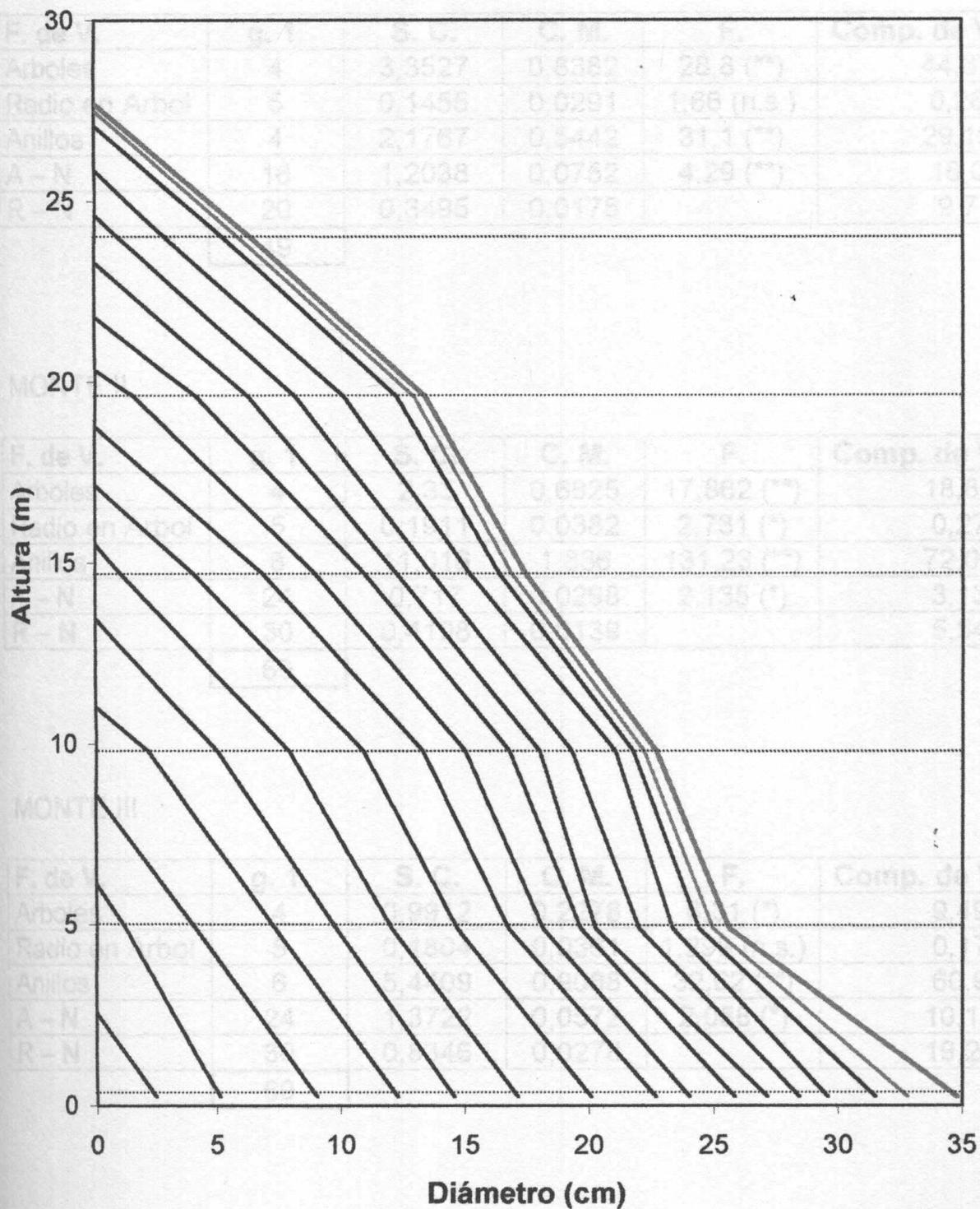
**Gráfica N° 19.**  
**Análisis de tallo.**  
**Arbol 4 - Monte IV**



C. ANALISIS DE VARIANZA

1. Ancho de anillo.  
**Gráfica N° 20.**  
**Análisis de tallo.**  
**Arbol 5. Monte IV.**

MONTE I.



**C. ANALISIS DE VARIANZA**

**1. Ancho de anillo. Resultados.**

**MONTE I.**

<b>F. de V.</b>	<b>g. 1.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C. M.</b>	<b>F.</b>	<b>Comp. de Var. (%)</b>
Arboles	4	3,3527	0,8382	28,8 (**)	44,87
Radio en Arbol	5	0,1455	0,0291	1,66 (n.s.)	0,26
Anillos	4	2,1767	0,5442	31,1 (**)	29,19
A - N	16	1,2038	0,0752	4,29 (**)	16,0
R - N	20	0,3495	0,0175		9,7
	49				

**MONTE II**

<b>F. de V.</b>	<b>g. 1.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C. M.</b>	<b>F.</b>	<b>Comp. de Var. (%)</b>
Arboles	4	2,33	0,6825	17,862 (**)	18,89
Radio en Arbol	5	0,1911	0,0382	2,731 (*)	0,27
Anillos	6	11,016	1,836	131,23 (**)	72,00
A - N	24	0,717	0,0298	2,135 (*)	3,13
R - N	30	0,4198	0,0139		5,54
	69				

**MONTE III**

<b>F. de V.</b>	<b>g. 1.</b>	<b>S. C.</b>	<b>C. M.</b>	<b>F.</b>	<b>Comp. de Var. (%)</b>
Arboles	4	0,9912	0,2278	6,31 (*)	9,49
Radio en Arbol	5	0,1804	0,0361	1,299 (n.s.)	0,17
Anillos	6	5,4409	0,9068	32,62 (**)	60,9
A - N	24	1,3722	0,0572	2,058 (*)	10,18
R - N	30	0,8346	0,0278		19,26
	69				

MONTE IV

F. de V.	g. 1.	S. C.	C. M.	F.	Comp. de Var. (%)
Arboles	4	2,815	0,7038	6,346 (*)	17,78
Radio en Arbol	5	0,5546	0,1109	20,613 (**)	1,27
Anillos	10	10,692	1,0692	198,736 (**)	70,18
A - N	40	1,093	0,0273	5,074 (**)	7,23
R - N	50	0,269	0,0054		3,5
	109				

**2. Area de anillos. Resultados.**

MONTE I

F. de V.	g. 1.	S. C.	C. M.	F.	Comp. de Var. (%)
Arboles	4	21876,92	5469,23	48467 (**)	73,77
Radio en Arbol	5	566,56	113,31	2,787 (*)	0,4
Anillos	4	2238,83	559,71	13,767 (**)	7,15
A - N	16	3688,95	230,56	5,67 (**)	13,08
R - N	20	813,11	40,66		5,6
	49				

MONTE II

F. de V.	g. 1.	S. C.	C. M.	F.	Comp. de Var. (%)
Arboles	4	10241,03	2560,26	13,88 (**)	70,05
Radio en Arbol	5	922,19	184,44	10,178 (**)	1,96
Anillos	6	1086,72	181,12	9,99 (**)	6,73
A - N	24	2037,31	84,89	4,68 (**)	13,78
R - N	30	543,64	18,12		7,48
	69				

MONTE III

F. de V.	g. l.	S. C.	C. M.	F.	Comp. de Var. (%)
Arboles	4	11638,57	2909,64	110,81 (**)	82,42
Radio en Arbol	5	131,29	26,26	2,136 (n.s.)	0,16
Anillos	6	949,46	158,24	12,876 (**)	5,84
A - N	24	1093,99	45,58	3,709 (*)	6,66
R - N	30	368,71	12,29		4,92
	69				

MONTE IV

F. de V.	g. l.	S. C.	C. M.	F.	Comp. de Var. (%)
Arboles	4	8775,29	2193,82	3,479 (n.s.)	44,09
Radio en Arbol	5	3153,35	630,67	41,8 (**)	6,95
Anillos	10	3548,06	354,81	23,52 (**)	21,08
A - N	40	2990,89	74,77	4,96 (**)	18,52
R - N	50	754,15	15,08		9,36
	109				

**Nota:**

- F. de V. = Fuente de Variación  
 g.l. = grado de libertad  
 S.C. = Suma de Cuadrados  
 C.M. = Cuadrado Medio  
 A - N = Interacción Arbol - Anillo  
 R - N = Interacción Radio - Anillo  
 F = Prueba de Fisher  
 \* = significativo (al 5%)  
 \*\* = muy significativo (al 1%)  
 n.s. = no significativo  
 comp. de var. = componente de la varianza en %

### **3. Componentes de la varianza**

Los cuadros de ANOVA permiten analizar las principales fuentes de variación tanto en "ancho" y "área de anillos", y qué incidencia tiene cada una de estas fuentes en la variación total de dichos parámetros.

Como resultados generales, se observa que:

- ◆ el efecto radio tiene una incidencia prácticamente nula en la varianza total tanto para "ancho" como "área de anillo";
- ◆ el efecto anillo aparece como principal responsable de la varianza total de "ancho de anillo" ;
- ◆ cuando se considera "área de anillo", el efecto árbol marca la mayor parte de la varianza (con valores comprendidos entre 44% y 82%), principalmente en montes no manejados en que se seleccionaron árboles de 5 clases diamétricas;
- ◆ merece especial atención la interacción A-N, que aparece como muy significativa tanto en el cuadro de "ancho de anillo" como en el de "área de anillo". Esta interacción indica que existen respuestas de crecimiento a nivel individual, que hacen que los árboles de un mismo rodal, aunque tengan la misma edad y estén sometidos a las mismas condiciones climáticas, expresen diferentes crecimientos. Estas diferencias individuales pueden ser asociadas a la genética de cada árbol y su ubicación dentro del monte (árbol dominante, codominante, etc.).

### **D. ANALISIS DE CRECIMIENTOS**

En este capítulo se analizaron los crecimientos de árboles individuales y de éstos dentro del monte, a través de los análisis de tallo, las gráficas de CAM AB (crecimiento anual medio en área basal) y los resultados de los ANOVA (Análisis de varianza) de crecimientos en área de anillos.

No se consideraron los ANOVA realizados con ancho de anillos, ya que los cambios en ancho de anillo no mantienen una buena correlación con el crecimiento en volumen del árbol.

La interpretación de los análisis de tallo se realizó a través del estudio del historial de cada árbol en particular y del análisis conjunto de todas las gráficas de un mismo rodal (ver Anexo IX), lo que permitió extraer conclusiones sobre crecimientos actuales y pasados de cada monte.

Esta interpretación contó con el apoyo de gráficas sobre CAM AB, medidos en el segundo corte basal de cada árbol. Las gráficas de CAM AB representan en ordenadas los crecimientos medios anuales en área basal y en abscisas la edad de los árboles, siendo el anillo 1 el correspondiente al primer año de crecimiento (Gráficas N° 21, 22, 23, 24).

## **1. Monte I**

Monte de 7 años de edad, sin raleo.

### **a. Análisis de tallo**

Los análisis de tallo reflejan el crecimiento activo del rodal hasta el presente con aumentos radiales constantes y la ausencia de algún "stress" significativo en el pasado.

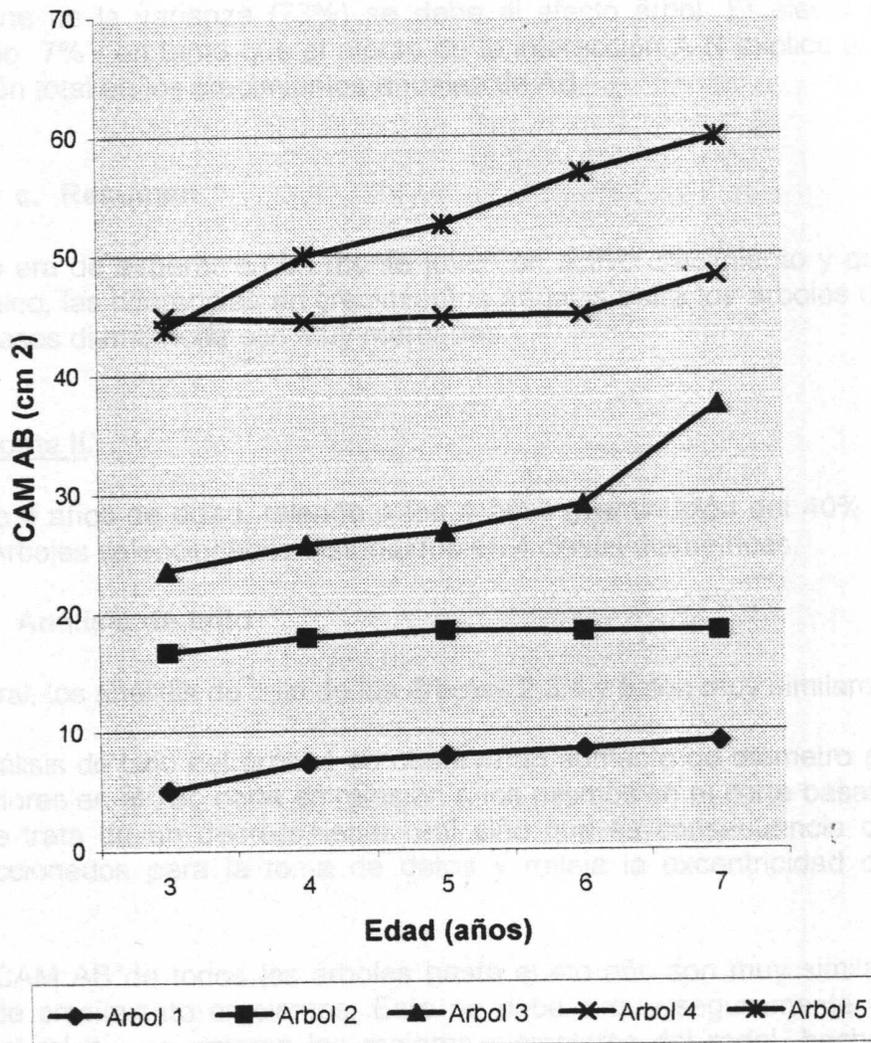
La Gráfica N° 21 (CAM AB) muestra en general, un monte creciendo activamente. Mientras que los árboles 1, 2 y 4 aparecen con crecimientos constantes en los últimos 3 años, los dos restantes expresan tasas positivas de crecimiento.

Los árboles 1 y 2 manifiestan la competencia que el resto de los árboles ejercen sobre ellos y no logran superar su condición de árboles inferiores puesto en evidencia desde los primeros años de vida del monte (ver altura y diámetro). Son, sin dudas, en un plan de manejo del monte, los candidatos a ser eliminados.

El árbol 4, con muy buenos crecimientos iniciales, disminuye su ganancia entre los años 3 y 6, recuperando en el último año una tasa de crecimiento creciente. Probablemente su potencial genético y la competencia que ejerzan los árboles dominantes, entre otros factores, determinarán si este individuo permanece entre la clase dominante o codominante en los próximos años.

El árbol 3, de la clase diamétrica media, con bajos crecimientos iniciales demostró una progresiva recuperación, que lleva a pensar que tiene posibilidades de mantener tasas de crecimiento crecientes en los próximos años.

**Gráfica N° 21. Relación CAM AB con la edad de los árboles. Monte I.**



## **b. ANOVA.**

Se consideraron los últimos 5 años de crecimiento.

Del cuadro de componentes de la varianza para área de anillos surge que la mayor parte de la varianza (73%) se debe al efecto árbol. El efecto anillo incide en sólo 7% , en tanto que el efecto de la interacción A-N explica el 13% de la variación total en los crecimientos anuales de AB.

## **c. Resumen**

Como era de esperar en un monte joven en activo crecimiento y que no ha sufrido raleo, las diferencias en crecimientos anuales entre los árboles de las diferentes clases diamétricas son muy marcadas.

## **2. Monte II.**

Monte de 9 años de edad, raleado a los 4 años (disminución del 40% de la densidad). Árboles seleccionados distribuidos en 4 clases diamétricas.

### **a. Análisis de tallo**

En general, los análisis de tallo de los árboles 2,3,4 y 5 son muy similares.

En el análisis de tallo del árbol 1 se observa un aumento de diámetro en los anillos exteriores en el 2do corte en relación a los mismos en el corte basal. Sin duda, no se trata de un decrecimiento real sino que es consecuencia de los radios seleccionados para la toma de datos y refleja la excentricidad de los árboles.

Los CAM AB de todos los árboles hasta el 4to año son muy similares y con tasas de crecimiento crecientes. Esto se debe a que seguramente, en el momento del raleo, se dejaron los mejores ejemplares del rodal, hecho que disminuye la variación en diámetros de los árboles en pie.

Se observa en el árbol 1 una disminución en los incrementos diametrales y CAM AB en los últimos años, lo que estaría señalando una tasa de crecimiento

desacelerada, y probablemente esté manifestado los efectos de la competencia (gráfica N° 22).

Los árboles 2 y 3 muestran tasas de crecimiento constantes en los últimos 4 o 5 años, mientras que los árboles 4 y 5 expresan tasas aceleradas de crecimiento a lo largo de toda la vida de los mismos. Estos datos son coherentes con la posición que ocupa cada árbol en el monte y reflejan la competencia de la clase dominante sobre los de menor diámetro y altura. Esta diferencia se acentúa con el correr de los años.

Es interesante observar la evolución del árbol 4, que manifiesta su potencial de crecimiento en forma más tardía que el árbol 3 que en los primeros años expresó mayores crecimientos anuales. Probablemente existan factores genéticos además de los ambientales que estén influyendo en esta respuesta.

#### **b. ANOVA.**

Se consideraron los últimos 7 años de crecimiento.

El principal componente de la varianza es el efecto árbol, con un 70% del total. El efecto anillo aporta sólo un 7% de la variación total, lo que puede estar debido al activo crecimiento que manifiesta el monte hasta el momento.

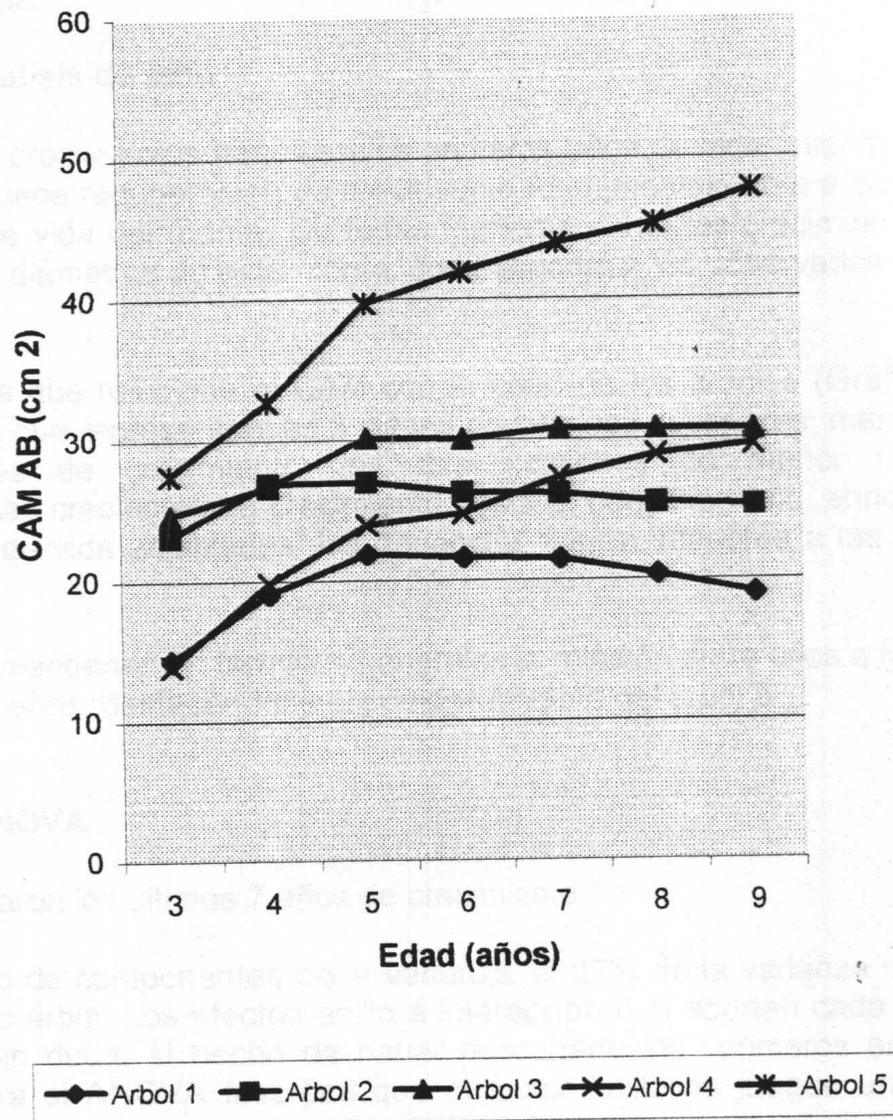
La interacción A-N participa en un 14% de la varianza total, lo que refleja la importancia de las respuestas individuales a los diferentes factores ambientales.

#### **c. Resumen**

En grandes líneas, el Monte II es un monte joven en activo crecimiento, en el que se encuentran diferentes tendencias de crecimiento. El árbol de clase diamétrica inferior sufre una clara competencia mientras que los árboles de clases diamétricas superiores tienden a mantener las tasas de crecimiento mayores.

A pesar de que se trata de un monte manejado y que esta práctica disminuye la variabilidad entre árboles, el efecto árbol sigue siendo el principal componente de la varianza de los crecimientos anuales en "área de anillo".

Gráfica N° 22. Relación CAM AB con la edad de los árboles. Monte II.



### **3. Monte III**

Monte de 12 años de edad, sin raleo. Árboles seleccionados distribuidos en 5 clases diamétricas.

#### **a. Análisis de tallo**

Se observan crecimientos lentos en los primeros años de vida, mientras que muestran una buena recuperación de crecimiento fundamentalmente a partir del 3er o 4to año de vida del monte. De todas maneras, tanto los crecimientos en alturas como en diámetros de este monte, son inferiores a los observados en los otros rodales.

En la Gráfica que relaciona el CAM con la edad de los árboles (Gráfica N° 23), los árboles que representan las 3 clases diamétricas superiores, mantienen tasas crecientes de crecimiento; los dos individuos de menor tamaño mantuvieron tasas crecientes de crecimiento hasta el penúltimo año, aunque en todos los años de vida analizados, las ganancias fueron inferiores a las de los árboles 3,4, y 5.

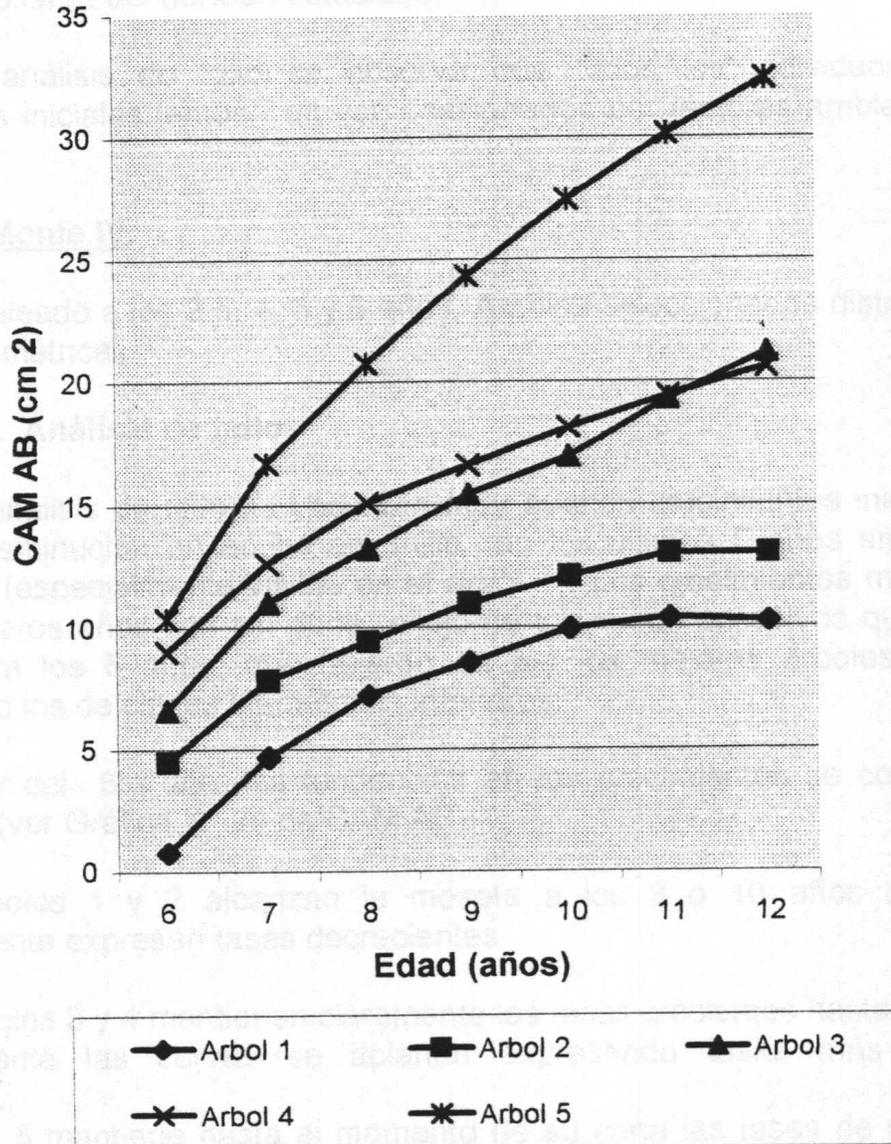
Los árboles mantienen en términos generales la relación entre ellos a lo largo de los últimos 7 años, destacándose el comportamiento del árbol 5.

#### **b. ANOVA .**

Se consideraron los últimos 7 años de crecimiento

En el cuadro de componentes de la varianza, el 82% de la varianza total es debido al efecto árbol. Los efectos anillo e interacción A-N aportan cada uno el 6% al total. Sin duda, el hecho de haber descartado los primeros años de crecimiento para el ANOVA favorece que el factor anillo no juegue un papel importante en el cuadro de componentes de la varianza

Gráfica N° 23. Relación CAM AB con la edad de los árboles. Monte III.



### **c. Resumen**

El monte III es un monte que continúa un activo crecimiento, en el que las clases diamétricas inferiores reflejan una clara competencia. La supremacía de los árboles superiores se expresó desde los primeros años del monte y se mantuvo a lo largo del período estudiado.

En los análisis de tallo se observa que todos los individuos tuvieron crecimientos iniciales lentos, tal vez ocasionados por factores ambientales y/o genéticos.

### **4. Monte IV.**

Monte raleado a los 2.5, 4, 5 y 6 años. Árboles seleccionados distribuidos en 3 clases diamétricas.

#### **a. Análisis de tallo**

En los análisis de tallo se observan muy buenos crecimientos iniciales, con marcada disminución en ancho de anillo en los últimos 5 años en todos los ejemplares (especialmente visible en el árbol 1). Los crecimientos muy parejos de los primeros años son sin duda reflejo de los raleos sucesivos que sufrió el monte hasta los 6 años, que dejaron en pie los mejores árboles del rodal descartando los de clases diamétricas inferiores.

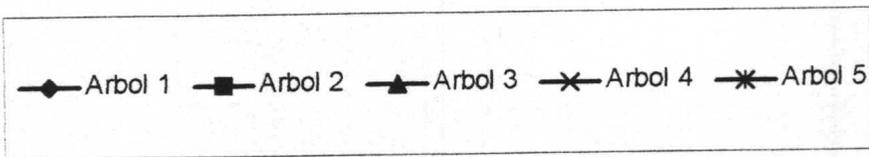
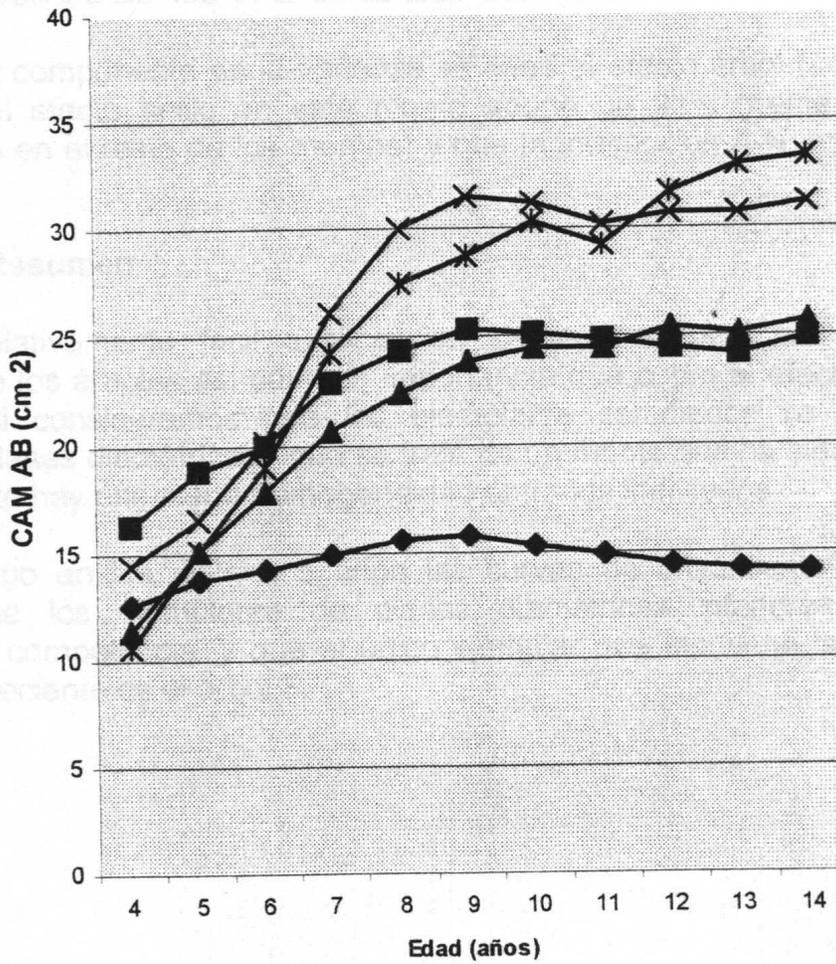
A partir del 6to año, las tendencias en los crecimientos se comienzan a diferenciar (ver Gráfica N° 24 de CAM AB).

Los árboles 1 y 2 alcanzan la meseta a los 9 o 10 años de edad y posteriormente expresan tasas decrecientes.

Los árboles 3 y 4 mantienen claramente las tasas crecientes hasta el año 8, y posteriormente las curvas se aplanan expresando tasas más o menos constantes.

El árbol 5 mantiene hasta el momento de su corta las tasas de crecimiento crecientes.

**Gráfica N° 24. Relación CAM AB con la edad de los árboles. Monte IV.**



En las curvas correspondientes a los árboles 3, 4 y 5 de la Gráfica N° 24, se observa una disminución de crecimiento en el año 11 que no se refleja en los árboles 1 y 2. Probablemente se deba a algún factor ambiental que afectó el crecimiento en ese año en particular, y que no comprometió las respuestas de los años siguientes.

#### **b. ANOVA**

Se consideran los últimos 11 años de crecimiento.

El principal componente de la varianza se debe al efecto árbol (44%); vale resaltar que el efecto anillo en este monte aporta un 21% (frente a valores menores a 8% en el resto de los montes) y que la interacción A-N interviene en un 19%.

#### **c. Resumen**

Resulta relativamente fácil explicar las similitudes entre las curvas de crecimiento de los árboles así como la importancia que cobra el efecto anillo en el ANOVA, si consideramos que los ejemplares estudiados se ubican en solamente 3 clases diamétricas, que se trata de un monte que ha sido raleado y que por lo tanto hay una cierta homogeneidad entre los individuos.

Sin embargo en los últimos 5 años las curvas de crecimiento nos están marcando que los ejemplares de clases diamétricas inferiores expresan claramente la competencia, y que el único ejemplar que mantiene las tasas de crecimiento creciente es el árbol 5.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La principal conclusión de este trabajo es que es posible realizar los análisis de tallo en *E. grandis*, menores de 15 años de edad, a través de la identificación macroscópica y medición de anillos de crecimiento con ayuda de una lupa de mano (8X), sobre muestras de madera seca pulidas.

Para favorecer la descripción acertada de los anillos anuales se recomienda:

- Desarrollo de habilidades para la descripción de crecimientos en madera por parte del observador, previo al trabajo con *Eucalyptus*.
- Disponer de varias muestras de un mismo árbol cortadas a diferentes alturas.
- Lograr una superficie lisa a través de un pulido fino que permita identificar los elementos constitutivos de la madera.
- Humedecer las muestras con agua en el momento de realizar la observación
- Primero realizar la observación de los anillos completos, a lo largo de toda la sección circular del árbol, y recién después de haber identificado los anillos a lo largo de toda la circunferencia, marcar los crecimientos sobre los radios elegidos. Es una excelente ayuda para descartar la medición de anillos falsos.
- En aquellos individuos en que los anillos anuales son muy finos, realizar la identificación de anillos sobre cortes sesgados en los que la superficie de observación de los crecimientos anuales es mayor que en los cortes perpendiculares al eje principal del tronco.
- Cuando los anillos exteriores se hacen muy finos en la base del árbol, apoyar la identificación de los mismos en cortes más próximos a la copa del árbol, en los cuales esos crecimientos radiales aparecerán más anchos.
- Identificar anillos-referencia para la elaboración de una serie modelo, por monte.

- En cuanto a la selección de radios, convendría en aquellos montes donde se ha observado marcada excentricidad, seleccionar "radios promedio", o bien medir sobre 2 diámetros trazados perpendiculares (4 medidas).
- Al seleccionar los radios se debe evitar atravesar bolsas de quino, cicatrices de ramas y rajaduras.

En la observación de las muestras se encontró que:

- La identificación de anillos en cortes basales es sensiblemente más difícil que en cortes superiores, sobre todo cuando aparecen aletones.
- Existen diferencias importantes en color y densidad de la madera entre los diferentes individuos de un mismo monte. Sin embargo las características de las series creadas en base a los anillos-referencia se mantuvieron dentro de cada monte.

En términos de confiabilidad de los resultados obtenidos de las mediciones, se podría decir que:

- Son poco confiables las mediciones de los anillos más próximos a la medula. Estos corresponden a los 1eros años de edad del árbol (2,3 o más años) en los que no se observa periodicidad anual en el crecimiento.
- La periodicidad aparece a diferentes edades. Se recomienda realizar estudios a los efectos de poder determinar la relación entre la periodicidad en el crecimiento con diámetros y/o alturas mínimos.

Si bien el método utilizado resultó adecuado para la construcción de los Análisis de tallo, no lo resulta para la determinación exacta de la edad ni para la realización de estudios minuciosos de crecimiento en los 1eros años de vida de los árboles.

Por último, conocer algún antecedente del monte (por ej edad aproximada, clima, etc) es de gran ayuda para la delimitación de anillos e interpretación de resultados.

## VI. RESUMEN

Esta tesis plantea la posibilidad de construir Análisis de tallo de ejemplares de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden de diferentes edades, provenientes de la localidad de Bañado de Medina (Dpto de Cerro Largo), buscando simplificar los métodos tradicionales de descripción de crecimientos anuales utilizadas en especies con anillos de crecimiento poco demarcados.

Para la obtención del material necesario para la construcción de las gráficas se seleccionaron 20 árboles provenientes de 4 montes de edades conocidas (7,9, 12 y 14 años). Se trozaron 5 árboles/monte a distancias equidistantes, y se obtuvieron 5 o 6 muestras/árbol. Luego de someter las muestras a un proceso de secado (hasta 14% de humedad), se realizaron las mediciones de anillos de crecimiento anuales sobre superficies sin pulir y pulidas. Para el pulido se utilizó lijadora de movimiento circular con hojas de papel de lija de diferente granulometría.

La identificación de anillos de crecimiento anuales se realizó principalmente a través de la observación a ojo desnudo y con ayuda de lupa de mano (8X), del tamaño, la cantidad y distribución de los poros del leño temprano y leño tardío y el color de la madera. Para caracterizar el crecimiento en las diferentes secciones, se delimitaron en todas las muestras dos zonas (zona interna y zona externa) de diferentes características, y se identificaron anillos de características sobresalientes que fueron tomados como "anillos referencia".

La aplicación de estas técnicas de observación sobre muestras pulidas permitió recabar datos suficientemente confiables para la elaboración de los Análisis de tallo de todos los individuos. En cada gráfica se obtuvo curvas de todos los años de vida de cada ejemplar. Para la determinación de las alturas de las "puntas ocultas" de cada curva se utilizó la fórmula de Carmean.

La obtención de datos a través de la observación de muestras pulidas también permitió realizar un análisis de los crecimientos de los montes a través de la aplicación de un análisis de varianza. El diseño utilizado fue el de parcelas subdivididas y se consideraron los efectos principales "árbol" y "anillo" como efectos fijos y al "radio" como efecto variable anidado.

Se descarta la utilización de datos obtenidos en muestras sin pulir debido a las dificultades encontradas para la delimitación de bandas de crecimiento anual.

La principal conclusión de este trabajo es que es posible realizar análisis de tallo en *E. grandis* menores de 15 años a través de la identificación macroscópica

y medición de anillos de crecimiento con ayuda de lupa de mano sobre muestras de madera seca pulidas. Sin embargo se destaca que existe un buen número de dificultades en la identificación de ritmos anuales de crecimiento en los eucaliptos y se adjuntan recomendaciones para facilitar esta tarea.

## **VII. SUMMARY**

Stem Analysis is a technique that requires the description of annual growths and it is usually applied to species of well-demarcated growth rings. Even that, this thesis established the development of Stem Analysis of 20 trees of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, a non demarcated growth ring species, grown in Bañado de Medina (Cerro Largo, Uruguay). In this case, the authors tried to simplify the traditional techniques of analysis of periodicity of past growths reflected in wood.

Materials and methods: 20 trees, coming from 4 plantations (7, 9, 12 and 14 years old). Each tree has been cut in 5 or 6 sections of equal lengths, to obtain 5 and 6 samples per tree (cross-sections of 3 to 5 cm widths). The samples have been dried (Humidity: 14%), and polished with sandpaper of different thickness. Measures of ring widths have been made in rough and polished surfaces on assistance of a magnifying-glass (8X). The annual layers were defined mainly by the size, number and distribution of vessels between earlywood and latewood. The identification of reference-rings helped in the construction of the growth sequences of the different trees of each plantation.

Results and conclusions: The degree of accuracy of the obtained measures in polished samples, permitted the construction of the stem analysis of the 20 specimens. Even though, the analysis of growth of the trees during the initial period of their life (2, 3 or more years) did not reflect any periodicity.

Basal area annual growth was calculated in all the trees using data coming from heights near d.b.h. Analysis of variance was applied to each of the plantations, excluding information of the initial period of growth were periodicity was not observed. The experimental design (sub divided plots) permitted to study the main effects (tree, rings and radius) and the interaction between them.

Recommendations of methods to enhance the limits between annual growth rings have been included.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

1. **ALVIM, P. DE T.** 1964. Tree growth periodicity in tropical climates. In: Formation of Wood in Forest Trees. Zimmermann, M.H. Editorial. pp 474-495.
2. **AMBROSONI, M.L., DIAZ, A. ; M.R. RIVERO.** 1984. Estudio del crecimiento del *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus umbellata* en etapa de vivero. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía. 128 p.
3. **AMOS, G.L.; BISSET, I.; H.E. DADSWELL.** 1950. Wood structure in relation to growth in *Eucalyptus gigantea* (*E. delegatensis*) Hook, F. Bull. Austr. ISGI. Res. 3:393-413.
4. **AVERY, T.** 1967. Forest measurements. New York, Mc Graw-Hill. 290 p. ✓
5. **BALDY, C.; PUPON, H.; A. SCHOENEMBERGER.** 1970. Variations in soil moisture content as a function of stand type in northern Tunisia. Ann. Inst. Res. For. Tunis. 4 (3)
6. **BAMBER, R. K.; FLOYD, A.G.; F. HUMPHREYS.** 1969. Wood properties of flooded gum. Australian Forestry, 33(1): 3-12.
7. **BICKFORD, C.A.** 1957. Measuring the growth of trees. In: Tree Growth. ✓  
1962. Koslowski, T. (Ed.), 1962. New York Ronald Press. 442 p.
8. **BISSET, I.; DADSWELL, H.; G, AMOS.** 1965. Changes in fibre length and growth ring of certain angiosperms. Nature 165:348-349.
9. **BLACK, C.L.; DAWSON, M.P.; A. M. GILL.** 1985. Bark, leaf and sapwood dimensions in *Eucalyptus*. Austr. For. Res. 15:1-7.
10. **BREDENKAMP, B.** 1982. Rectangular espacement does not cause stem ellipticity in *Eucalyptus grandis*. South African Forestry Journal (120):7-10.
11. **BRUCE, X.; B. SCHUMACHER.** 1950. Forest mensuration. Mc Graw Hill ✓  
Book Company. 483 p.

12. **BRUSSA, C. y V.; RODRIGUEZ MUAPE, V.F.** 1979. Estudio sistemático de especies importantes de *Eucalyptus*; su dispersión natural y su comportamiento en nuestro medio. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía. 174 p.
13. **BRISCOE, C.B.; CHUDNOFF, M.** 1964. Counting tree growth rings moderately difficult to distinguish. Research Note. U.S. Forest Service. Institute of Tropical Forestry, Puerto Rico. 3p. ✓
14. **BURGESS, I.** 1981. The natural occurrence of *Eucalyptus grandis*, its distribution patterns in natural forests, its characteristics and conservation. Canberra, Australia. CSIRO Division of Forest Research. 12p.
15. **CARDOZO, H., OCAÑO, J.; TORRES, G.** 1986. Influencia del espaciamiento en el crecimiento diametral anual de *Pinus taeda* L. sobre suelos de la Unidad Tacuarembó. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay. Fac de Agronomía. 174 p. ✓
16. **CARVALHO, A. de.** 1962. Madeira de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.). Estudos, ensaios e observações. Alcobaça. D.G.S.F.A. 159p.
17. **CHAPMAN, H.; MEYER, W.** 1949. Forest mensuration. Mc Graw Hill Book Company, Inc. 522p. ✓
18. **COZZO, D.** 1955. *Eucalyptus* y eucaliptotecnia. Buenos Aires. El Ateneo. 393p.
19. **DEBEU, D.; WILSON, B.; BORMANN, B.** 1978. Reliability of determining age of red alder by ring counts. U.S.D.A. Forest Service Research. Tomado de Forestry Abstracts 42(1): 84. 1981. ✓
20. **DEL AMO RODRIGUEZ, S.; NIETO DE PASCUAL, J.** 1981. Applications of models and mathematical equations to evaluate growth rates and age determination of tropical trees.. In: Age and Growth Rate of Tropical Trees: New Directions for Research. Bormann F. and Berlin, G (Eds.). New Haven: Yale University. 1981. Bull 94:128-133.
21. **DETIENNE, P.; MARIAUX, A.** 1976. The nature and periodicity of growth rings in the wood of *Tarrieta utilis*. Bois et Forêts des Tropiques 169:29-35. ✓

22. **DUNWIDDIE, P.W.; LAMARCHE, V.C.** 1980. Dendrochronological characteristics of some native Australian trees. *Australian Forestry* 43(2):124-135.
23. **DYER, M.E.; BAILEY, R.L.** 1987. A text of six methods for estimating true heights from stem analysis date. *Forest Science* 33(1):3-13.
24. **ECKSTEIN, D.; OGDEN, J.; JACOBY, G.; ASH, J.** 1981. The application of dendrochronological methods.. *In: Age and Growth Rate of Tropical Trees: New Directions for Research.* Bormann F. and Berlin, G (Eds.). New Haven: Yale University . Bull 94: 83-107.
25. **ESAU, K.** 1982. Anatomía de las plantas con semilla. Buenos Aires: Hemisferio Sur. 512 p.
26. **FAHN, A.** 1978. Anatomía Vegetal. Madrid. Blume. 643 p.
27. \_\_\_\_\_; **BURLEY, J.; LONGMAN, K.; MARIAUX, A.; TOMLINSON, B.** 1981. Possible contributions of wood anatomy to the determination of the age of tropical trees. *In: Age and Growth Rate of Tropical Trees: New Directions for Research.* Bormann F. and Berlin, G (Eds.). New Haven: Yale University. Bull 94: 31-55.
28. **FAO.** 1981. El Eucalipto en la Repoblación Forestal. Roma. Colección FAO: Montes 11. 123p.
29. **FERREIRA, M.** 1972. Variation in the basic density of wood of commercial plantations of *Eucalyptus grandis* at 11, 12, 13, 14 y 16 years old of age. Piracicaba. IPEF 4:65-89.
30. \_\_\_\_\_. 1979. Variations in basic density and characteristics of the fibres in *Eucalyptus grandis* at D.B.H. preliminary analysis. Piracicaba. IPEF 5:81-90.
31. **FREITAS, B.** 1985. Descripción de las especies del género *Eucalyptus* plantadas en Villasboas y evaluación de su comportamiento. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía. 373 p.
32. **FRITTS, H.C.** 1966. Growth-ring of trees. Their correlation with climate. *Science* 154 (3752): 973-979.

33. **GARCIA DE LEON, J.P.** 1982. Genetic variation of wood properties among populations of *Pinus caribaea*. Ph D. Thesis Oxford, University of oxford. 248 p.
34. **GONDELLES- AMENGUAL, R.** 1954. El género *Eucalyptus* en Australia. Informe- Symposium sobre un viaje de estudios. Caracas: Ministerio de Agricultura y Cría. 147 p.
35. **HAMILTON, C.D.** 1964. Identification of *Eucalyptus*. In: Segunda Conferencia Mundial del Eucalipto. Brasil.
36. **HANS, A.S.; BURLEY, J.** 1972. Wood quality of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden in a fertilizer trial at Siambambo, Zambia. East African Agricultural and Forestry Journal. 38(2):157-161.
37. **HILLIS, W.E.** 1984. Wood quality and utilization. In: *Eucalyptus* for wood production. Hillis, W.E. and A.G. Brown (Eds). Australia CSIRO/ACADEMIC PRESS. pp 260-289.
38. **JACOBY, G.C.** 1981. Dating high-altitude tropical conifers. pp 92-95. In: **ECKSTEIN, D., OGDEN, J., JACOBY, G.; ASH, J.** 1981. The application of dendrochronological methods.. In: Age and Growth Rate of Tropical Trees: New Directions for Research. Bormann F. and Berlin, G (Eds.). New Haven: Yale University . Bull 94: 83-107.
39. **KOSLOWSKI, T.** 1962. Tree growth. New York Ronald Press. 442 p.
40. **KRAMER, P.; KOSLOWSKI, T.** 1964. Physiology of trees. New York. Mc Graw Hill. 642 p.
41. **LARSON, P.R.** 1963. The indirect effect of drought on tracheid diameter in red pine. Forest Science 9(1):52-62.
42. **LLOYD, R.C.** 1963. . Indigenous tree rings. New Zealand Jour. For. 8(5):824.
43. **LOJAN, L.** 1965. Aspectos del crecimiento diamétrico quincenal de algunos árboles tropicales. Turrialba 15(3): 231-237.
44. \_\_\_\_\_ . 1967. Cálculo de la edad en árboles sin anillos anuales. Turrialba 17(4): 419-429.

45. **MARIAUX, A.** 1981. Past effects in measuring age and annual growth in tropical trees.. In: Age and Growth Rate of Tropical Trees: New Directions for Research. Bormann F. and Berlin, G (Eds.).. New Haven: Yale University. Bull 94:20-31
46. **McKIMM, R.J.; ILIC, Y.** 1987. Characteristics of the wood of young fast grown trees of *Eucalyptus nitens* Maiden with special reference to provenance variation. III Anatomical and physical characteristics. Austr. For. Res. 17:19-28.
47. **McLEAN, A.** 1975. Comunicación escrita. IICA. Costa Rica. 135 p.
48. **McMILLIN, Ch.** 1982. Application of automatic image analysis to wood science. Wood Sci 14(3):97-105.
49. **MORROW, P.A.; LAMARCHE, V.C.** 1978. Tree-ring evidence for chronic insect suppression of productivity in sub-alpine *Eucalyptus*. Science 201 (4362):1244-1246.
50. **MOURAO, B.M.A.; ARRUDA VEIGA, R.A. de; FERREIRA, M.** 1977. Variação da densidade básica nas seccoos transversais do caule da base do tronco para a copa do eucalipto. Piracicaba. IPEF 15:73-82.
51. **MUCHA, S.B.** 1979. Estimation of trees ages from growth rings of Eucalyptus of northern Australia. Austr. For. 42(1):13-16.
52. **NOTARO, J.; PALOZZI, S.** 1983. Determinación del crecimiento medio anual de *Eucalyptus grandis* (Hill ) Maiden en función de variables del suelo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía. 231 p.
53. **PENFOLD, A.R.; WILLIS, J.L.** 1961. The *Eucalyptus*. London, Leonard Hill Limited. Interscience Publishers, Inc. New York. 551 p.
54. **PRYOR, L.D.; JOHNSTON, L.A.S.** 1971. A classification of the eucalypts. In: **BURGESS, I.** 1981. The natural occurrence of *Eucalyptus grandis*, its distribution patterns in natural forests, its characteristics and conservation. Canberra, Australia. CSIRO Division of Forest Research. 12p.
55. **READSHAW, J.L.; MAZANEC, Z.** 1969. Use of growth rings to determine past phasmatid defoliations of alpine Ash forest. Austr. For. 33(1):29-36.

56. **RODRIGUEZ YAÑEZ, A.** 1980. Evaluación de crecimiento de *Eucalyptus grandis* de la unidad Rincón de Zamora. Departamento Forestal de UTE, Montevideo, Uruguay.
57. **RUBIO, S.; VIEIRA, S.** 1989. Inventario para manejo en plantaciones energéticas de RAUSA (Depto de Maldonado). Tesis Ing. Agr. , Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía. 78 p.
58. **SORIA MOZZONE, L.A.** 1979. Aptitud de *Eucalyptus grandis* como materia prima para la obtención de pasta celulósica. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía. 69 p.
59. **SORRENTINO, A.** 1990. Rendimiento de especies forestales exóticas en el Uruguay. Montevideo, Uruguay. Bol. Invest Fac. de Agronomía 27. 36 p.
60. \_\_\_\_\_ 1991. Indices de sitio preliminares para las principales especies forestales cultivadas en el Uruguay. Montevideo, Uruguay. Bol. Invest. Fac. de Agronomía 33. 52 p.
61. **STUIVER, M.; LUCA REBELLO A. de; WHITE, J.C.; BROECKER, W.** 1981. Isotopic indicators of age/growth in tropical trees. In: Age and Growth Rate of Tropical Trees: New Directions for Research. Bormann F. and Berlin, G (Eds.). New Haven: Yale University. Bull 94: 75-82.
62. **STUDHALTER, R.A.** 1955. Tree growth. I. Some historical chapters in the study of diameter growth. Bot. Rev. 21(1-3): 1-72.
63. \_\_\_\_\_.; **GLOCK, W.S.; AGERTER, S.R.** 1963. Tree growth. Bot. Rev. 29(3): 245-365.
64. **SWAIN, T.; HILLIS, W.E.; LARSON, P.R.** 1981. Wood Chemistry.. In: Age and Growth Rate of Tropical Trees: New Directions for Research. Bormann F. and Berlin, G (Eds.). New Haven: Yale University. Bull 94: 55-74.
65. **TAYLOR, F. W.** 1973. Anatomical wood properties of South African grown *Eucalyptus grandis*. South African Forestry Journal. 84: 20-24.
66. **TOMAZELLO, M.F.** 1985. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatomica da madeira do *Eucalyptus gummifera*, *E. microcoris*, *E. pilularis*. Piracicaba, IPEF. 30: 45-54.

67. **TOMLINSON, P.B.; LONGMAN, K.A.** 1981. Growth Phenology of Tropical Trees in Relation to Cambial Activity. In: Age and Growth Rate of Tropical Trees: New Directions for Research. Bormann F. and Berlin, G (Eds.). New Haven: Yale University. Bull 94: 7-19.
68. **TSCHINKEL, H.M.** 1966. Annual growth rings in *Cordia alliodora*. Turrialba. Costa Rica. 16(1): 73-80.
69. **TUSET, R.; DURAN, F.** 1979. Manual de maderas comerciales. Equipos y procesos de utilización. Montevideo, Uruguay. Editorial Hemisferio Sur. 688 p.
70. **URUGUAY. MGAP. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. División Forestal.** 2000. Boletín Estadístico. Año 1. N°1. Montevideo. 52p.
71. **VAZQUEZ SILVEIRA, G.** 1977. Evaluación del crecimiento de *Pinus taeda* L. en el noroeste del país. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía. 60 p.
72. **ZIMMERMANN, M.H.** 1964. The formation of wood in forest trees. New York, Academic Press. 562 p.
73. \_\_\_\_\_.; **BROWN, C.L.** 1974. Trees structure and function. New York: Springer. 336 p.
74. **ZILIANI, G. F.** 1984. Diferencias anatómicas en muestras de madera de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden y *Eucalyptus saligna* Sm. In: 7ma Reunión técnica, Fac. de Agronomía, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay. pp 137-144.

# **ANEXOS**

## ANEXO I

### A. Análisis de suelos. MONTE III.

#### Unidad N° 31.

Se da en lomas y laderas altas convexas.

- 0 – 20 cm. Gris oscuro (10 YR3/1); arcillo limoso.
- 20 – 36 cm. Negro a gris muy oscuro (10 YR2.5/1); arcillo limoso.
- 36 – 60 cm. Gris muy oscuro (10 YR3/1) moteado con pardo grisáceo oscuro (10 YR4/2); arcillo limoso; algunos pequeños fragmentos rojos de material original.
- 60 – 73 cm. Gris oscuro (10 YR4/1) con pardo amarillento (10 YR5/4); arcillo limoso.
- 73 + cm. Lutita alterada de color gris oscuro con algún moteado amarillento.

Variaciones: La profundidad hasta la lutita gris puede ser hasta 90 –95 cm. El color de los horizontes de 0 a 40 cm puede ser negro.

### B. Análisis de suelos. MONTE IV.

#### Unidad N° 23.

Se da en laderas generalmente convexas y en lomas estrechas.

- 0 – 20 cm. Gris muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (10 YR3/1.5); franco arenoso fino; estructura granular fina débil.
- 20 – 40 cm. Gris muy oscuro (10 YR3/1); franco arenoso; estructura granular fina débil.
- 40 – 50 cm. Gris muy oscuro (10 YR3.5/1), moteado con pardo amarillento oscuro (10 YR4/4); franco arcillo arenoso pesado; estructura granular fina muy débil; películas orgánicas a lo largo de fracturas.

- 50 – 63 cm. Pardo grisáceo oscuro (10 YR4/2) moteado con pardo fuerte (7.5 YR5/5); franco arcillo arenoso; estructura de prismas pequeños moderados.
- 63 + cm. Pardo grisáceo oscuro a pardo grisáceo (10 YR4.5/2) moteado con pardo fuerte (7.5 YR5/5); franco arenoso; masivo.

Variaciones: El horizonte aluvial puede ser de color (10 YR3/1).

## Unidad N°2

Se da en laderas generalmente convexas y en lomas altas.

- 0 – 15 cm. Gris muy oscuro a pardo grisáceo muy oscuro (10 YR3/1.5); franco, estructura granular mediana a fina moderada; abundante óxido de hierro a lo largo de canales de raíces.
- 15 – 30 cm. Gris muy oscuro (10 YR3/1); franco pesado; estructura granular media a fina moderada.
- 30 – 45 cm. Gris oscuro (10 YR4/1) con moteado pardo amarillento (10 YR5/7); arcillo limoso; estructura de bloques pequeños moderados.
- 45 – 60 cm. Pardo grisáceo a pardo (10 YR5/2.5) con moteado pardo amarillento (10 YR5/7); arcillo limoso; estructura de bloques pequeños a moderados.
- 60 + cm. Pardo grisáceo (2.5 YR5/2) con moteado pardo fuerte (7.5 YR5/7); franco, masivo.

Variaciones: La parte superior del horizonte de acumulación de arcilla puede presentar un moteado débil. En los horizontes inferiores puede haber colores más amarillentos y moteados prominentes rojo y amarillo.

*Fuente:* Descripciones que corresponden a Carta de suelos, cedidas por Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. 1995.

ANEXO II

CUADRO N° 1. Datos de árboles apeados. MONTE I.

Clase Diamétrica (cm)	DAP (cm)	Altura (m)			N° de Muestra	Long. en el Arbol (m)	Observaciones
		H total	H com	H tocon			
<12.6	11.5	15.60	8.00	0.17	89 (1)	0.17	
	12.0				89 (2)	1.60	
					89 (3)	3.20	
					89 (4)	4.80	
					89 (5)	6.40	
					89 (6)	8.00	
15 (12.6-17.5)	14.0	17.50	10.60	0.22	82	0.22	
	16.0				83	2.10	
					84	4.20	
					85	6.40	
					86	8.60	
					87	10.60	
20 (17.6-22.5)	22.0	19.70	14.60	0.20	76	0.20	
	22.0				77	2.90	
					78	5.80	
					79	8.70	
					80	11.60	
					81	14.60	
25 (22.6-27.5)	23.5	19.70	15.00	0.24	56	0.24	
	26.0				57	3.00	
					58	6.00	
					59	9.00	
					60	12.00	
					66	15.00	
>27.5	28.0	17.50	13.50	0.27	67	0.27	Arbol de borde
	29.0				68	2.70	
					69	5.40	
					70	8.10	
					71	10.80	
					75	13.50	

CUADRO N° 2. Datos de árboles apeados. MONTE II.

Clase Diamétrica (cm)	DAP (cm)	Altura (m)			N° de Muestra	Long. en el Arbol (m)	Observaciones
		H total	H com	H tocon			
<17.6	17.0	20.20	14.70	0.12	50	0.12	
	17.0				51	3.00	
					52	6.00	
					53	9.00	
					54	12.00	
				55	14.70		
20 (17.6-22.5)	21.0	23.40	18.60	0.15	38	0.15	
	21.0				39	3.70	
					40	4.40	
					41	11.10	
					42	14.80	
				43	18.60		
25 (22.6-27.5)	24.0	24.60	20.00	0.24	26	0.24	
	25.0				27	4.00	
					28	8.00	
					29	12.00	
					30	16.00	
				31	20.00		
25 (22.6-27.5)	23.0	24.60	19.60	0.22	44	0.22	
	23.0				45	4.00	
					46	8.00	
					47	12.00	
					48	16.00	
				49	19.60		
>27.5	27.8	23.90	20.00	0.17	32	0.17	
	29.0				33	4.00	
					34	8.00	
					35	12.00	
					36	16.00	
				37	20.00		

CUADRO N° 3. Datos de árboles apeados. MONTE III.

Clase Diamétrica (cm)	DAP (cm)	Altura (m)			N° de Muestra	Long. en el Arbol (m)	Observaciones
		H total	H com	H tocon			
<12.6	11.5	14.84	9.00	0.15	1	0.15	
	12.5				2	1.87	
					3	3.58	
					4	5.34	
					5	7.30	
15 (12.6-17.5)	16.4	18.20	14.00	0.15	6	0.15	
	16.8				7	2.90	
					8	5.65	
					9	8.41	
					10	11.10	
20 (17.6-22.5)	21.8	19.90	15.00	0.15	11	0.15	
	22.1				12	2.93	
					13	6.06	
					14	8.99	
					15	11.89	
25 (22.6-27.5)	23.0	20.00	15.00	0.15	16	0.15	
	25.5				17	3.00	
					18	6.00	
					19	8.95	
					20	11.93	
>27.5	27.6	20.10	15.00	0.21	21	0.21	
	28.2				22	3.00	
					23	6.00	
					24	9.00	
					25	12.00	

CUADRO N° 4. Datos de árboles apeados. MONTE IV.

Clase Diamétrica (cm)	DAP (cm)	Altura (m)			N° de Muestra	Long. en el Arbol (m)	Observaciones
		H total	H com	H tocon			
25	23.0	22.40	16.70	0.17	119	0.17	Madera muy pesada
(22.6-27.5)	23.6				118	3.40	posible sangre de
					117	6.80	otra especie
					116	10.20	
					115	13.60	
					114	16.70	
25	25.0	26.40	22.40	0.18	107	0.18	
(22.6-27.5)	26.2				106	4.50	
					105	9.00	
					104	13.50	
					103	18.00	
					102	22.40	
25	26.5	26.90	22.40	0.24	101	0.24	
(22.6-27.5)	26.5				100	4.50	
					99	9.00	
					98	13.50	
					97	18.00	
					96	22.40	
30	29.2	24.30	20.90	0.23	94	0.23	
(27.6-32.5)	30.0				93	4.00	
					92	8.00	
					91	12.00	
					90	16.00	
					95	20.90	
>32.6	32.6	27.70	24.00	0.24	113	0.24	
	33.4				112	4.90	
					111	9.80	
					110	14.70	
					109	19.60	
					108	24.00	

### ANEXO III

**CUADRO N° 5. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE I. ARBOL 1.**

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.17		1.60		3.20		4.80		6.40		8.00	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	6.00	5.10	4.30	3.80	4.20	4.10	3.80	4.00	3.30	3.30	3.00	3.40
82-83	2	5.40	4.70	3.50	3.20	3.60	3.80	3.50	3.60	2.80	2.80	2.40	2.70
81-82	3	4.90	4.50	2.00	2.30	3.10	3.50	2.70	3.20	2.50	2.20	1.60	1.70
80-81	4	4.30	3.90	1.00	1.10	2.40	3.00	1.80	2.60	2.10	1.70	0.90	0.80
79-80	5	3.30	3.20			1.50	2.40	1.00	1.60	1.60	1.10		
78-79	6	1.80	1.60				1.40	0.50	1.00	1.00			
77-78	7	0.90	1.10										
<b>RADIO</b>	c/c	7.00	6.00	5.40	4.80	4.80	4.50	4.10	4.20	3.60	3.70	3.40	3.90
<b>RADIO</b>	c/c	6.50	5.50	5.20	4.60	4.40	4.20	3.90	4.10	3.50	3.50	3.30	3.70

**CUADRO N° 6. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE I. ARBOL 2.**

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.22		2.10		4.20		6.40		8.60		10.60	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	5.80	7.30	6.00	6.00	4.70	5.00	5.20	4.50	4.30	3.70	3.10	2.90
82-83	2	5.50	6.90	4.90	4.80	4.10	4.10	4.40	4.10	3.60	3.10	2.30	2.20
81-82	3	5.10	6.30	3.20	3.20	3.00	3.10	3.70	3.30	2.30	2.20	1.20	1.50
80-81	4	4.50	5.30	1.50	1.40	1.80	2.00	2.60	2.50	1.40	1.20	0.40	0.50
79-80	5	3.40	4.10	0.70	0.50	0.90	0.90	1.70	1.70	0.50	0.50		
78-79	6	2.80	2.70					0.70	0.80				
77-78	7	0.80	0.60										
<b>RADIO</b>	c/c	7.10	8.60	6.90	6.80	5.50	6.20	5.70	4.90	4.80	4.00	3.80	3.50
<b>RADIO</b>	c/c	6.10	7.80	6.60	6.50	5.20	5.90	5.40	4.70	4.50	3.80	3.60	3.40

CUADRO N° 7. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE I. ARBOL 3.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.20		2.90		5.80		8.70		11.60		14.60	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	11.80	10.20	9.10	9.50	8.70	7.80	6.30	6.90	5.70	5.10		
82-83	2	9.80	9.40	7.10	8.00	7.40	6.40	5.80	6.20	5.20	4.80		
81-82	3	8.70	7.60	6.40	6.70	6.10	5.10	5.00	5.30	4.20	3.90		
80-81	4	6.80	6.50	5.60	5.80	5.00	4.30	4.10	4.10	3.50	3.20		
79-80	5	5.00	5.40	4.20	4.40	3.30	2.60	3.00	3.00	2.80	2.50		
78-79	6	2.10	2.50	3.20	3.50	2.30	1.90	2.40	2.40	2.10	1.90		
77-78	7	1.10	1.10	1.80	1.80	1.00	1.10	1.20	1.20	1.00	0.90		
	8			0.90	0.80								
RADIO	c/c	13.70	12.30	10.10	10.70	9.80	8.60	7.00	7.70	6.40	6.00		
RADIO	c/c	12.50	11.30	9.60	9.90	9.30	8.10	6.40	7.20	6.00	5.50		

CUADRO N° 8. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE I. ARBOL 4.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.24		3.00		6.00		9.00		12.00		15.00	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	13.60	11.50	9.70	10.60	9.20	9.10	7.30	7.30	5.90	5.30	2.70	3.30
82-83	2	11.70	10.80	9.00	9.80	8.50	8.10	6.20	6.50	5.60	4.90	2.40	2.80
81-82	3	10.50	9.90	8.20	8.80	7.30	7.20	5.10	5.50	4.90	4.40	2.00	2.10
80-81	4	9.40	9.00	7.20	7.80	6.30	6.10	3.80	4.30	4.00	3.90	1.20	1.30
79-80	5	8.20	7.60	5.90	6.10	4.50	4.40	3.00	3.40	3.40	3.20	0.90	0.50
78-79	6	6.80	6.10	5.00	5.00	3.40	3.30	1.80	1.30	2.70	2.70		
77-78	7	4.70	4.40	3.60	2.90	1.90	1.80			2.30	2.20		
	8	3.00	3.00	1.90	1.50	1.10	1.00			1.90	1.60		
	9	1.80	1.30							1.20	1.10		
RADIO	c/c	15.30	12.60	10.80	11.80	10.20	10.00	8.20	8.20	6.70	5.70	3.20	4.00
RADIO	c/c	14.40	11.90	10.40	11.50	9.80	9.70	7.90	7.30	6.20	5.40	2.90	3.80

**CUADRO N° 9. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE I. ARBOL 5.**

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.27		2.70		5.40		8.10		10.80		13.05	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	10.70	16.00	10.50	11.20	8.70	9.20	7.80	8.00	5.60	5.30	2.40	2.80
82-83	2	9.70	14.30	9.00	9.50	7.40	7.50	6.60	6.80	4.50	4.10	1.40	2.00
81-82	3	8.70	12.60	7.50	8.40	6.40	6.30	5.00	5.20	2.90	2.60	0.70	0.70
80-81	4	7.80	11.00	6.00	7.20	5.40	5.20	4.00	3.90	1.50	1.50		
79-80	5	6.80	9.70	4.70	5.20	4.50	4.20	2.70	2.70	0.50	0.60		
78-79	6	5.40	8.30	2.60	3.10	3.10	3.00	1.70	2.00				
77-78	7	3.80	6.30	1.70	2.00	0.80	0.90	0.60	0.60				
	8	2.80	4.60	0.70	0.90								
	9	1.50	3.40										
	10		1.00										

<b>RADIO</b>	c/c	12.50	18.50	12.00	12.90	10.40	11.40	8.40	8.70	6.50	5.80	3.20	3.80
<b>RADIO</b>	c/c	11.50	17.00	11.50	12.50	10.00	10.80	8.00	8.30	6.00	5.50	3.00	3.50

CUADRO N° 10. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE II. ARBOL 1.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.12		3.00		6.00		9.00		12.00		15.00	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	6.10	7.40	7.70	6.70	5.90	5.10	4.80	4.80	4.40	4.40	2.90	3.00
82-83	2	5.80	7.10	7.20	6.10	5.70	4.60	3.90	4.10	3.80	3.80	2.20	2.40
81-82	3	5.40	6.80	6.70	5.40	5.10	4.00	2.80	2.90	3.00	3.00	1.40	1.60
80-81	4	4.90	6.40	5.90	4.90	4.50	3.30	2.00	2.30	2.40	2.50	0.70	0.80
79-80	5	4.20	5.80	5.40	4.50	4.00	2.70	1.20	1.50	1.70	1.80		
78-79	6	3.20	4.80	5.00	3.60	2.70	2.10	0.50	0.60	1.00	1.20		
77-78	7	2.20	3.50	4.00	3.10	2.00	1.70						
76-77	8	0.80	2.50	3.60	2.30	0.90	1.00						
75-76	9		0.90	2.60	1.70								
	10			2.00	1.10								
	11			1.20									
RADIO	c/c	7.50	8.90	8.40	7.20	6.80	5.70	5.70	5.60	5.20	5.00	3.80	3.80
RADIO	c/c	6.50	8.00	8.20	7.00	6.50	5.50	5.40	5.40	4.90	4.80	3.60	3.60

CUADRO N° 11. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE II. ARBOL 2.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.15		3.70		7.40		11.10		14.80		18.60	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	9.20	10.40	8.30	8.70	7.60	7.90	5.90	6.70	4.60	5.10	2.60	2.70
82-83	2	8.80	9.60	7.90	8.50	6.40	7.50	5.30	6.20	4.10	4.40	2.00	2.20
81-82	3	8.20	8.80	7.50	8.20	5.80	6.90	4.80	5.50	3.40	3.60	1.90	1.60
80-81	4	7.60	8.10	7.00	7.80	4.70	6.40	4.30	4.70	2.60	2.90	0.80	6.00
79-80	5	6.90	7.50	6.10	7.30	3.90	5.50	3.70	3.70	1.80	2.20		
78-79	6	6.10	6.70	5.60	6.60	3.10	4.60	3.10	2.90	1.20	1.40		
77-78	7	5.50	5.90	4.50	6.10	1.90	3.50	2.10	2.20	0.60	0.50		
76-77	8	4.80	4.90	4.10	4.90	1.20	2.40	1.10	1.20				
75-76	9	3.60	3.00	3.60	4.50		1.40						
	10	2.70	2.30	1.60	3.90								
	11				1.60								
RADIO	c/c	10.50	12.00	8.90	9.50	4.70	8.40	6.70	7.40	5.20	5.80	3.20	3.20
RADIO	c/c	9.60	11.10	8.60	9.00	7.40	8.20	6.50	7.00	4.90	5.50	3.00	3.00

CUADRO N° 12. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE II. ARBOL 3.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.24		4.00		8.00		12.00		16.00		20.00	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	10.40	10.20	8.10	9.30	7.20	8.70	5.70	7.30	4.70	4.60	2.80	2.60
82-83	2	9.40	9.20	7.50	8.30	6.80	8.30	5.00	6.60	3.80	3.60	1.80	1.40
81-82	3	8.40	8.10	6.60	7.40	6.10	7.30	4.50	5.60	3.00	2.90	1.20	1.00
80-81	4	7.80	7.30	5.00	6.20	5.30	6.40	3.90	4.50	2.10	1.80	0.40	0.30
79-80	5	6.80	6.60	4.30	5.50	4.70	5.20	3.10	3.50	0.80	0.70		
78-79	6	5.80	5.70	3.60	3.80	4.10	4.30	2.50	2.80				
77-78	7	4.70	4.80	2.40	2.50	3.20	3.70	1.90	2.20				
76-77	8	3.70	3.90			2.20	2.70	0.80	0.80				
75-76	9	2.70	2.50			1.70	1.70						
	10	2.00	1.80			1.70	1.70						
	11	1.00	1.00										

RADIO	c/c	11.90	12.00	9.30	10.50	7.90	9.50	6.50	8.40	5.80	5.60	4.00	3.10
RADIO	c/c	10.90	11.00	9.00	10.10	7.60	9.20	6.30	8.20	5.60	5.40	3.80	3.00

CUADRO N° 13. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE II. ARBOL 4.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.22		4.00		8.00		12.00		16.00		19.60	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	11.10	11.60	9.20	9.70	7.80	8.50	7.00	6.30	4.30	3.70	2.60	2.40
82-83	2	10.60	11.20	8.70	9.30	7.20	8.00	6.60	5.80	3.10	2.30	2.10	1.90
81-82	3	9.70	10.20	8.10	8.60	6.40	7.40	6.10	5.10	1.80	1.20	1.10	1.00
80-81	4	8.70	9.20	7.40	8.00	5.70	6.60	5.30	4.10	1.00	0.40	0.40	0.50
79-80	5	7.50	8.10	6.40	6.80	5.00	5.80	4.00	3.00				
78-79	6	5.60	7.20	5.90	6.00	4.20	5.40	3.20	2.10				
77-78	7	4.40	6.20	4.80	4.90	2.80	4.70	2.10	1.40				
76-77	8	3.10	4.30	3.70	3.80	1.70	3.20	1.20	0.70				
75-76	9	2.00	2.80	2.80	3.10	1.00	2.30	0.70					
	10	1.10	2.00	1.00	1.40		1.10						
	11		1.00										

	c/c	12.90	13.30	9.70	10.50	8.30	9.40	7.50	7.30	6.10	5.30	3.40	3.30
RADIO	c/c	11.70	12.30	9.40	10.20	8.00	9.00	7.20	7.00	5.80	5.10	3.20	3.00

CUADRO N° 14. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE II. ARBOL 5.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.17		4.00		8.00		12.00		16.00		20.00	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	13.40	14.10	11.10	12.30	9.70	10.70	7.90	7.70	5.50	5.60	3.30	3.00
82-83	2	12.50	13.20	10.60	11.80	9.10	9.80	7.00	7.00	4.60	4.80	2.80	2.60
81-82	3	11.80	11.70	9.70	10.20	8.30	8.80	6.00	6.00	3.90	3.80	2.20	1.90
80-81	4	10.90	10.70	8.60	9.70	7.50	7.50	4.20	4.90	2.80	3.00	1.30	1.40
79-80	5	9.70	9.70	7.50	8.60	6.50	6.60	3.20	4.00	2.00	1.70	0.80	0.70
78-79	6	8.60	8.60	6.40	7.40	5.30	5.80	2.90	3.20	1.20	1.00	0.50	0.40
77-78	7	7.50	7.50	5.00	5.90	4.90	5.00	1.90	2.10	0.40	0.50		
76-77	8	6.40	6.30	4.10	4.30	3.50	3.50	0.90	1.30				
75-76	9	5.20	5.00	3.00	3.40	2.40	2.10	0.40	0.50				
	10	3.50	3.50	1.40	1.60	1.50	1.70						
	11	2.00	1.00	0.60	0.70	0.80	1.00						
	12	0.70	0.60										
	c/c	15.20	16.10	12.40	13.50	10.90	11.60	8.70	8.60	6.70	6.80	4.00	3.70
RADIO	c/c	13.80	15.20	11.80	12.90	10.30	11.20	8.40	8.30	6.10	6.30	3.70	3.30

CUADRO N° 15. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE III. ARBOL 1.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		1.87		3.58		5.34		7.13					
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	6.00	5.10	4.70	4.60	4.30	3.70	3.80	3.70				
82-83	2	5.50	4.60	4.10	3.90	3.50	3.10	2.70	3.20				
81-82	3	4.70	3.90	3.50	3.30	2.90	2.40	2.20	2.90				
80-81	4	3.70	2.90	2.40	2.30	1.70	1.60	1.00	1.10				
79-80	5	2.90	2.20	1.70	1.70	1.00	1.00	0.50	0.60				
78-79	6	1.20	1.00	0.80	0.70	0.60	0.50						
77-78	7	0.70	0.60	0.40	0.40								

RADIO	c/c	6.70	5.90	5.40	5.20	4.70	4.50	4.20	4.20				
RADIO	c/c	6.40	5.40	5.10	4.80	4.50	4.30	3.90	1.00				

Nota: Falta muestra basal.

CUADRO N° 16. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE III. ARBOL 2.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.15		2.90		5.65		8.41		11.10			
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	7.90	8.30	6.90	7.10	6.30	6.60	5.70	5.80	3.60	3.80		
82-83	2	7.50	8.00	6.10	6.40	5.90	6.10	5.00	5.00	3.10	3.20		
81-82	3	6.90	7.50	5.20	5.80	5.10	5.40	4.20	4.10	2.40	2.30		
80-81	4	6.30	6.80	4.70	5.00	4.60	4.60	3.60	3.60	1.80	1.70		
79-80	5	5.60	6.00	4.00	4.30	3.60	3.50	3.10	3.10	1.30	1.20		
78-79	6	4.60	4.10	2.50	2.70	2.50	2.40	1.80	1.90	0.30	0.30		
77-78	7	3.70	3.60	1.80	1.80	1.70	1.50	1.20	1.20				
76-77	8	3.20	2.90	0.90	0.90	1.20	1.00	0.60	0.70				
75-76	9	2.60	2.40			5.00	0.50						
74-75	10	1.90	1.80										
73-75	11	1.40	1.40										
72-73	12	0.70	0.70										

RADIO	c/c	9.30	8.90	7.60	8.10	6.80	7.30	6.20	6.10	4.10	4.40		
RADIO	c/c	8.20	8.60	7.30	7.90	6.50	6.70	5.90	5.90	3.80	4.20		

CUADRO N° 17. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE III. ARBOL 3.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.15		2.93		6.06		8.99		11.89			
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	10.50	9.10	8.80	9.20	7.70	7.50	6.10	6.50				
82-83	2	9.90	8.30	8.30	8.80	7.00	6.70	5.30	5.70				
81-82	3	9.40	7.70	8.10	8.30	6.40	6.00	4.50	4.70				
80-81	4	8.90	6.40	7.60	7.80	5.70	5.20	2.50	3.00				
79-80	5	7.60	5.40	6.50	6.20	4.80	4.60	2.00	2.10				
78-79	6	6.70	4.30	5.00	5.00	3.50	3.40	1.20	1.30				
77-78	7	5.90	3.10	3.50	3.40	2.00	1.90	0.70	0.70				
76-77	8	4.80	2.40	3.00	2.90	1.40	1.50						
75-76	9	3.50	1.50	2.30	2.10	0.70	0.80						
74-75	10	2.50	0.80										
73-75	11	1.60											
72-73	12	0.80											

RADIO	c/c	12.60	11.50	9.90	10.20	8.90	8.40	7.20	7.50				
RADIO	c/c	10.90	9.80	9.20	9.70	8.50	7.90	6.80	7.10				

CUADRO N° 18. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE III. ARBOL 4.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.15		3.00		6.00		8.95		11.93			
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	9.10	12.10	8.60	8.80	7.50	7.60	5.80	6.40	3.80	5.30		
82-83	2	8.60	11.50	7.00	7.00	5.90	6.30	4.80	5.10	3.30	4.10		
81-82	3	8.20	10.90	6.30	6.20	5.10	5.60	3.90	3.30	2.50	3.10		
80-81	4	7.10	9.70	5.60	5.40	4.50	5.00	2.70	2.50	0.50	0.80		
79-80	5	6.60	8.30	4.50	4.00	3.90	4.20	1.80	1.60				
78-79	6	5.80	7.00	3.30	3.60	3.30	3.60	0.90	0.90				
77-78	7	5.10	6.10	2.50	3.00	3.00	3.10						
76-77	8	3.50	3.60	1.00	1.10	2.50	2.78						
75-76	9	1.60	1.70			2.20	2.30						
74-75	10	0.70	0.70			1.70	1.80						
73-74	11	0.30	0.30			1.10	1.10						
72-73	12												

RADIO	c/c	12.10	16.00	10.00	10.00	9.20	9.10	7.70	8.20	5.00	6.40		
RADIO	c/c	9.70	12.60	9.40	9.40	8.70	8.60	7.10	7.70	4.70	6.00		

CUADRO N° 19. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE III. ARBOL 5.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.21		3.21		6.21		9.26		12.21			
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	12.70	14.80	11.10	11.40	9.10	9.50	7.40	6.80	5.90	4.80		
82-83	2	12.30	13.70	10.30	10.50	8.20	8.50	6.40	6.20	4.80	3.90		
81-82	3	11.70	12.90	9.90	9.70	7.20	7.50	5.60	5.30	3.90	3.10		
80-81	4	10.80	11.80	8.60	8.60	6.30	6.50	4.50	4.30	3.00	2.40		
79-80	5	9.80	10.40	7.20	7.30	4.80	4.90	3.00	3.20	1.70	1.20		
78-79	6	8.60	9.60	6.00	6.10	3.80	4.00	2.10	2.10	0.40	0.40		
77-78	7	6.70	7.00	4.50	4.90	2.30	2.40	0.60	0.60				
76-77	8	4.80	5.30	4.00	4.30	1.00	1.20						
75-76	9	3.30	3.20	3.40	3.70	0.40	0.30						
74-75	10	2.20	2.00	2.90	3.00								
73-74	11	1.70	1.50	1.70	1.70								
72-73	12	0.80	0.70	1.00	1.00								
	13	0.30	0.20										

RADIO	c/c	12.10	16.00	10.00	10.00	9.20	9.10	7.70	8.20	5.00	6.40		
RADIO	c/c	9.70	12.60	9.40	9.40	8.70	8.60	7.10	7.70	4.70	6.00		

CUADRO N° 20. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE IV. ARBOL 1.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.17		3.40		6.80		13.60		16.70		20.00	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	10.00	10.00	6.80	8.80	7.50	7.10	6.50	6.20	4.40	5.20	3.10	2.50
82-83	2	10.10	9.40	6.20	8.20	7.30	6.80	5.90	5.70	4.00	4.50	2.70	2.10
81-82	3	9.90	9.10	5.60	7.80	7.10	6.60	5.30	5.00	3.40	3.90	2.40	1.70
80-81	4	9.60	8.80	5.30	7.00	6.90	6.30	4.50	4.40	2.90	3.20	1.70	1.30
79-80	5	9.20	8.30	4.90	6.30	6.60	6.00	3.80	3.70	2.30	2.40	0.80	0.80
78-79	6	8.70	7.80	4.20	5.50	6.40	5.80	3.00	2.90	1.00	1.50	0.30	0.30
77-78	7	7.90	7.10	3.60	4.90	5.80	5.50	2.30	2.10	0.60	0.70		
76-77	8	7.30	6.40	3.10	4.40	5.30	5.20	1.60	1.60				
75-76	9	6.40	5.90	2.20	2.80	5.00	4.80	0.80	1.00				
74-75	10	5.90	5.30	1.30	1.70	4.40	4.20						
73-74	11	5.00	4.80	0.70	1.00	3.90	3.60						
72-73	12	4.20	3.80	0.30	0.40	2.90	2.60						
71-72	13	3.00	2.80			2.20	2.00						
70-71	14	1.50	1.50			1.20	1.10						
	15					0.70	0.70						

RADIO	c/c	12.30	11.50	7.50	9.70	7.90	7.60	7.00	7.10	5.40	6.20	3.80	3.10
RADIO	c/c	11.00	10.50	7.10	9.30	7.60	7.30	6.70	6.80	5.00	5.90	3.50	2.80

CUADRO N° 21. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE IV. ARBOL 2.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.18		4.50		9.00		13.50		18.00		22.40	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	11.50	11.90	9.80	11.40	9.50	8.90	7.40	7.90	5.10	5.20	3.80	2.40
82-83	2	11.20	11.50	9.30	11.00	9.00	8.40	7.00	7.40	4.40	4.80	3.10	2.10
81-82	3	10.90	11.00	8.90	10.60	8.20	7.90	6.40	6.80	3.60	4.00	2.60	1.70
80-81	4	10.60	10.50	8.60	10.00	7.50	7.00	5.80	6.00	2.50	3.10	1.70	1.20
79-80	5	10.20	9.90	8.00	9.30	6.50	6.10	5.20	5.40	1.90	2.00	1.00	0.60
78-79	6	9.60	9.40	7.50	8.40	5.50	5.00	4.40	4.40	1.10	0.90		
77-78	7	8.60	8.30	6.50	7.60	4.70	4.10	3.50	3.50	0.50	0.50		
76-77	8	8.00	7.70	5.80	6.50	4.00	3.30	2.60	2.50				
75-76	9	7.40	7.00	5.20	5.70	2.50	2.30	1.80	1.60				
74-75	10	6.50	6.10	4.00	4.60	1.70	1.70	0.60	0.70				
73-74	11	5.20	5.10	3.10	3.00	1.00	1.00						
72-73	12	4.20	3.90	2.20	2.10								
71-72	13	2.80	2.70										
70-71	14	2.20	2.10										
	15	1.50	1.40										
	16	0.70	0.70										

RADIO	c/c	13.00	13.00	10.50	12.00	10.50	9.50	8.40	8.90	6.00	6.20	4.70	2.80
RADIO	c/c	11.90	12.40	10.30	11.80	10.20	9.30	7.90	8.60	5.80	5.90	4.40	2.50

CUADRO N° 22. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE IV. ARBOL 3.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.24		4.50		9.00		13.50		18.00		22.40	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	12.70	11.80	11.40	10.40	8.60	9.90	8.30	6.30	6.40	5.60	2.90	3.20
82-83	2	12.00	11.30	11.10	10.00	8.30	9.50	7.90	5.90	5.70	4.90	2.40	2.60
81-82	3	11.40	10.90	10.70	9.50	7.90	9.00	7.40	5.50	4.90	4.30	1.60	1.50
80-81	4	10.80	10.40	10.10	8.90	7.40	8.60	6.70	4.90	4.00	3.60	1.10	0.90
79-80	5	10.20	9.80	9.50	8.40	6.80	7.90	5.70	4.40	2.80	2.60		
78-79	6	9.60	8.80	8.80	7.70	6.30	7.10	4.90	3.90	1.80	1.20		
77-78	7	8.70	7.80	8.40	7.20	5.80	6.50	4.10	3.20				
76-77	8	8.20	6.80	8.00	7.00	5.40	6.20	3.70	2.90				
75-76	9	7.20	6.10	7.50	6.00	4.90	5.50	3.00	2.10				
74-75	10	6.30	4.90	6.20	5.20	3.60	4.20	1.30	1.00				
73-74	11	4.90	3.60	5.30	4.30	2.80	3.20						
72-73	12	3.50	3.00	4.10	3.60	1.80	2.00						
71-72	13	2.60	2.40	3.40	3.00	1.10	1.30						
70-71	14	1.30	1.00	2.80	2.20								
	15			1.30	1.00								

RADIO	c/c	14.90	14.70	12.50	11.50	9.70	10.80	9.40	7.10	7.20	6.30	3.70	3.70
RADIO	c/c	13.60	13.20	11.80	10.90	9.20	10.40	8.30	6.80	6.80	6.00	3.30	3.50

CUADRO N° 23. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE IV. ARBOL 4.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.23		4.00		8.00		12.00		16.00		20.90	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	13.40	14.20	11.00	12.60	9.00	11.30	8.80	8.30	6.90	5.80	2.60	2.50
82-83	2	12.70	13.60	10.70	12.20	8.50	10.90	8.30	7.60	5.90	5.10	1.90	1.80
81-82	3	11.80	12.70	10.90	11.70	8.00	10.50	7.60	7.00	5.00	4.30	1.10	1.20
80-81	4	11.00	12.00	9.90	11.10	7.50	9.90	7.00	6.40	4.30	3.80	0.30	0.30
79-80	5	10.00	11.20	9.50	10.60	7.00	9.30	6.20	5.70	3.80	3.20		
78-79	6	8.70	10.20	9.00	9.70	6.40	8.50	5.50	4.90	3.20	2.80		
77-78	7	7.60	8.90	7.80	9.00	5.60	7.90	4.60	4.00	2.80	2.20		
76-77	8	6.90	7.50	7.10	7.00	3.10	6.10	2.20	1.70	1.60	1.00		
75-76	9	5.90	6.80	6.50	7.10	3.10	6.10	2.20	1.70	1.60	1.00		
74-75	10	5.00	5.50	5.80	6.30	2.50	4.40	1.20	1.00	0.90			
73-74	11	4.20	4.00	4.90	5.10	1.70	3.50						
72-73	12	3.10	2.70	3.90	3.50	0.90	3.00						
71-72	13	2.10	1.90	2.70	2.80		1.60						
70-71	14	1.30	1.20	1.30	1.10		1.00						
	15	0.50	0.50										

RADIO	c/c	16.00	17.00	11.80	13.50	9.90	12.00	9.70	9.00	7.70	6.40	3.70	3.60
RADIO	c/c	14.00	14.70	11.40	13.10	9.60	11.70	9.20	8.50	7.40	6.00	3.50	3.40

CUADRO N° 24. Mediciones radiales en muestras sin pulir. MONTE IV. ARBOL 5.

AÑO	ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
		0.24		4.50		9.50		14.70		19.60		24.00	
		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)		Radio (cm)	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
83-84	1	16.70	14.30	11.10	13.70	11.60	10.20	8.80	7.70	6.30	6.10	1.90	2.20
82-83	2	16.00	13.60	10.60	13.10	11.00	9.70	8.10	7.00	5.60	6.30	1.40	1.40
81-82	3	14.70	12.90	10.00	12.50	10.40	9.20	7.40	6.50	4.90	4.70	0.50	0.50
80-81	4	13.80	12.00	9.60	11.70	9.70	8.60	6.70	5.80	4.40	4.10		
79-80	5	13.00	10.90	8.90	10.90	8.80	8.10	5.80	4.90	2.90	3.10		
78-79	6	12.00	9.90	8.30	10.00	7.70	7.30	4.80	4.20	2.40	2.40		
77-78	7	11.40	9.00	7.70	9.20	7.00	6.50	3.60	3.30	1.60	1.80		
76-77	8	9.70	8.00	6.60	8.00	6.50	5.90	2.90	2.80				
75-76	9	8.40	7.30	5.50	6.70	5.70	5.00	2.00	2.00				
74-75	10	7.50	6.70	4.70	5.50	4.00	3.40	1.10	1.00				
73-74	11	6.70	5.60	3.60	4.20	2.71	2.20						
72-73	12	5.70	4.60	2.00	2.40	1.30	1.10						
71-72	13	4.30	3.60										
70-71	14	3.30	2.70										
	15	2.50	1.60										
	16	1.20	0.80										

RADIO	c/c	19.60	16.80	11.80	14.40	12.50	11.00	9.40	8.40	7.00	6.90	3.00	3.10
RADIO	c/c	17.40	15.50	11.40	14.00	12.20	10.60	9.20	8.20	6.70	6.60	2.80	2.90

ANEXO IV

CUADRO N° 25. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE I. ARBOL 1

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																				
	0.17			1.60			3.20			4.80			6.40			8.00					
	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)			
1	6.05	4.95	11.00	4.85	4.15	9.00	4.10	4.10	8.20	3.80	4.00	7.80	3.30	3.40	6.70	3.05	3.55	6.6			
2	5.45	4.60	10.05	4.25	3.80	8.05	3.60	3.55	7.15	3.20	3.45	6.70	2.75	2.85	5.60	2.45	2.85	5.3			
3	4.90	4.30	9.20	3.70	3.40	7.10	3.05	2.95	6.00	2.65	2.75	5.40	2.20	2.20	4.40	1.55	1.80	3.35			
4	4.30	3.85	8.15	3.10	3.00	6.10	2.60	2.35	4.95	2.10	2.20	4.30	1.35	1.45	2.80						
5	3.30	2.95	6.25	2.25	2.15	4.40	1.70	1.50	3.20	0.85	0.90	1.75									
6	1.85	1.70	3.55	1.10	1.00	2.10															
7	1.00	0.90	1.90																		
RAD C/C	6.60	5.65	12.25	5.25	4.50	9.75	4.45	4.45	8.90	4.10	4.25	8.35	3.65	3.65	7.30	3.40	3.90	7.3			
RAD S/C	6.20	5.15	11.35	5.00	4.25	9.25	4.30	4.30	8.60	3.95	4.10	8.05	3.50	3.50	7.00	3.30	3.80	7.1			
DURAMEN	SI (6)			SI (5)			SI (5)			NO			NO			NO			NO		
OBSERVACION	DIFICIL			DIFICIL			DIFICIL			DIFICIL			DIFICIL			DIFICIL			DIFICIL		

Nota: Arbol de madera muy liviana y coloración clara.

CUADRO N° 26. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE I. ARBOL 2.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
	0.22		2.10		4.20		6.40		8.60		10.80	
	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B
1	5.75	7.70	6.40	6.40	5.00	5.60	5.05	4.60	4.30	3.85	3.35	3.20
2	5.30	7.15	5.90	5.95	4.45	4.95	4.15	3.95	3.30	3.05	2.35	2.10
3	4.90	6.75	5.35	5.50	3.90	4.30	3.55	3.35	2.35	2.25	1.25	1.30
4	4.45	6.30	4.65	4.90	3.30	3.60	2.55	2.60	1.15	1.20		
5	3.80	5.55	3.95	4.05	2.65	2.90	1.75	1.80				
6	3.05	4.45	2.80	2.95	1.55	1.60	0.60	0.65				
7	2.00	2.25	1.25	1.35	0.55	0.55						
RAD C/C	6.90	8.50	6.75	6.85	5.40	6.00	5.50	4.85	4.70	4.15	3.75	3.60
RAD S/C	5.95	7.85	6.55	6.55	5.15	5.75	5.30	4.65	4.50	3.95	3.60	3.40
DURAMEN	SI (6)		SI (5)		SI (5)		SI (4)		NO		NO	
OBSERVACION	FACIL		FACIL		FACIL		FACIL		FACIL		FACIL	

CUADRO N° 27. Observaciones y mediciones radiates en muestras pulidas. MONTE I. ARBOL 3.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																	
	0.20			2.90			6.80			8.70			11.30			14.90		
	Radio (cm)	DIAM (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	DIAM (cm)
1	11.30	10.40	21.70	9.00	9.25	18.25	8.55	7.45	16.00	6.15	6.20	12.35	5.50	5.10	10.60			
2	9.10	9.15	18.25	7.10	7.80	14.90	7.30	6.35	13.65	5.20	5.50	10.70	4.00	3.65	7.65			
3	8.55	8.10	16.65	6.40	6.65	13.05	6.10	5.20	11.30	4.00	4.05	8.05	2.10	1.95	4.05			
4	7.60	7.45	15.05	5.60	5.85	11.45	5.00	4.35	9.35	2.95	2.95	5.90	1.00	1.00	2.00			
5	6.55	6.60	13.15	4.60	4.90	9.50	4.05	3.40	7.45	1.90	1.90	3.80						
6	4.60	4.85	9.45	3.25	3.40	6.65	1.85	1.65	3.50									
7	2.50	2.90	5.40	1.30	1.90	3.20												
RAD C/C	12.80	11.80	24.60	9.65	10.10	19.75	9.35	8.15	17.50	3.60	7.20	13.80	5.95	5.60	11.55			
RAD S/C	11.90	10.85	22.75	9.30	9.60	18.90	9.00	7.85	16.85	6.40	6.90	13.30	5.70	5.35	11.05			
DURAMEN	SI (5)			SI (4)			NO											
OBSERVACION	FACIL			FACIL			FACIL			FACIL			FACIL			FACIL		

Nota: Falta muestra apical (altura 14.60 m).

CUADRO N° 28. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE I. ARBOL 4.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																			
	0.24			3.00			6.00			9.00			12.00			15.00				
	Radio (cm)		DIAM (cm)	Radio (cm)		DIAM (cm)	Radio (cm)		DIAM (cm)	Radio (cm)		DIAM (cm)	Radio (cm)		DIAM (cm)	Radio (cm)		DIAM (cm)		
1	13.60	11.35	24.95	10.00	10.75	20.75	9.45	9.20	18.65	7.50	7.55	15.05	5.95	5.25	11.20	2.75	3.75	6.50		
2	11.80	9.90	21.70	9.05	9.50	18.55	8.45	8.25	16.70	6.40	6.60	13.00	4.45	4.15	8.60	1.70	2.20	3.00		
3	10.30	8.90	19.20	8.30	8.60	16.90	7.20	7.15	14.35	5.05	5.50	10.55	2.95	2.85	5.80	0.65	0.65	1.30		
4	9.35	8.35	17.70	7.40	7.65	15.05	6.10	6.15	12.25	3.80	4.25	8.05	1.85	1.60	3.45					
5	8.50	7.65	16.15	6.50	6.60	13.10	5.10	5.20	10.30	2.65	3.00	5.65	0.70	0.70	1.40					
6	7.10	6.30	13.40	5.15	4.95	10.10	3.50	3.40	6.90	1.25	1.90	3.15								
7	4.55	4.20	8.75	3.50	2.80	6.30	1.35	1.30	2.65											
RAD C/C	15.10	13.15	28.25	10.85	11.50	22.35	10.20	10.00	20.20	8.15	8.05	16.20	6.55	5.85	12.40	3.05	4.05	7.10		
RAD S/C	14.40	11.80	26.20	10.45	11.25	21.70	9.85	9.60	19.45	7.80	7.80	15.60	6.30	5.55	11.85	2.90	3.90	6.80		
DURAMEN	SI (5)		MUY FACIL			SI (4)			MUY FACIL			SI (3)			MUY FACIL			NO		
OBSERVACION																				

CUADRO N° 29. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE I. ARBOL 5.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
	0.27		2.70		5.40		8.10		10.80		13.50	
	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B
1	11.00	27.55	11.15	23.10	9.55	19.65	7.95	15.75	5.60	10.75	2.55	5.95
2	9.90	24.35	10.10	20.85	8.35	16.90	6.45	12.80	4.00	7.75	1.00	2.80
3	8.80	21.45	9.00	18.30	7.10	14.25	5.00	9.75	2.35	4.60		
4	7.70	18.80	7.85	15.95	6.20	11.95	3.75	7.20	1.25	2.45		
5	6.80	16.20	6.30	12.95	5.00	9.60	2.55	4.75				
6	5.50	12.40	4.60	9.60	2.95	5.80	0.70	1.35				
7	3.40	7.30	2.40	5.20	0.95	2.10						
RAD C/C	12.10	30.40	11.80	24.40	10.20	21.10	8.40	16.70	6.20	11.95	3.10	7.10
RAD S/C	11.35	28.45	11.50	23.80	9.90	20.55	8.15	16.25	6.00	11.50	2.90	6.75
DURAMEN	SI (5)		SI (5)		SI (5)		SI (5)		NO		NO	
OBSERVACION	FACIL		FACIL		FACIL		FACIL		FACIL		FACIL	

Nota: en muestra basal se trozaron radios perpendiculares debido a la presencia de importantes rajaduras.

CUADRO N° 30. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE II. ARBOL 1.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																							
	0.12				3.00				6.00				9.00				12.00				14.70			
	Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)	
1	6.60	7.80	14.40	14.40	7.85	6.90	14.75	14.75	6.45	5.35	11.80	11.80	5.35	5.20	10.55	10.55	4.60	4.50	9.10	9.10	3.45	3.45	6.90	6.90
2	6.45	7.60	14.05	14.05	7.65	6.75	14.40	14.40	6.25	5.20	11.45	11.45	5.15	4.95	10.10	10.10	4.30	4.25	8.55	8.55	2.95	3.25	6.20	6.20
3	6.25	7.30	13.55	13.55	7.25	6.60	13.85	13.85	5.85	4.95	10.80	10.80	4.90	4.60	9.50	9.50	3.70	3.75	7.45	7.45	2.20	2.60	4.80	4.80
4	5.95	7.05	13.00	13.00	6.70	6.15	12.85	12.85	5.30	4.45	9.75	9.75	4.30	4.00	8.30	8.30	2.85	2.90	5.75	5.75	1.35	1.55	2.90	2.90
5	5.55	6.70	12.25	12.25	6.15	5.65	11.80	11.80	4.70	3.85	8.55	8.55	4.25	3.40	7.65	7.65	1.80	1.95	3.75	3.75				
6	5.20	6.10	11.30	11.30	5.15	4.70	9.85	9.85	3.95	3.05	7.00	7.00	3.60	2.55	6.15	6.15	0.55	0.60	1.15	1.15				
7	4.45	5.00	9.45	9.45	3.85	3.55	7.40	7.40	2.80	2.05	4.85	4.85	1.20	1.30	2.50	2.50								
8	3.20	3.45	6.65	6.65	2.50	2.25	4.75	4.75	1.25	1.05	2.30	2.30												
9	1.00	0.95	1.95	1.95	0.60	0.65	1.25	1.25																
RAD C/C	7.80	9.00	16.80	16.80	8.20	7.15	15.35	15.35	6.80	5.55	12.35	12.35	5.70	5.45	11.15	11.15	4.90	4.70	9.60	9.60	3.70	3.65	7.35	7.35
RAD S/C	7.70	7.90	15.60	15.60	7.95	6.95	14.90	14.90	6.55	5.40	11.95	11.95	5.45	5.30	10.75	10.75	4.70	4.65	9.35	9.35	3.55	3.50	7.05	7.05
DURAMEN	SI (6)		FACIL		SI (5)		FACIL		NO		FACIL													
OBSERVACION																								

CUADRO N° 31. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE II. ARBOL 2.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																	
	0.15		3.70		7.40		11.10		14.90		18.60							
	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B						
1	9.25	10.70	19.95	8.30	8.70	17.00	7.15	7.80	14.95	5.90	6.80	12.70	4.80	5.05	9.85	2.85	3.00	5.85
2	9.10	10.30	19.40	7.85	8.25	16.10	6.65	7.35	14.00	5.45	6.15	11.60	4.20	4.40	8.60	2.05	2.05	4.10
3	8.70	9.60	18.30	7.45	7.80	15.25	6.15	6.80	12.95	4.95	5.35	10.30	3.40	3.50	6.90	0.95	0.80	1.75
4	8.30	9.00	17.30	6.95	7.20	14.15	6.50	6.20	11.80	4.35	4.55	8.90	2.60	2.65	5.25			
5	7.80	8.25	16.05	6.40	6.70	13.10	4.95	5.60	10.55	3.55	3.65	7.20	1.65	1.65	3.30			
6	6.50	6.55	13.05	5.65	6.05	11.70	4.20	4.80	9.00	2.50	2.70	5.20	0.50	0.40	0.90			
7	5.20	4.65	9.85	4.45	4.95	9.40	3.10	3.40	6.50	0.85	1.05	1.90						
8	3.50	3.15	6.65	3.00	3.35	6.35	1.30	1.45	2.75									
9	1.30	1.25	2.55	0.70	0.95	1.65												
RAD C/C	10.15	11.75	25.90	8.80	9.20	18.00	7.55	8.15	15.70	6.25	7.20	13.45	5.20	5.40	10.60	3.10	3.30	6.40
RAO S/C	9.40	10.90	20.30	8.50	8.90	17.40	7.25	7.95	15.20	6.05	7.00	13.05	5.00	5.20	10.20	2.95	3.15	6.10
DURAMEN	SI (6)		SI (5)		SI (4)		NO		FACIL									
OBSERVACION	DIFICIL		FACIL		FACIL		FACIL		FACIL									

Nota: anillos lobados en muestra basal.

CUADRO N° 32. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE II. ARBOL 3.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																							
	0.24		4.00		8.00		12.00		16.00		20.00													
	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B	Radio (cm) A	Radio (cm) B												
1	10.90	11.50	22.40	22.40	9.10	9.65	18.75	18.75	7.65	8.50	16.15	16.15	6.90	6.50	13.40	13.40	5.45	4.85	10.30	10.30	2.90	2.55	5.45	
2	10.25	10.75	21.00	21.00	8.60	9.10	17.70	17.70	7.00	7.90	14.90	14.90	5.95	5.80	11.75	11.75	4.20	3.00	7.20	7.20	1.60	1.35	2.95	
3	9.60	10.00	19.60	19.60	8.00	8.55	16.55	16.55	6.40	7.25	13.65	13.65	5.10	5.10	10.20	10.20	2.90	2.65	5.55	5.55	0.25	0.25	0.50	
4	8.90	9.45	18.35	18.35	7.30	7.85	15.15	15.15	5.65	6.50	12.15	12.15	4.00	4.10	8.10	8.10	1.75	1.70	3.45	3.45				
5	8.15	8.80	16.95	16.95	6.60	7.25	13.85	13.85	5.00	5.75	10.75	10.75	3.10	3.25	6.35	6.35	0.70	0.65	1.35	1.35				
6	7.35	8.00	15.35	15.35	5.70	5.95	11.65	11.65	4.05	4.60	8.65	8.65	1.85	2.10	3.95	3.95								
7	6.30	7.05	13.35	13.35	4.80	4.90	9.70	9.70	2.75	3.20	5.95	5.95	0.65	0.75	1.40	1.40								
8	3.75	3.10	6.85	6.85	3.10	3.15	6.25	6.25	1.35	1.45	2.80	2.80												
9	1.85	1.65	3.50	3.50	1.35	1.35	2.70	2.70																
RAD C/C	12.35	12.70	25.05	25.05	9.50	10.20	19.70	19.70	8.00	9.00	17.00	17.00	7.30	7.00	14.30	14.30	6.00	5.20	11.20	11.20	3.40	3.15	6.55	
RAD S/C	11.35	11.85	23.20	23.20	9.30	9.95	19.25	19.25	7.85	8.80	16.65	16.65	7.05	6.75	13.80	13.80	58.80	5.05	10.85	10.85	3.15	2.90	6.05	
DURAMEN	SI (6)		FACIL		SI (5)		FACIL		SI (5)		FACIL		SI (5)		FACIL		NO		FACIL		NO		FACIL	
OBSERVACION																								

Nota: Anillos lobos en muestra basal.

CUADRO N° 33. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE II. ARBOL 4.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																							
	0.22				4.00				8.00				12.00				16.00				19.00			
	Radio (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)		
1	10.20	9.95	20.15	8.55	9.85	18.40	7.25	8.80	16.05	5.95	7.50	13.45	5.40	4.80	10.20	3.30	2.90	6.20						
2	9.25	8.85	18.10	7.95	9.20	17.15	6.65	8.10	14.75	5.25	6.45	11.70	4.20	3.70	7.90	1.55	1.40	2.95						
3	8.40	7.95	16.35	7.30	8.30	15.60	5.95	7.15	13.10	4.55	5.40	9.95	3.05	2.60	5.65									
4	7.75	7.25	15.00	6.50	7.25	13.75	5.10	6.15	11.25	3.85	4.25	8.10	1.75	1.60	3.35									
5	7.05	6.60	13.65	5.95	6.40	12.35	4.30	5.25	9.55	2.95	2.90	5.85												
6	6.05	5.80	11.85	4.90	5.15	10.05	3.20	4.25	7.45	1.75	1.60	3.35												
7	4.75	4.65	9.40	3.55	3.75	7.30	2.10	2.70	4.80															
8	3.00	3.05	6.05	1.75	1.85	3.60	0.70	0.70	1.40															
9	1.10	0.95	2.05																					
RAD C/C	11.70	11.40	23.10	9.00	10.45	19.45	7.60	9.30	16.90	6.45	8.10	14.55	5.80	5.30	11.10	3.75	3.35	7.10						
RAD S/C	10.50	10.35	20.85	8.75	10.10	18.85	7.40	9.05	16.45	6.15	7.80	13.95	5.60	5.10	10.70	3.55	5.15	8.70						
DURAMEN	SI (5)				SI (5)				SI (4)				SI (4)				SI (4)				NO			
OBSERVACION	FACIL				FACIL				FACIL				FACIL				FACIL				FACIL			

CUADRO N° 34. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE II. ARBOL 5.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																	
	0.17			4.00			8.00			12.00			16.00			20.00		
	Radio (cm)	DIAM (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	DIAM (cm)	Radio (cm)	DIAM (cm)	DIAM (cm)
1	13.40	14.00	27.40	11.20	12.20	23.40	9.45	10.45	19.90	7.85	7.75	15.60	5.55	5.85	11.40	3.20	3.00	6.20
2	12.35	13.15	25.50	10.20	11.30	17.15	8.55	9.35	14.75	6.95	6.75	13.70	4.30	4.35	8.65	1.35	1.35	2.70
3	11.65	12.40	24.05	9.35	10.45	19.80	7.80	8.20	16.00	5.95	5.80	11.75	2.95	3.15	6.10			
4	10.70	11.60	22.30	8.45	9.45	17.90	6.95	7.10	14.05	4.65	4.90	9.55	1.70	1.80	3.50			
5	9.20	10.80	20.00	7.55	8.35	15.90	5.90	6.00	11.90	3.50	3.60	7.10	0.70	0.85	1.55			
6	8.05	9.45	17.50	6.20	6.70	12.90	4.45	4.60	9.05	1.85	2.00	3.85						
7	7.00	8.05	15.05	4.80	5.45	10.25	3.00	2.95	5.95									
8	3.95	4.20	8.15	2.80	3.10	5.90	0.75	1.00	1.75									
9	1.45	1.55	3.00	1.30	1.25	2.55												
RAD C/C	15.10	16.10	31.20	11.85	12.80	24.65	9.00	11.00	20.00	8.30	8.25	16.55	6.05	6.35	12.40	3.85	3.55	7.40
RAD S/C	13.75	14.45	28.20	11.45	12.40	23.85	9.70	10.70	20.40	8.10	8.05	16.15	5.85	6.15	12.00	3.65	3.25	6.90
DURAMEN	SI (5)			SI (4)			NO											
OBSERVACION	FACIL			FACIL			FACIL			FACIL			FACIL			FACIL		

Nota: Muestra basal muy rajada, con anillos lobados; se tomaron 2 radios perpendiculares

CUADRO N° 35. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE III. ARBOL 1.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)											
	1.87		3.58		6.34		7.13					
	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B
1	5.90	10.90	4.75	9.55	4.50	14.45	3.55	7.35				
2	5.50	10.25	4.40	17.15	4.15	14.75	3.20	6.75				
3	5.15	9.55	3.95	7.95	3.65	6.55	2.65	5.75				
4	4.40	8.10	3.30	6.60	2.85	5.15	2.05	4.40				
5	3.70	6.70	2.65	5.25	2.00	3.70	1.00	1.95				
6	2.95	5.15	1.70	3.45	1.05	2.05						
7	1.10	2.00	0.50	1.00								
RAD C/C	6.20	11.50	5.00	9.95	4.70	8.90	3.85	4.00	7.85			
RAD S/C	6.00	11.10	4.85	9.70	4.60	8.65	3.70	3.85	7.55			
DURAMEN	SI (4)		SI (4)		SI (4)		SI (4)		SI (4)		SI (4)	
OBSERVACION	FACIL		FACIL		FACIL		FACIL		FACIL		FACIL	

Nota: Falta muestra basal (altura 0.15m).

CUADRO N° 36. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE III. ARBOL 2.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																				
	0.15				2.90				5.65				8.41				11.10				
	Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		
1	7.85	7.80	15.65	6.95	7.15	14.10	5.90	6.45	12.35	5.60	5.50	11.10	3.60	3.95	7.55						
2	7.65	7.25	14.90	6.70	6.80	17.15	5.55	6.10	14.75	4.95	5.05	10.00	3.10	3.50	6.60						
3	7.30	6.70	14.00	6.15	6.25	12.40	4.95	5.40	10.35	4.30	4.20	8.50	2.45	2.55	5.00						
4	6.90	6.30	13.20	5.60	5.60	11.20	4.30	4.55	8.85	3.45	3.45	6.90	1.75	1.70	3.45						
5	6.10	5.60	11.70	4.90	4.90	9.80	3.60	3.65	7.25	2.50	2.50	5.00	0.80	0.80	1.60						
6	5.40	5.00	10.40	4.15	4.20	8.35	2.60	2.80	5.40	1.30	1.40	2.70									
7	4.40	3.95	8.35	3.00	2.85	5.85	1.55	1.55	3.10												
8	3.20	2.95	6.15	1.50	1.15	2.65															
9	1.90	1.70	3.60																		
10	1.30	1.25	2.55																		
11	0.85	0.85	1.70																		
12	0.50	0.50	1.00																		
RAD C/C	8.90	8.70	17.60	7.35	7.60	14.95	6.25	6.80	13.05	5.95	5.80	11.75	4.00	4.30	8.30						
RAD S/C	8.00	8.00	16.00	7.10	7.40	14.50	6.10	6.60	12.70	5.70	5.60	11.30	3.75	4.10	7.85						
DURAMEN	SI (5)		FACIL		SI (4)		FACIL		SI (4)		FACIL		SI (4)		FACIL						
OBSERVACION																					

CUADRO N° 37. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE III. ARBOL 3.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)															
	0.15			2.93			9.06			8.99			11.89			
	Radio (cm)		DIAM (cm)	Radio (cm)		DIAM (cm)	Radio (cm)		DIAM (cm)	Radio (cm)		DIAM (cm)	Radio (cm)		DIAM (cm)	
1	10.30	9.10	19.40	9.00	9.00	18.00	8.25	7.40	15.65	6.35	6.60	12.95	4.90	4.70	9.60	
2	9.75	8.50	18.25	8.15	8.25	17.15	7.55	6.90	14.75	5.45	5.90	11.35	4.10	3.70	7.80	
3	9.00	7.80	16.80	7.30	7.40	14.70	6.50	5.95	12.45	4.25	4.65	8.90	2.75	2.35	5.10	
4	8.40	7.20	15.60	6.70	6.60	13.30	5.65	5.20	10.85	3.35	3.65	7.00	1.75	1.40	3.15	
5	7.65	6.50	14.15	5.90	5.70	11.60	4.70	4.45	9.15	2.30	2.60	4.90	0.50	0.50	1.00	
6	5.55	5.80	11.35	5.10	4.80	9.90	3.45	3.30	6.75	1.10	1.30	2.40				
7	4.30	4.70	9.00	3.80	3.30	7.10	1.95	1.95	3.90							
8	3.60	3.90	7.50	2.45	2.00	4.45	0.95	0.80	1.75							
9	2.20	3.15	5.35	1.20	1.20	2.40										
10	1.45	2.05	3.50													
11	0.80	1.25	2.05													
12	0.80	0.55	1.35													
RAD/C/C	11.50	10.30	21.80	9.70	9.40	19.10	8.60	8.00	16.60	6.70	7.00	13.70	5.20	5.00	10.20	
RAD/S/C	10.40	9.20	19.60	9.30	9.10	18.40	8.35	7.70	16.05	6.45	6.75	13.20	5.00	4.80	9.80	
DURAMEN	SI (5)		FACIL		SI (4)		FACIL		SI (4)		FACIL		SI (4)		FACIL	
OBSERVACION																

CUADRO N° 38. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE III. ARBOL 4.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																	
	0.15			3.00			9.00			9.95			11.93					
	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)
1	8.90	11.85	20.75	9.00	8.75	17.75	8.05	8.15	16.20	6.70	7.20	13.90	4.55	5.75	10.30			
2	8.40	11.30	19.70	8.45	8.05	17.15	7.45	7.40	14.75	6.00	6.30	12.30	3.70	4.55	8.25			
3	7.90	10.60	18.50	7.80	7.40	15.20	6.75	6.40	13.15	5.10	5.25	10.35	2.60	3.15	5.75			
4	7.35	9.90	17.25	7.05	6.75	13.80	6.10	5.55	11.65	4.30	4.30	8.60	1.80	2.20	4.00			
5	6.90	9.10	16.00	6.40	6.00	12.40	5.35	4.70	10.05	3.30	3.05	6.35	0.80	0.95	1.75			
6	6.35	8.15	14.50	5.50	5.10	10.60	4.10	3.70	7.80	2.00	1.70	3.70						
7	5.45	6.70	12.15	4.40	3.90	8.30	2.25	2.00	4.25	0.40	0.35	0.75						
8	4.00	4.50	8.50	3.00	2.75	5.75	0.80	0.85	1.65									
9	2.60	2.95	5.55	1.20	1.15	2.35												
10	1.65	1.70	3.35															
11	1.05	1.10	2.15															
12	0.60	0.60	1.20															
RAD C/C	11.00	14.70	25.70	9.50	9.40	18.90	8.45	8.60	17.05	7.15	7.60	14.75	4.90	6.10	11.00			
RAD S/C	9.15	12.10	21.25	9.10	8.95	18.05	8.15	8.30	16.45	6.85	7.30	14.15	4.70	5.85	10.55			
DURAMEN	SI (5)			SI (4)														
OBSERVACION	FACIL			FACIL			FACIL			FACIL			FACIL			FACIL		

CUADRO N° 39. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE III. ARBOL 5.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																			
	9.21				3.21				6.21				9.26				12.21			
	Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)	
1	12.30	14.45	26.75	10.90	11.35	22.25	9.10	9.15	18.25	7.30	6.75	14.05	5.80	4.90	10.70					
2	11.65	13.50	25.15	10.15	10.40	17.15	8.25	8.30	14.75	6.50	6.20	12.70	4.90	4.15	9.05					
3	11.00	12.40	23.40	9.20	9.50	18.70	7.15	7.35	14.50	5.45	5.20	10.65	3.65	3.05	6.70					
4	10.20	11.35	21.55	8.25	8.45	16.70	6.15	6.35	12.50	4.40	4.15	8.55	2.65	2.20	4.85					
5	9.85	10.15	20.00	7.20	7.35	14.55	5.10	5.25	10.35	3.40	3.25	6.65	1.55	1.45	3.00					
6	8.25	9.00	17.25	5.90	6.30	12.20	3.85	4.00	7.85	2.05	2.05	4.10								
7	6.50	7.05	13.55	4.30	4.60	8.90	2.20	2.20	4.40	0.65	0.60	1.25								
8	4.70	5.20	9.90	2.80	3.15	5.95	0.90	0.95	1.85											
9	3.40	3.30	6.70	1.40	1.70	3.10														
10	2.30	2.20	4.50																	
11	1.65	1.50	3.15																	
12	0.95	0.90	1.85																	
RAD C/C	14.40	17.40	31.80	11.45	12.00	23.45	9.50	9.65	19.15	7.75	7.40	15.15	6.25	5.30	11.55					
RAD S/C	12.70	14.80	27.50	11.15	11.50	22.65	9.30	9.35	18.65	7.45	7.10	14.55	6.00	5.10	11.10					
DURAMEN	SI (4)		FACIL		SI (4)		FACIL		SI (4)		FACIL		SI (4)		FACIL		SI (4)		FACIL	
OBSERVACION																				

CUADRO N° 40. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE IV. ARBOL 1.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																	
	0.17		3.40		6.80		10.20		13.80		16.70							
	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B	Radio (cm) A	DIAM (cm) B						
1	10.60	10.15	20.75	6.90	8.95	15.85	7.40	7.00	14.40	6.20	6.35	12.55	4.60	5.40	10.00	3.45	2.85	6.30
2	10.30	9.75	20.05	6.70	8.65	15.35	7.20	6.70	13.90	5.90	6.05	11.95	4.35	5.10	9.45	3.10	2.55	5.65
3	10.10	9.45	19.55	6.45	8.35	14.80	7.00	6.45	13.45	5.65	5.70	11.35	4.05	4.80	8.85	2.70	2.25	4.95
4	9.90	9.10	19.00	6.30	8.15	14.45	6.80	6.25	13.05	5.40	5.45	10.85	3.75	4.40	8.15	2.30	1.80	4.20
5	9.60	8.85	18.45	6.05	7.80	13.95	6.60	5.95	12.55	5.15	5.15	10.30	3.40	3.95	7.35	1.70	1.45	3.15
6	9.20	8.50	17.70	5.85	7.60	13.45	6.25	5.60	11.85	4.85	4.75	9.60	2.80	3.05	5.85	0.95	0.95	1.90
7	8.60	7.80	16.40	5.50	7.10	12.60	5.95	5.20	11.15	4.40	4.30	8.70	2.10	2.25	4.35	0.35	0.45	0.80
8	7.95	7.05	15.00	5.05	6.45	11.50	5.30	4.65	9.95	3.65	3.60	7.25	1.15	1.40	2.55			
9	7.15	6.50	13.65	4.50	5.85	10.35	4.70	4.15	8.85	2.95	2.90	5.85	0.35	0.50	0.85			
10	6.35	6.00	12.35	4.05	5.30	9.35	4.10	3.40	7.50	2.35	2.00	4.35						
11	5.80	5.55	11.35	3.50	4.50	8.00	2.90	2.55	5.45	1.60	1.10	2.70						
12	3.95	4.55	8.50	2.70	3.35	6.05	1.65	1.50	3.15									
13	2.90	2.95	5.85	1.60	1.90	3.50	0.60	0.50	1.10									
14	1.20	1.35	2.55	0.50	0.50	1.00												
RAD C/C	11.90	11.55	31.80	7.55	9.50	17.05	7.90	7.40	15.30	6.55	6.80	13.35	4.95	5.80	10.75	3.75	3.10	6.85
RAD S/C	10.85	10.50	21.35	7.35	9.10	16.45	7.55	7.10	14.65	6.30	6.50	12.80	4.76	5.55	10.31	3.55	2.90	6.45
DURAMEN	SI (8)		MUY DIFICIL		MUY DIFICIL		SI (8)		MUY DIFICIL		SI (8)		MUY DIFICIL		NO		MUY DIFICIL	
OBSERVACION																		

CUADRO N° 41. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE IV. ARBOL 2.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																	
	0.18		4.50		9.00		13.50		18.00		22.40							
	Radio (cm) A B	DIAM (cm)	Radio (cm) A B	DIAM (cm)	Radio (cm) A B	DIAM (cm)	Radio (cm) A B	DIAM (cm)	Radio (cm) A B	DIAM (cm)	Radio (cm) A B	DIAM (cm)						
1	11.45	11.85	23.30	9.70	11.40	21.10	9.55	8.90	18.45	7.65	8.30	15.95	5.90	5.60	11.20	4.05	2.30	6.35
2	11.15	11.50	22.65	9.25	10.75	20.00	9.15	8.50	17.65	7.25	7.80	15.05	5.10	5.15	10.25	3.10	1.95	5.05
3	10.85	11.15	22.00	9.00	10.35	19.35	8.60	8.10	16.70	6.90	7.25	14.15	4.40	4.60	9.00	1.80	1.20	3.00
4	10.65	10.80	21.45	8.70	9.95	18.65	8.10	7.65	15.75	6.40	6.60	13.00	3.60	3.95	7.55	0.90	0.65	1.55
5	10.35	10.40	20.75	8.40	9.50	17.90	7.70	7.25	14.95	5.95	6.05	12.00	2.80	3.10	5.90			
6	9.60	10.00	19.60	8.00	9.05	17.05	7.20	6.65	13.85	5.30	5.25	10.55	1.95	2.08	4.03			
7	8.70	9.25	17.95	7.40	8.35	15.75	6.55	5.90	12.45	4.40	4.30	8.70	1.05	0.90	1.95			
8	8.15	8.25	16.40	6.70	7.60	14.30	5.60	5.05	10.65	3.10	3.05	6.15						
9	7.35	7.70	15.05	5.90	6.45	12.35	4.65	3.80	8.45	1.60	1.40	3.00						
10	6.55	7.00	13.55	5.25	5.70	10.95	3.95	3.00	6.95	0.65	0.60	1.25						
11	5.45	6.00	11.45	4.40	4.70	9.10	2.75	2.05	4.80									
12	4.55	4.70	9.25	2.90	3.10	6.00	1.10	0.90	2.00									
13	3.15	2.75	5.90	2.00	2.05	4.05												
14	1.50	1.25	2.75	0.50	0.45	0.95												
RAD C/C	12.70	12.80	31.80	10.20	11.85	22.05	10.00	9.20	19.20	8.10	8.65	16.75	5.95	6.00	11.95	4.65	2.70	7.35
RAD S/C	11.65	12.15	23.80	9.90	11.55	21.45	9.80	9.00	18.80	7.80	8.40	16.20	5.75	5.80	11.55	4.30	2.40	6.70
DURAMEN	SI (6)		SI (5)		SI (4)		NO											
OBSERVACION	MUY DIFICIL		MUY DIFICIL		MUY DIFICIL		MUY DIFICIL		MUY DIFICIL		MUY DIFICIL		MUY DIFICIL		MUY DIFICIL			

Nota: Las dos muestras basales muestran anillos lobados; presencia de bolsas de quino que dificultaron observaciones.

CUADRO N° 42. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE IV. ARBOL 3.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																																			
	0.24				4.50				9.00				13.50				16.00				22.40															
	Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)													
1	12.90	12.30	25.20	11.20	10.20	21.40	8.55	9.65	18.20	8.55	6.65	15.20	6.45	5.80	12.25	3.05	3.30	6.35	12.50	11.90	24.40	10.75	9.65	20.40	8.05	9.25	17.30	8.00	6.20	14.20	5.70	5.05	10.75	2.25	2.50	4.75
2	12.00	11.30	23.30	10.40	9.30	19.70	7.60	8.80	16.40	7.40	5.65	13.05	4.80	4.28	9.08	1.30	1.15	2.45	11.30	10.65	21.95	9.80	8.70	18.50	7.10	8.25	15.35	6.65	5.20	11.85	3.95	3.45	7.40			
3	18.80	10.20	29.00	9.40	8.25	17.65	6.65	7.80	14.45	6.10	4.75	10.85	3.20	2.80	6.00	10.25	9.70	19.95	8.85	7.70	16.55	6.15	7.20	13.35	5.30	4.20	9.50	1.85	1.65	3.50						
4	9.55	8.75	18.30	8.15	6.95	15.10	5.50	6.25	11.75	4.15	3.30	7.45	3.00	2.30	5.30	8.60	8.10	16.70	7.30	6.25	13.55	4.65	5.25	9.90	3.00	2.30	5.30									
5	7.60	7.05	14.65	6.30	5.35	11.65	3.60	4.00	7.60	1.50	1.35	2.85	7.60	7.05	14.65	6.30	5.35	11.65	3.60	4.00	7.60	1.50	1.35	2.85												
6	6.60	6.10	12.70	5.30	4.50	9.80	2.80	3.10	5.90	6.60	6.10	12.70	5.30	4.50	9.80	2.80	3.10	5.90																		
7	5.60	5.25	10.85	4.05	3.55	7.60	1.75	2.00	3.75	5.60	5.25	10.85	4.05	3.55	7.60	1.75	2.00	3.75																		
8	4.00	3.50	7.50	2.60	2.15	4.75	4.00	3.50	7.50	2.60	2.15	4.75																								
9	2.25	1.80	4.05	0.60	0.80	1.40	2.25	1.80	4.05	0.60	0.80	1.40																								
10	1.15	0.75	1.90	1.15	0.75	1.90																														
11	14.40	14.30	31.80	11.90	10.70	22.60	9.10	10.20	19.30	8.10	7.10	16.20	7.10	6.25	13.35	3.45	3.90	7.35																		
12	13.20	12.60	25.80	11.50	10.35	21.85	8.80	9.90	18.70	8.80	6.80	15.60	6.80	6.00	12.80	3.30	3.60	6.90																		
RAD C/C	SI (6)		MUY FACIL		SI (6)		MUY FACIL		SI (5)		FACIL		SI (5)		MUY FACIL		SI (5)		MUY FACIL		NO															
RAD S/C	SI (6)		MUY FACIL		SI (6)		MUY FACIL		SI (5)		FACIL		SI (5)		MUY FACIL		SI (5)		MUY FACIL		NO															
DURAMEN	SI (6)		MUY FACIL		SI (6)		MUY FACIL		SI (5)		FACIL		SI (5)		MUY FACIL		SI (5)		MUY FACIL		NO															
OBSERVACION	SI (6)		MUY FACIL		SI (6)		MUY FACIL		SI (5)		FACIL		SI (5)		MUY FACIL		SI (5)		MUY FACIL		NO															

CUADRO N° 43. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE IV. ARBOL 4.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																																			
	0.23				4.00				8.00				12.00				16.00				20.90															
	Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)		Radio (cm)		DIAM (cm)													
1	13.35	14.10	27.45	10.90	12.70	23.60	9.10	11.15	20.25	8.75	8.25	17.00	6.95	5.90	12.85	3.30	2.95	6.25	12.30	13.10	25.40	10.40	12.15	22.55	8.45	10.40	18.85	8.10	7.65	15.75	6.15	5.15	11.30	2.30	1.95	4.25
2	11.80	12.55	24.35	10.05	11.60	21.65	7.95	9.80	17.75	7.40	6.90	14.30	5.10	4.35	9.45	1.25	1.00	2.25	11.80	12.55	24.35	10.05	11.60	21.65	7.95	9.80	17.75	7.40	6.90	14.30	5.10	4.35	9.45	1.25	1.00	2.25
3	11.35	12.05	23.40	9.55	11.03	20.58	7.45	9.20	16.65	6.85	6.30	13.15	4.25	3.65	7.90				11.35	12.05	23.40	9.55	11.03	20.58	7.45	9.20	16.65	6.85	6.30	13.15	4.25	3.65	7.90			
4	11.00	11.60	22.60	9.30	10.65	19.95	7.00	8.65	15.65	6.30	5.80	12.10	3.30	2.90	6.20				11.00	11.60	22.60	9.30	10.65	19.95	7.00	8.65	15.65	6.30	5.80	12.10	3.30	2.90	6.20			
5	10.50	11.10	21.60	8.90	10.10	19.00	6.35	8.00	14.35	5.45	5.00	10.45	2.15	1.95	4.10				10.50	11.10	21.60	8.90	10.10	19.00	6.35	8.00	14.35	5.45	5.00	10.45	2.15	1.95	4.10			
6	9.80	10.25	20.05	8.25	9.25	17.50	5.55	7.15	12.70	4.50	3.95	8.45	1.00	1.00	2.00				9.80	10.25	20.05	8.25	9.25	17.50	5.55	7.15	12.70	4.50	3.95	8.45	1.00	1.00	2.00			
7	8.60	9.10	17.70	7.10	8.15	15.25	4.55	5.95	10.50	3.25	2.65	5.90							8.60	9.10	17.70	7.10	8.15	15.25	4.55	5.95	10.50	3.25	2.65	5.90						
8	7.45	7.60	15.05	5.80	6.60	12.40	3.30	4.55	7.85	1.40	1.25	2.65							7.45	7.60	15.05	5.80	6.60	12.40	3.30	4.55	7.85	1.40	1.25	2.65						
9	6.70	6.90	13.60	4.85	5.40	10.25	2.45	3.70	6.15										6.70	6.90	13.60	4.85	5.40	10.25	2.45	3.70	6.15									
10	5.80	6.00	11.80	4.10	4.45	8.55	1.55	2.30	3.85										5.80	6.00	11.80	4.10	4.45	8.55	1.55	2.30	3.85									
11	4.75	4.65	9.40	2.75	2.80	5.55	0.40	0.55	0.95										4.75	4.65	9.40	2.75	2.80	5.55	0.40	0.55	0.95									
12	3.00	2.85	5.85	1.20	1.30	2.50													3.00	2.85	5.85	1.20	1.30	2.50												
13	1.50	1.20	2.70																1.50	1.20	2.70															
14	15.60	16.80	31.80	11.60	13.40	25.00	9.60	11.90	21.50	9.30	8.75	18.05	7.40	6.30	13.70	3.65	3.50	7.15	15.60	16.80	31.80	11.60	13.40	25.00	9.60	11.90	21.50	9.30	8.75	18.05	7.40	6.30	13.70	3.65	3.50	7.15
RAD C/C	13.90	14.70	28.60	11.20	12.95	24.15	9.30	11.40	20.70	8.90	8.50	17.40	7.15	6.10	13.25	3.45	3.25	6.70	13.90	14.70	28.60	11.20	12.95	24.15	9.30	11.40	20.70	8.90	8.50	17.40	7.15	6.10	13.25	3.45	3.25	6.70
RAD S/C																																				
DURAMEN	SI (6)				FACIL				SI (6)				FACIL				SI (6)				DIFICIL				NO				FACIL							
OBSERVACION																																				

Nota: Las grandes rajaduras de la cuarta muestra (altura 12.00 m) dificultaron la observación.

CUADRO N° 44. Observaciones y mediciones radiales en muestras pulidas. MONTE IV. ARBOL 5.

ANILLO	ALTURA DE LA MUESTRA EN EL ARBOL (m)																	
	0.24			4.90			9.80			14.70			19.60			24.00		
	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)	Radio (cm) A	Radio (cm) B	DIAM (cm)
1	16.50	15.00	31.50	11.10	13.30	24.40	11.60	10.15	21.75	8.85	7.55	16.40	6.25	6.00	12.25	2.60	2.65	5.25
2	15.50	14.10	29.60	10.55	12.80	23.35	11.10	9.95	21.05	8.20	7.00	15.20	5.05	5.05	10.10	1.50	1.40	2.90
3	14.80	13.65	28.45	10.00	12.00	22.00	10.25	9.05	19.30	7.40	6.25	13.65	4.05	4.10	8.15	0.50	0.50	1.00
4	14.00	13.15	27.15	9.00	11.25	20.25	9.50	8.50	18.00	6.65	5.60	12.25	3.10	3.15	6.25			
5	13.35	12.50	25.85	9.00	10.65	19.65	8.75	8.05	16.80	5.95	5.00	10.95	2.00	2.15	4.15			
6	12.45	11.60	24.05	8.40	9.75	18.15	7.80	7.20	15.00	4.90	4.05	8.95	0.75	0.90	1.65			
7	11.70	11.00	22.70	7.80	8.95	16.75	6.90	6.40	13.30	3.70	3.15	6.85						
8	10.30	9.80	20.10	6.85	7.85	14.70	5.65	5.25	10.90	2.10	1.95	4.05						
9	8.75	8.40	17.15	5.70	6.35	12.05	4.30	3.60	7.90	0.55	0.55	1.10						
10	7.60	7.00	14.60	4.65	5.15	9.80	2.70	2.30	5.00									
11	6.25	6.05	12.30	3.55	3.80	7.35	1.20	1.00	2.20									
12	4.70	4.35	9.05	2.05	2.10	4.15												
13	2.55	2.60	5.15	0.50	0.75	1.25												
14	1.30	1.25	2.55															
RAD C/C	18.30	16.50	31.80	11.65	13.95	25.60	12.10	10.60	22.70	9.35	8.10	17.45	6.85	6.55	13.40	3.15	3.20	6.35
RAD S/C	17.30	15.50	32.80	11.35	13.60	24.95	11.85	10.35	22.20	9.10	7.80	16.90	6.60	6.35	12.95	2.85	3.00	5.85
DURAMEN	SI (5)			SI (5)			SI (4)			SI (3)			SI (3)			NO		
OBSERVACION	DIFICIL			FACIL			FACIL			DIFICIL			FACIL			DIFICIL		

Nota: Anillos lobados en muestra basal.

## ANEXO V

**CUADRO N° 45. Diámetros de anillos de crecimiento medidos en muestras pulidas. Monte I.**

ARBOL	ALTURA DE CORTE (m)	ANILLO						
		1	2	3	4	5	6	7
1	0.17	11.00	10.05	9.00	8.15	6.25	3.55	1.90
	1.60	9.00	8.05	7.10	6.10	4.40	2.10	
	3.20	8.20	7.15	6.00	4.95	3.20		
	4.80	7.80	6.70	5.40	4.30	1.75		
	6.40	6.70	5.60	4.40	2.80			
	8.00	6.60	5.30	3.35				
2	0.22	13.45	12.45	11.65	10.75	9.35	7.50	4.25
	2.10	12.80	11.85	10.85	9.55	8.00	5.75	2.60
	4.20	10.60	9.40	8.20	6.90	5.55	3.15	1.10
	6.40	9.65	8.10	6.90	5.15	3.55	1.25	
	8.60	8.15	6.35	4.60	2.35			
	10.60	6.55	4.45	2.55				
3	0.20	21.70	18.25	16.65	15.05	13.15	9.45	5.40
	2.90	18.25	14.90	13.05	11.45	9.50	6.65	3.20
	5.80	16.00	13.65	11.30	9.35	7.45	3.50	
	8.70	12.35	10.70	8.05	5.90	3.80		
	11.60	10.60	7.65	4.05	2.00			
	14.60							
4	0.24	24.95	21.70	19.20	17.70	16.45	13.40	8.75
	3.00	20.75	18.55	16.90	15.05	13.10	10.10	6.30
	6.00	18.65	16.70	14.35	12.25	10.30	6.90	2.65
	9.00	15.05	13.00	10.55	8.05	5.65	3.15	
	12.00	11.20	8.60	5.80	3.45	1.40		
	15.00	6.50	3.90	1.30				
5	0.27	27.55	24.35	21.45	18.80	16.20	12.40	7.30
	2.70	23.10	20.85	18.30	15.95	12.95	9.60	5.20
	5.40	19.65	16.90	14.25	11.95	9.60	5.80	2.10
	8.10	15.75	12.80	9.75	7.20	4.75	1.35	
	10.80	10.75	7.75	4.60	2.45			
	13.50	5.95	2.10					

CUADRO N° 46. Diámetros de anillos de crecimiento medidos en muestras pulidas. Monte II.

ARBOL	ALTURA DE CORTE (m)	ANILLO								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.12	14.40	14.05	13.55	13.00	12.25	11.30	9.45	6.65	1.95
	3.00	14.75	14.40	13.85	12.85	11.80	9.85	7.40	4.75	1.25
	6.00	11.80	11.45	10.80	9.75	8.55	7.00	7.85	2.3	
	9.00	10.55	10.10	9.50	8.30	7.65	6.15	2.50		
	12.00	9.10	8.55	7.45	5.75	3.75	1.15			
	14.70	6.90	6.20	4.80	2.90					
2	0.15	19.95	19.40	18.30	17.30	16.05	13.05	9.85	6.65	2.55
	3.70	17.00	16.10	15.25	14.15	13.10	11.70	9.40	6.35	1.65
	7.40	14.95	14.00	12.95	11.80	10.55	9.00	6.50	2.75	
	11.10	12.70	11.60	10.30	8.90	7.20	5.20	1.90		
	14.80	9.85	8.60	6.90	5.25	3.30	0.90			
	18.60	5.85	4.10	1.75						
3	0.24	22.40	21.00	19.60	18.35	16.95	15.35	13.35	6.85	3.5
	4.00	18.75	17.70	16.55	15.15	13.85	11.65	9.70	6.25	2.7
	8.00	16.15	14.90	13.65	12.15	10.75	8.65	5.95	2.8	
	12.00	13.40	11.75	10.20	8.10	6.35	3.95	1.40		
	16.00	10.30	7.20	5.55	3.45	1.35				
	20.00	5.45	2.95	0.50						
4	0.22	20.15	18.10	16.35	15.00	13.65	11.85	9.40	6.05	2.05
	4.00	18.40	17.15	15.60	13.75	12.35	10.05	7.30	3.6	
	8.00	16.05	14.75	13.10	11.25	9.55	7.45	4.80	1.4	
	12.00	13.45	11.70	9.95	8.10	5.85	3.35			
	16.00	16.20	7.90	5.65	3.35					
	19.60	6.20	2.95							
5	0.17	27.40	25.50	24.05	22.30	20.00	17.50	15.05	8.15	3.00
	4.00	23.40	21.50	19.80	17.90	15.90	12.90	10.25	5.90	2.55
	8.00	19.90	17.90	16.00	14.05	11.90	9.05	5.95	1.75	
	12.00	15.60	13.70	11.75	9.55	7.10	3.85			
	16.00	11.40	8.65	6.10	3.50	1.55				
	20.00	6.20	2.70							

CUADRO N° 47. Diámetros de anillos de crecimiento medidos en muestras pulidas. Monte III.

ARBOL	ALTURA DE CORTE (m)	ANILLO											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1.87	10.90	10.25	9.55	8.10	6.70	5.15	2.00					
	3.58	9.55	8.90	7.95	6.60	5.25	3.45	1.00					
	5.34	8.45	7.60	6.55	5.15	3.70	2.05						
	7.13	7.35	6.75	5.75	4.40	1.95							
2	0.15	15.65	14.90	14.00	13.20	11.70	10.40	8.35	6.15	3.6	2.55	1.70	1.00
	2.90	14.10	13.50	12.40	11.20	9.80	8.35	5.85	2.65				
	5.65	12.35	11.65	10.35	8.55	7.25	5.40	3.10					
	8.41	11.10	10.00	8.50	6.90	5.00	2.70						
	11.10	7.55	6.60	5.00	3.45	1.60							
3	0.15	19.40	18.25	16.80	15.60	14.15	11.35	9.00	7.5	5.35	3.50	2.05	1.35
	2.93	18.00	16.45	14.70	13.30	11.60	9.90	7.10	4.45	2.4			
	6.06	15.65	14.45	12.45	10.85	9.15	6.75	3.90	1.75				
	8.99	12.95	11.35	8.90	7.00	4.90	2.40						
	11.89	9.60	7.80	5.10	3.15	1.00							
4	0.15	20.75	19.70	18.50	17.25	16.00	14.50	12.15	8.5	5.55	3.35	2.15	1.20
	3.00	17.75	16.50	15.20	13.80	12.40	10.60	8.30	5.75	2.35			
	6.00	16.20	14.85	13.15	11.65	10.05	7.80	4.25	1.65				
	8.95	13.90	12.30	10.35	8.60	6.35	3.70	0.70					
	11.93	10.30	8.25	5.75	4.00	1.75							
5	0.21	26.75	25.15	23.40	21.55	20.00	17.25	13.55	9.90	6.70	4.50	3.15	1.85
	3.21	22.25	20.55	18.70	16.70	14.55	12.20	8.90	5.95	3.10			
	6.21	18.25	16.55	14.50	12.50	10.35	7.85	4.40	1.85				
	9.26	14.05	12.70	10.65	8.55	6.65	4.10	1.25					
	12.21	10.70	9.05	6.70	4.85	3.00							

CUADRO N° 48. Diámetros de anillos de crecimiento medidos en muestras pulidas. Monte IV.

ARBOL	METRO DE CORTE (m)	ANILLO													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0.17	20.75	20.05	19.55	19.00	18.45	17.70	16.40	15.00	13.65	12.35	11.35	8.50	5.85	2.55
	3.40	15.85	15.35	14.80	14.45	13.95	13.45	12.60	11.50	10.40	9.35	8.00	6.05	3.50	1.00
	6.80	14.40	13.90	13.45	13.05	12.55	11.85	11.15	9.95	8.85	7.50	5.45	3.15	1.10	
	10.20	12.55	11.95	11.35	10.85	10.30	9.60	8.70	7.25	5.85	4.35	2.70			
	13.60	10.00	9.45	8.85	8.15	7.35	5.85	4.35	2.55	0.85					
	16.70	6.25	5.65	4.95	4.20	3.15	1.90	0.80							
2	0.18	23.30	22.65	22.00	21.45	20.75	19.60	17.95	16.40	15.05	13.55	11.45	9.25	5.90	2.75
	4.50	21.10	20.00	19.35	18.65	17.90	17.05	15.75	14.30	12.35	10.95	9.10	6.00	4.05	0.95
	9.00	18.45	17.65	16.70	15.75	14.95	13.85	12.45	10.65	8.45	6.95	4.80	2.00		
	13.50	15.95	15.05	14.15	13.00	12.00	10.55	8.70	6.15	3.00	1.25				
	18.00	11.20	10.25	9.00	7.55	5.90	4.00	1.95							
	22.40	6.35	5.05	3.00	1.55										
3	0.24	25.20	24.40	23.30	21.95	21.00	19.95	18.30	16.70	14.65	12.70	10.85	7.50	4.05	1.90
	4.50	21.40	20.40	19.70	18.50	17.65	16.55	15.10	13.55	11.65	9.80	7.60	4.75	1.40	
	9.00	18.20	17.30	16.40	15.35	14.45	13.35	11.75	9.90	7.60	5.90	3.75			
	13.50	15.20	14.20	13.05	11.85	10.85	9.50	7.45	5.30	2.85					
	18.00	12.25	10.75	9.05	7.40	6.00	3.50	1.45							
	22.40	6.35	4.75	2.45											
4	0.23	27.45	25.40	24.35	23.40	22.60	21.60	20.05	17.70	15.05	13.60	11.80	9.40	5.85	2.70
	4.00	23.60	22.55	21.65	20.58	19.95	19.00	17.50	15.25	12.40	10.25	8.55	5.55	2.50	
	8.00	20.25	18.85	17.75	16.65	15.65	14.35	12.70	10.50	7.85	6.15	3.85	0.95		
	12.00	17.00	15.75	14.30	13.15	12.10	10.45	8.45	5.90	2.65					
	16.00	12.85	11.30	9.45	7.90	6.20	4.10	2.00							
	20.90	6.25	4.25	2.25											
5	0.24	31.50	29.60	28.45	27.15	25.85	24.05	22.70	20.10	17.15	14.60	12.30	9.05	5.15	2.55
	4.90	24.40	23.35	22.00	20.25	19.65	18.15	16.75	14.70	12.05	9.80	7.35	4.15	1.25	
	9.80	21.75	21.05	19.30	18.00	16.80	15.00	13.30	10.90	7.90	5.00	2.20			
	14.70	16.40	15.20	13.65	12.25	10.95	8.95	6.85	4.05	1.10					
	19.60	12.25	10.10	8.15	6.25	4.15	1.65								
	24.00	5.25	2.90	1.00											

ANEXO VI.

CUADRO N° 49. Altura estimada de los crecimientos según fórmula de Carmean (m).

MONTE I.

ARBOL	Anillos (contando desde la médula)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0.89	2.40	5.60	7.20	9.27	11.80	14.22							
2	5.30	6.95	8.05	9.60	11.75	14.05	16.35							
3	4.35	7.25	10.15	13.10	15.45	17.15	18.85							
4	7.50	10.50	12.75	14.25	15.78	17.35	18.91							
5	6.75	8.77	10.13	11.47	12.83	14.50	16.50							

MONTE II.

ARBOL	Anillos (contando desde la médula)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	4.50	7.50	10.50	12.65	14.03	18.14	19.52							
2	5.55	9.25	12.95	15.43	16.06	17.30	19.40	21.00	22.60					
3	6.00	10.00	13.00	15.00	17.00	19.00	20.76	22.30	23.82					
4	2.11	9.00	11.00	13.00	15.00	16.90	18.70	20.85	23.35					
5	6.00	9.00	11.00	14.00	16.70	18.00	19.30	21.00	22.90					

MONTE III.

ARBOL	Anillos (contando desde la médula)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0.32	0.66	1.01	1.36	1.70	4.46	6.24	7.90	9.40	11.00	12.53	14.07		
2	0.49	1.18	1.87	2.56	4.28	7.03	9.76	11.81	13.23	14.65	16.07	17.49		
3	0.61	1.54	2.47	4.50	6.80	8.25	10.40	12.70	14.30	15.90	17.50	19.10		
4	0.63	1.60	2.53	4.50	7.48	9.70	11.19	12.75	14.35	15.97	17.60	19.19		
5	0.71	1.71	2.71	4.71	7.70	9.99	11.46	13.00	14.60	16.15	17.73	19.31		

MONTE IV.

ARBOL	Anillos (contando desde la médula)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	5.10	7.65	9.35	11.05	12.75	14.38	15.15	17.11	17.92	18.73	19.55	20.36	21.18	21.99
2	5.63	7.88	10.13	12.38	14.25	15.75	17.25	18.73	20.20	21.67	22.90	23.90	24.90	25.90
3	2.37	5.63	7.88	10.13	12.38	14.63	16.80	18.55	19.65	20.75	21.85	23.15	24.65	26.15
4	2.12	6.00	8.67	10.00	11.33	13.00	15.00	16.61	17.84	19.06	20.29	21.47	22.60	23.73
5	2.57	6.13	8.66	11.02	13.47	15.52	17.15	18.78	20.33	21.80	23.30	24.62	25.85	27.08

## ANEXO VII

Cuadro N° 50. Crecimientos diametrales anuales (cm).

**MONTE I.**

Anillo desde el cambium	N° de muestra				
	89 (2)	83	77	57	68
1	0.95	0.95	3.35	2.20	2.25
2	0.95	1.00	1.85	1.65	2.55
3	1.00	1.30	1.60	1.85	2.35
4	1.70	1.55	1.95	1.95	3.00
5	2.30	2.25	2.85	3.00	3.95

**MONTE II.**

Anillo desde el cambium	N° de muestra				
	51	39	45	27	33
1	0.35	0.90	1.25	1.05	1.90
2	0.55	0.85	1.55	1.15	1.70
3	1.00	1.10	1.85	1.40	1.90
4	1.05	1.05	1.40	1.30	2.00
5	1.95	1.40	2.30	2.20	3.00
6	2.45	2.30	2.75	1.95	2.65
7	2.65	3.05	3.70	3.45	4.35

**MONTE III.**

Anillo desde el cambium	N° de muestra				
	2	7	12	17	22
1	0.70	0.60	1.65	1.25	1.70
2	0.70	1.10	1.65	1.30	1.85
3	1.45	1.20	1.40	1.40	2.00
4	1.40	1.40	1.70	1.40	2.15
5	1.55	1.45	1.70	1.80	2.35
6	3.15	2.50	2.80	2.30	3.30
7	2.00	3.20	2.65	2.55	2.95

**MONTE IV**

Anillo desde el	N° de muestra				
	118	106	100	93	112
1	0.50	1.10	1.00	1.45	1.05
2	0.55	0.65	0.70	0.50	1.35
3	0.35	0.70	1.20	1.05	1.25
4	0.50	0.75	0.85	0.65	1.10
5	0.50	0.85	1.10	0.95	1.50
6	0.85	1.30	1.45	1.50	1.40
7	1.10	1.45	1.55	2.25	2.05
8	1.10	1.95	1.90	2.85	2.65
9	1.05	1.40	1.85	2.15	2.25
10	1.35	1.85	2.20	1.70	2.45
11	1.95	3.10	2.85	3.00	3.20

## ANEXO VIII

Cuadro N° 51. Crecimientos anuales en área basal (cm<sup>2</sup>).

### MONTE I.

Anillo desde el cambium	N° de muestra				
	89 (2)	83	77	57	68
1	12.72	18.39	87.22	67.91	77.67
2	11.30	17.83	40.61	45.94	78.41
3	10.37	20.83	30.79	46.42	63.21
4	14.02	21.36	32.09	43.11	68.09
5	11.74	24.29	36.15	54.46	59.33

### MONTE II.

Anillo desde el cambium	N° de muestra				
	51	39	45	27	33
1	8.01	23.39	34.90	30.06	67.00
2	12.20	20.93	39.87	30.94	55.15
3	20.97	25.40	42.65	34.86	56.26
4	20.33	22.47	28.70	29.61	53.09
5	33.16	27.27	40.46	44.06	67.86
6	33.19	38.12	37.47	32.70	48.18
7	25.29	37.73	31.68	43.22	55.18

### MONTE III.

Anillo desde el cambium	N° de muestra				
	2	7	12	17	22
1	21.99	26.06	86.44	67.10	114.51
2	21.77	44.75	83.05	64.73	114.02
3	40.31	44.50	61.58	63.88	111.29
4	32.54	46.18	66.45	57.51	105.56
5	28.74	41.33	57.34	65.03	98.53
6	38.20	55.73	74.52	72.14	109.48
7	6.34	42.57	48.16	56.58	68.76

### MONTE IV

Anillo desde el cambium	N° de muestra				
	118	106	100	93	112
1	12.25	35.51	32.83	52.10	39.38
2	13.02	20.09	22.05	17.20	48.08
3	8.04	20.89	36.00	34.84	41.97
4	11.15	21.53	24.13	20.70	34.90
5	10.76	23.33	29.55	29.06	44.53
6	17.39	33.49	36.04	43.00	38.37
7	20.82	34.22	34.88	57.87	50.64
8	18.92	40.82	37.60	61.89	55.68
9	16.29	25.62	31.17	38.25	38.61
10	18.40	29.13	30.07	25.10	33.00
11	21.52	36.76	27.64	33.22	28.90

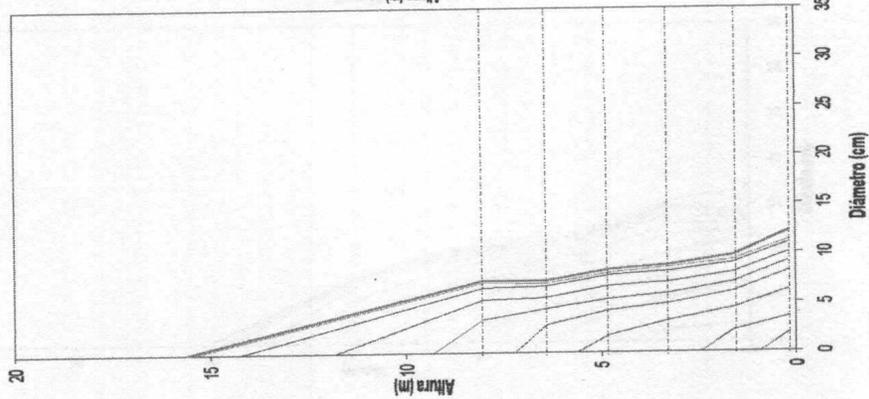
# ANEXO IX

## Monte I

Edad: 7 años

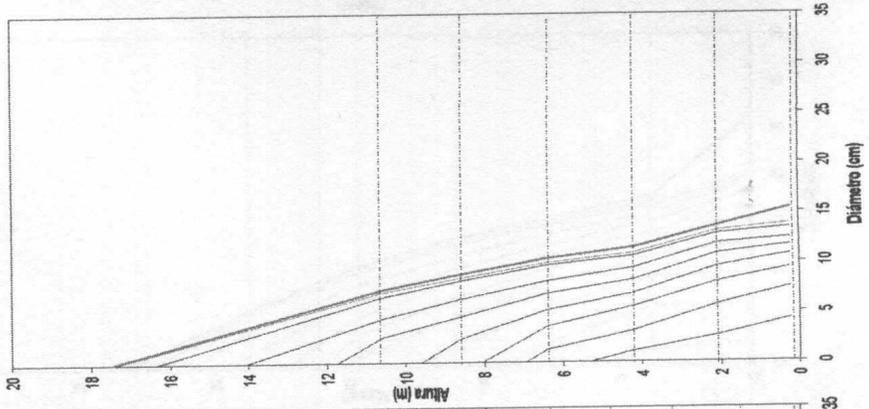
Arbol 1

Arbol 1



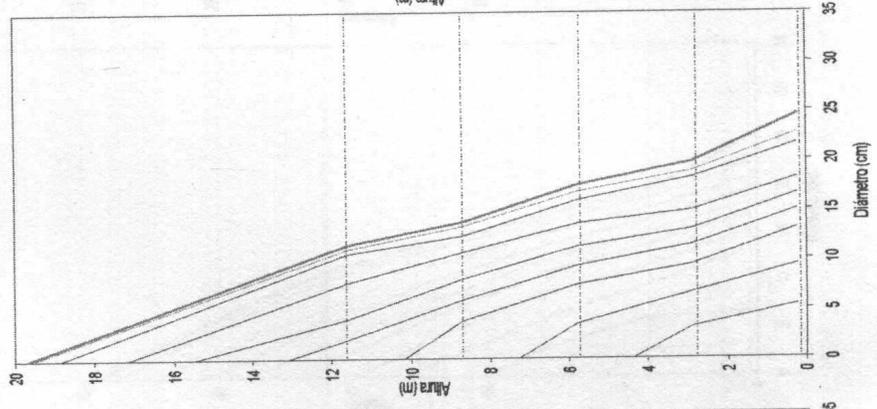
Arbol 2

Arbol 2



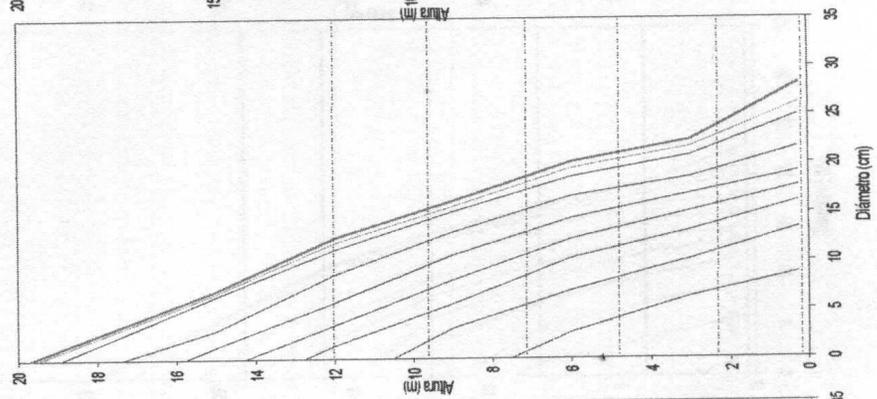
Arbol 3

Arbol 3



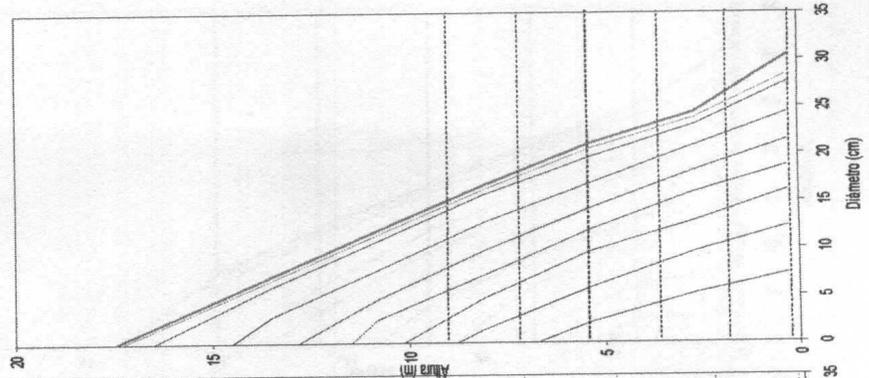
Arbol 4

Arbol 4



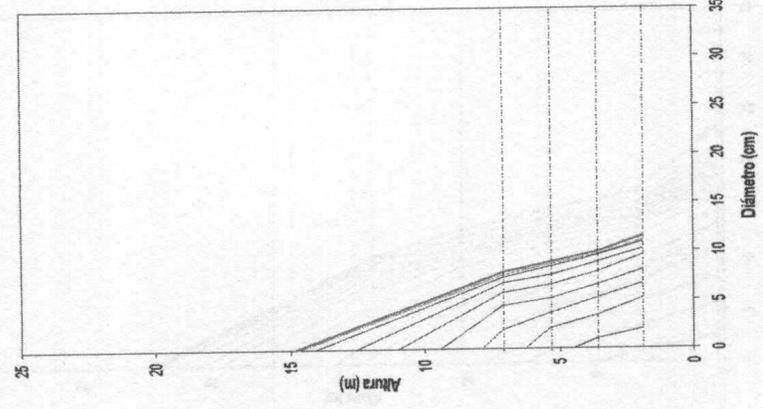
Arbol 5

Arbol 5

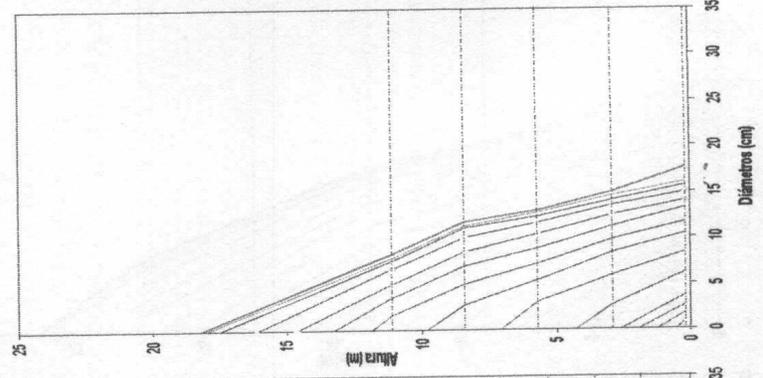


Monte III  
Edad: 12 años

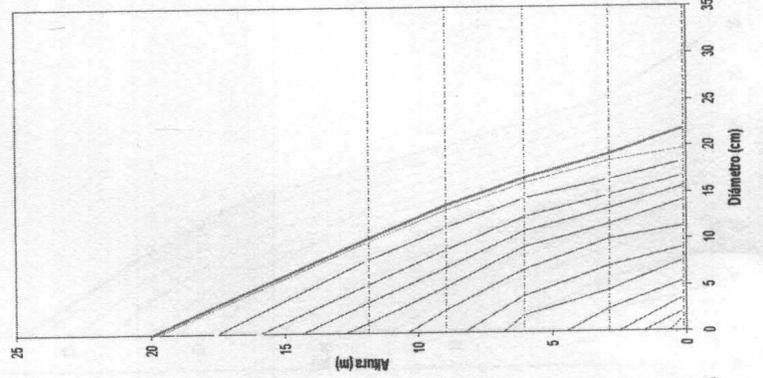
Arbol 1



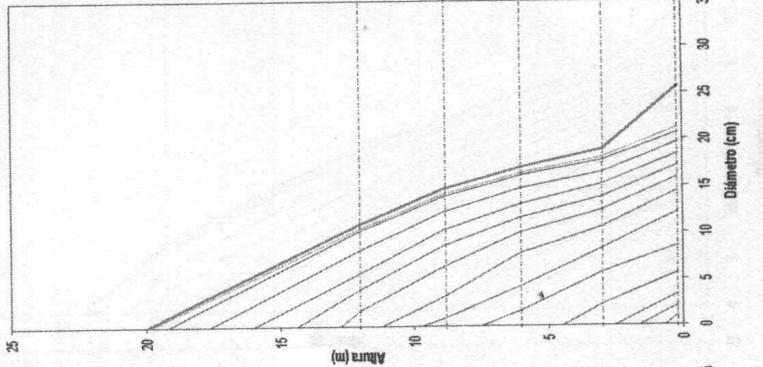
Arbol 2



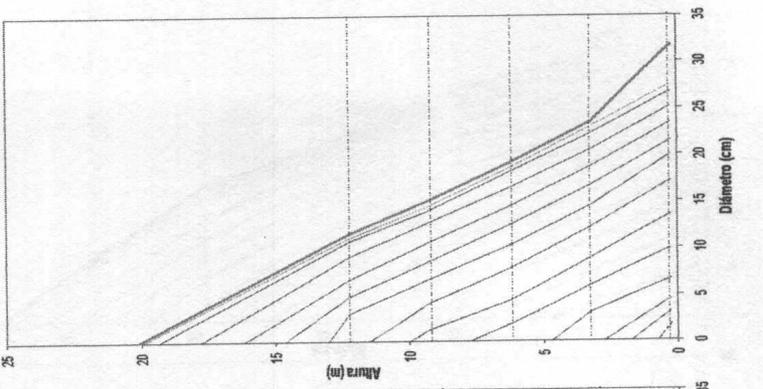
Arbol 3



Arbol 4



Arbol 5



Monte IV  
Edad: 14 años

