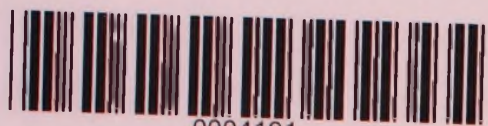


INFOR-FONDEF

253e
INFOR



0004191

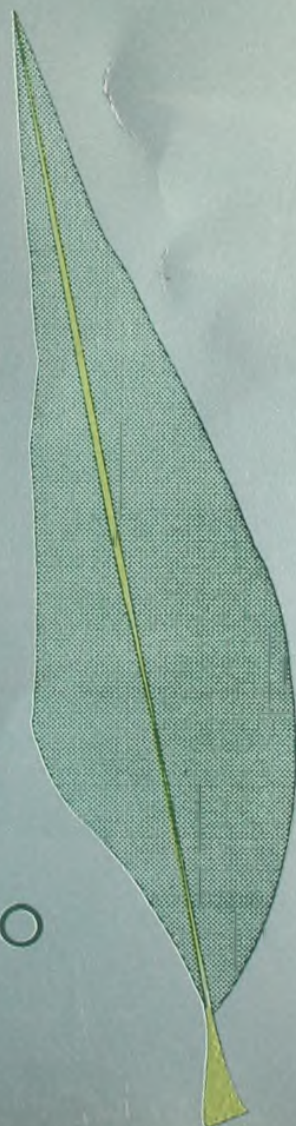


Crecimiento Intra Anual de los Eucaliptos en Chile

Marjorie Martin Stuken

Proyecto CONICYT-FONDEF
Antecedentes biométricos y
modelos de apoyo a la
gestión racional del Eucalipto

Julio 1996



INFOR-FONDEF

CRECIMIENTO INTRA ANUAL DE LOS EUCALIPTOS EN CHILE

Marjorie Martin Stiven

**Proyecto CONICYT-FONDEF
Antecedentes biométricos y modelos de
apoyo a la gestión y manejo racional del
Eucalipto.**

Julio 1996

CRECIMIENTO INTRA ANUAL DE LOS EUCALIPTOS EN CHILE

Marjorie Martin S.
Instituto Forestal - Proyecto FONDEF 2/33

Resumen

En este informe se entregan resultados preliminares sobre el crecimiento estacional del eucalipto en Chile. Las variables analizadas corresponden a crecimiento en área basal, en diámetro y en altura. Los datos provienen de parcelas permanentes del proyecto Fondef 2-33 "Antecedentes Biométricos y Modelos de Apoyo a la Gestión y Manejo Racional del Eucalipto". Su objetivo es determinar el mejor período para efectuar las mediciones de parcelas permanentes, junto con establecer ajustes que permitan homologar mediciones cuando éstas son realizadas en diferentes fechas. Los datos se ajustaron a un modelo polinomial propuesto por Tennent (1986). Los resultados indican que el mes de Agosto corresponde al de menor crecimiento, siendo este mes, el base para realizar los ajustes de edad.

1 INTRODUCCIÓN

Determinar la distribución del crecimiento dentro del año, es útil en los árboles y, en especial, en plantaciones de rápido crecimiento, ya que permite disminuir los errores que se introducen en la medición anual de variables como el DAP y la Altura, cuando la toma de datos se realiza en diferentes fechas. Debido a que tales variables pueden cambiar significativamente dentro de un mismo año. Los errores se pueden disminuir cuando la toma de datos se realiza en el período de receso vegetativo o de mínimo crecimiento, o en base a correcciones que permitan homologar mediciones realizadas en fechas distintas (García, 1995).

Además permite determinar las mejores épocas donde realizar las actividades de manejo como raleos y podas, fertilización o eliminación de malezas, las cortas cuando se maneja como monte bajo, o la mejor época para la recolección de material para crecimiento vegetativo.

En términos generales, el incremento es objeto de muchas influencias, que involucran complejos sistemas, como por ejemplo el genotipo, que contiene el incremento potencial. Este incremento se manifiesta en el fenotipo, que además responde a los cambios del medio que rodea al árbol tales como el clima, el suelo, la posición sociológica dentro del rodal y que cambia también con la edad (estados de desarrollo).

De acuerdo a Stage (1991), el crecimiento en un determinado período, de especies perennes y especialmente de los árboles, es respuesta de una ante-dependencia. Lo que significa que el crecimiento de los individuos en el año previo es, *per se*, predictivo del crecimiento del año corriente. Es decir, la tendencia del crecimiento ya está marcada por el año precedente, independiente de las condiciones climáticas del año en curso. Esto implica que el crecimiento actual es gobernado no sólo por el ambiente sino también por características anatómicas y fisiológicas precondicionadas que pueden ser influenciadas por condiciones previas del crecimiento. Stage (op cit), aplica procedimientos de desagregación de efectos climáticos sobre el crecimiento de los bosques. De esta forma presenta un modelo que permite la desagregación del crecimiento estacional en contribuciones diarias usando un factor del clima como es el estrés de humedad.

A través del desarrollo de este estudio, se buscará la corrección de la edad para el caso de mediciones tomadas en distintas fechas y también el período de mínimo crecimiento dentro del año, como la mejor fecha para efectuar las mediciones. Se consideran para este análisis, los datos del primer año, de ahí su carácter de preliminar. Además se entrega la metodología de selección de la muestra.

2 ANTECEDENTES GENERALES

2.1 ANTECEDENTES DE EUCALIPTOS

El género *Eucalyptus* ha tenido mundialmente gran importancia debido a la rapidez de crecimiento de sus especies. Esto ha llevado a realizar diversos estudios respecto de su crecimiento bajo diferentes condiciones. De las investigaciones realizadas en Chile por el Instituto Forestal, principalmente en los programas de introducción de especies y de mejoramiento genético del Eucalipto, se ha podido comprobar la notable variabilidad intra e inter específica que presentan en características tales como producción de biomasa, tasa de crecimiento, resistencia a enfermedades, heladas y déficit hídrico entre otras (Gutiérrez y Chung, 1993; Gutiérrez e Ipinza, 1995).

A pesar de la variación endógena, el comportamiento intra anual del crecimiento responde fuertemente a las condiciones climáticas. En general, los factores del clima que determinan el inicio o la cesación del crecimiento son la precipitación, las temperaturas mínimas absolutas y la longitud del período seco (Prado, 1992). Es así como la existencia de un período seco prolongado provocará un período de receso vegetativo. Si a lo anterior se suman condiciones de altas temperaturas estivales, como en el secano interior, las deficiencias hídricas se hacen más severas debido a las altas tasas de evapotranspiración (Prado, 1992).

También la resistencia a las heladas tiene un marcado comportamiento estacional. De acuerdo a Prado (op cit), durante el verano todas las especies, aún las más resistentes son muy susceptibles al frío. Durante el otoño, cuando las temperaturas comienzan a bajar, se produce un paulatino endurecimiento que las hace más resistentes, hasta alcanzar un

máximo en invierno. La resistencia a las heladas varía también con la edad de las plantas, debido a que el efecto de la helada es mayor a nivel del suelo, por lo tanto afectará más fuertemente a las plantas jóvenes. De acuerdo a Prado, existe evidencia de que la fertilización al aumentar considerablemente la actividad vegetativa de las plantas, las hace más susceptibles al frío.

2.2 ANTECEDENTES GENERALES EN CHILE

Actualmente, se desconocen antecedentes respecto del comportamiento del crecimiento dentro del año para las especies del género Eucalipto en Chile. Los antecedentes encontrados se refieren principalmente a Pino radiata. Así, Cortés (1969), compara el crecimiento de *Pinus radiata* de distintas edades (vivero, 5, 14 y 25 años de edad) durante un año, en la zona de Valdivia. Tras los resultados de este estudio, se observa un crecimiento continuo a través del año, con un período de descanso invernal poco notorio, éste se va haciendo más manifiesto a medida que el árbol aumenta su edad.

El crecimiento en altura de árboles de 14 años, presenta un desarrollo continuo durante el año, con una disminución en los meses de enero a junio, aumentando a un máximo en los meses de octubre a diciembre. En el crecimiento en diámetro, se observó un período de descanso invernal en forma marcada durante los meses de junio a julio y la iniciación del período vegetativo en agosto. En cambio, en pinos de 25 años el período de descanso invernal es más prolongado, con la iniciación del período vegetativo más tarde que en el rodal de 14 años.

Otro estudio importante en Pino radiata, corresponde al realizado por Berti (1985), donde se midieron mensualmente los incrementos en diámetro y altura de árboles entre 5 y 10 años de edad, durante 2 años seguidos, los cuales se diferenciaban en dominantes, codominantes e intermedios. Esta investigación mostró que el diámetro tiene en septiembre su máxima expresión de crecimiento, con un segundo incremento más pequeño en febrero, mientras que la altura tiene una sola máxima, la que ocurre en noviembre. En altura, los árboles que más crecieron durante los 2 años de observaciones fueron los codominantes, seguidos por los dominantes sin diferencias significativas. En diámetro, los dominantes crecieron significativamente más que los otros. El crecimiento porcentual a través del año es prácticamente el mismo para los 3 grupos.

Berti (op. cit) encontró que algunos árboles codominantes terminaron, al cabo de 2 años, como dominantes, bajo el supuesto que los codominantes, en el período juvenil, intentan alcanzar la altura de los dominantes creciendo fuertemente, en desmedro del incremento en diámetro, asegurando que estos árboles al no tener reservas para mantener su posición, serán sobrepasados nuevamente por los mejores diámetros. En este sentido, destaca que, "la elección de los árboles para una poda o un raleo debe estar mucho más ligada al diámetro que a la altura, pues se trata de un parámetro que refleja mejor y con una base más permanente el potencial de desarrollo".

3 MATERIALES Y MÉTODO

3.1 DATOS

Los datos provienen de parcelas permanentes pertenecientes a las empresas que participan en el proyecto Fondef 2-33. Dentro del total de parcelas permanentes que instaló cada empresa, se solicitó la elección de una o más parcelas donde realizar el seguimiento estacional del diámetro y de la altura. Esta selección estuvo orientada por la misma empresa a representar ya sean los mejores sitios para distintas especies del género, el sitio modal de patrimonio, distintas edades, distintas técnicas de establecimiento, etc.

En las siguientes tablas, se indican las empresas participantes y características generales de cada parcela, en términos del año de plantación y parámetros medios iniciales. Cabe mencionar, que el número de mediciones varía entre las parcelas de acuerdo a la fechas de instalación del estudio. También varían, los sitios en los que se ubica cada parcela, las técnicas de establecimiento empleadas, los tratamientos aplicados (tales como fertilización y aplicación de herbicidas) y las especies (*Eucalytus globulus*, *E. nitens*, *E. camaldulensis*).

EMPRESA	PREDIO	PARCELA	ESPECIE	Número de Ensayo
For. ACE Internac.	Torquemada	1	E.globulus	1
For. Anchile	La Promesa	8	E.globulus	2
For. Anchile	Taico	3	E.globulus	3
For. Anchile	Puaucho	14	E.nitens	4
For. Anchile	Taico	P.14 Bl.1	E.globulus	5
For. Angol	Bellavista	1	E.globulus	6
For. Angol	Sta. Cristina	2	E.nitens	7
Bosques Arauco	La Colcha	6	E.globulus	8
For. Bio Bio	Patagual	1	E.globulus	9
Inversiones C.C.A	Bayona	1	E.nitens	10
Inversiones C.C.A	Bayona	2	E.nitens	11
For. Cholguan	San Jorge Zemita	1	E.globulus	12
For. Cholguán	Sta. Isabel	5	E.globulus	13
Dos Alamos	Vegas de Cusilelfu	1	E.globulus	14
Gafonac	San Antonio de Petrel	1	E.globulus	15
Gafonac	Panilonco	2	E.globulus	16

Soc. For. Millalemu	San Isidro	1	E.globulus	18
For. Tierra Chilena	Quinahue	1	E.globulus	19
For. Tomagaleones	La Quila	1	E.globulus	20

Parámetros Medios

NUMERO DE ENSAYO	DAP Rodal (cm)	DAP Inicial (cm)	DAP a Nov.	Altura Rodal (m)	Altura Inicial (m)	Altura a Nov.	Fecha Instalac.	AÑO Plantación
1	3,3	4,2	6,0	3,6	5,3	6,9	01/12/94	91
2	7,5	11,1	13,5		9,8	12,5	09/09/94	89
3	3,5	4,25	8,2		3,8	7,2	08/09/94	92
4	6,0	1,9	7,4		2,0	5,3	09/09/94	92
5		13,5	15,4		15,0	17,2	08/09/94	
6	9,54	10,2	12,6	10,3	10,3	13,8	06/09/94	91
7	6,7	7,6	13,3	5,3	5,0	10,9	16/09/94	92
8	9,2	9,9	11,4	11,6	11,7	15,4	07/09/94	89
9	17,0	19,1	20,3	21,2	22,4	24,3	04/10/94	85
10	3,8	5,1	8,8	3,5	4,5	8,2	31/10/94	91
11	6,3	7,6	11,3	5,5	6,3	9,7	31/10/94	91
12	11,5	12,1	14,2	11,7	13,1	15,1	17/11/94	90
13	8,4	9,5	12,0	7,6	8,8	12,6	17/11/94	91
14	7,9	10	13,3	8,0	9,5	13,7	29/10/94	89
15	6,84	9,2	10,2	7,84	8,8	9,3	25/08/95	91
16	6,34	9,5	9,9	6,46	7,9	7,83	24/08/95	89
17	4,65	6,1	6,9	4,00	5,1	5,5	24/08/95	89
18	6,4	7,5	11,5	6,3	6,2	11,2	15/09/94	90
19	7,13	9,0	11,2	10,1	9,0	12,0	01/09/94	88
20	7,29	9,6	13,5	8,0	9,3	13,4	05/09/94	89

Las variables de DAP, e incremento en DAP se miden cada 2 semanas. En tanto que la altura se mide cada 4 semanas.

3.2 INSTRUMENTOS

Dados los requerimientos de confiabilidad de las mediciones, se diseñó, basado en antecedentes bibliográficos, un instrumento que permite detectar el crecimiento diametral con precisión al décimo de milímetro, conocido como dendrómetro de banda. Este es un elemento de medición que se instala en el árbol a la altura del DAP. El dendrómetro utilizado es el propuesto por Liming (1957), con algunas modificaciones (Bahamóndez et al, 1994).

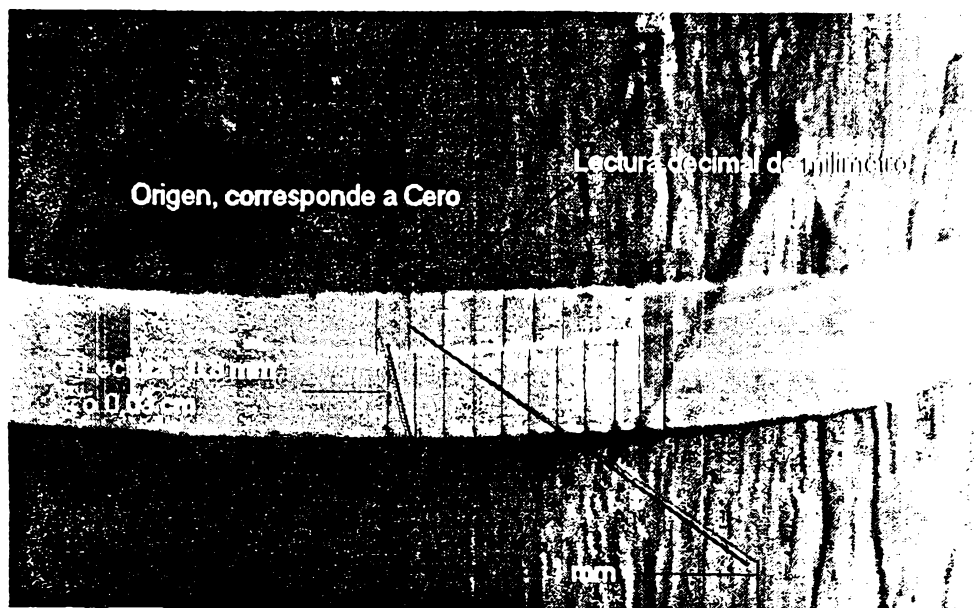


Fig. N°1 : Dendrómetro de banda

Para la medición de alturas los instrumentos utilizados dependen de la disponibilidad de las empresas. Para árboles de baja altura se recomienda el uso de la vara telescópica, con apoyo de binoculares de ser necesario. Se usan estacas sobre el nivel del suelo con el objeto de hacer las mediciones siempre en el mismo lugar. En los casos en que no se cuenta con vara, o de árboles de mayor altura, se recomienda el uso preferente de clinómetros o en su defecto hipsómetros o pistola Haga, apoyados sobre estacas fijas de 1.5 m de altura, a una distancia tal, que el ángulo superior no exceda los 50°.

3.3 MUESTREO

Dentro de cada parcela se efectuó un muestreo orientado a obtener una selección más eficiente y con estimadores más insesgados, basado en los resultados obtenidos por García (1992), usando como variable el área basal por hectárea, ya que es una importante variable de estado endógena, predictora en modelos de simulación. Es, además, un buen indicador

de la densidad del rodal, ya que su magnitud está correlacionada con el número y tamaño de los árboles. También, junto con la altura dominante, el área basal permite la estimación del volumen total de madera existente en un rodal (Morales et al, 1979).

Junto con lo anterior, numerosos estudios indican que el incremento en área basal (IG) por hectárea está fuertemente correlacionado con el área basal mismo (G). Para un sitio de crecimiento dado, IG es creciente con respecto a la edad de la plantación, hasta que sobre cierto nivel de G el espacio de crecimiento de los individuos se reduce y el IG comienza a decrecer.

Otra razón para utilizar el área basal, es que generalmente para las predicciones se usan modelos de crecimiento de rodal, donde las variables más importantes son justamente el área basal por hectárea y el volumen. Ahora bien, los datos básicos con los que se cuenta generalmente para estimar estas variables corresponden a los DAP de la parcela desde donde se obtendrá la muestra, y la variable de estado del rodal que tiene una mejor correlación con los diámetros es el área basal. Los resultados obtenidos por García (op cit) indican que para una mejor estimación del área basal es mejor ocupar el método "Muestreo ordenado sistemáticamente con probabilidad proporcional a la predicción" (OSP3) y con el estimador de varianza mínima insesgada (MVI) de Horwitz-Thompson. Método que entrega los mejores resultados en la estimación del área basal de la parcela (García. 1992).

El diseño de muestreo tiene 2 partes, un plan de muestreo que determina las probabilidades de selección de las posibles muestras y un procedimiento de inferencia, el que aquí es un estimador de punto. La información auxiliar, en este caso los valores de DAP actual, pueden usarse en el plan de muestreo, en el estimador o en ambos.

Para elegir los "n" árboles de la muestra se calculan las áreas basales (o DAP al cuadrado) de la lista de árboles de la parcela (X_i^2 , $i = 1, \dots, N$, en que N es el número de árboles de la parcela). La lista se ordena en forma creciente. El rango de los valores acumulados de X se dividen en n intervalos, tamaño de muestra n , se calcula el intervalo (L) como :

$$L = \sum X_i^2 / n$$

donde X_i = DAP del individuo "i" de la parcela,
 $i = 1, \dots, N$

Se selecciona un punto inicial al azar s entre 0 y L . Cada árbol se escoge como el primero cuyo valor de X_i acumulado supere cada uno de los números: s , $s + L$, $s + 2L$, ... , $s + (n-1)L$.

Con este propósito, en una parcela permanente de cada empresa se escogieron 10 árboles ($n = 10$) para mediciones del crecimiento periódico en DAP. De éstos, se tomaron 5 individuos para las mediciones de altura.

3.4 ESTIMADOR

Las probabilidades de inclusión individual (π_i) para $X_i \leq L$ son:

$$\pi_i = nX_i / \sum X_j, \text{ con } n = \text{tamaño de la muestra; } j = 1, \dots, N.$$

El método comúnmente conduce a estimaciones más eficientes. Sin embargo, se requiere el listado y la numeración de todos los árboles antes de la selección.

Se estima el área basal media (\bar{Y}) como :

$$\bar{Y} = \sum Y_i / N \quad i = 1, \dots, N.$$

La estimación del área basal de la parcela se obtiene multiplicando por el número de árboles conocidos. N .

Las ecuaciones de estimación se dan aquí en términos de las probabilidades de inclusión π_i . Así ellas pueden ser aplicadas en una forma uniforme a cualquier plan de muestreo. El estimador de la varianza mínima insesgada (MVI) para la media con muestreo de probabilidad variable es el estimador Horwitz-Thompson:

$$\hat{\bar{y}} = \frac{1}{N} \sum \frac{y_i}{\pi_i}$$

3.5 PROCESAMIENTO DE DATOS

Para la construcción de los estimadores se calculó el DAP al cuadrado a toda la parcela de muestreo para obtener el total acumulado. Luego se determina la probabilidad de inclusión individual, correspondiente al método de muestreo y que permite la construcción del estimador. Esta se calcula, para este caso, como:

$$\pi_i = nX_i / \sum X_j, \text{ con } n = 10 \text{ (total de la muestra de árboles).}$$

Posteriormente, para cada fecha de medición y para cada árbol se calcula el área basal dividida por la probabilidad de inclusión individual.

Al cálculo del área basal promedio, de cada fecha de medición de una determinada parcela, se suman los ponderados de cada período y se divide por el número de árboles:

$$\hat{\bar{y}} = \frac{1}{N} \sum \frac{y_i}{\pi_i}$$

donde N es el número de árboles de la parcela.

A objeto de relacionar con mayor facilidad el análisis de los resultados se ha preferido trabajar con el área basal por hectárea en lugar del área basal promedio de la parcela. En el caso de la altura, ya que la muestra de alturas corresponde a una submuestra de los árboles que fueron seleccionados bajo el criterio del área basal, es decir, no corresponde a una muestra de altura dominante, se utilizó para el análisis la altura promedio de cada parcela en para cada fecha de medición. También se analiza el crecimiento en diámetro medio de la parcela.

Con el propósito de hacer comparables las observaciones y debido a que el objetivo de este estudio está orientado a la distribución del crecimiento en el año, más que al monto del crecimiento, los datos analizados corresponden a transformaciones porcentuales del crecimiento, es decir, el monto total de crecimiento de cada parcela corresponde al 100 por ciento del año, y en este estudio se analizan y comparan los porcentajes correspondiente a cada mes. El análisis de crecimiento mensual como porcentaje del crecimiento anual corresponde a un promedio de todas las observaciones involucradas.

Debido, además, a que las fechas de medición son independientes para cada empresa, y éstas en su mayoría no coinciden, fue necesario homogenizar los datos a objeto de hacer comparaciones válidas. Para la transformación, las fechas de medición se convierten en valores de cero a uno, tomando la fecha de menor crecimiento el valor cero, llegando a uno al completar el año.

Se ajustó a un modelo polinomial de grado 7 propuesto por Tennent (1986):

$$y = a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5 + a_6x^6 + a_7x^7$$

Sujeto a las siguientes restricciones

$$a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 + a_7 = 100$$

$$2a_2 + 3a_3 + 4a_4 + 5a_5 + 6a_6 + 7a_7 = 0$$

$$6a_3 + 12a_4 + 20a_5 + 30a_6 + 42a_7 = 0$$

donde : $0 \leq x \leq 1$, proporción del año
 $0 \leq y \leq 100$, porcentaje de crecimiento acumulativo
 a_i = coeficientes

4 RESULTADOS

Periódicamente se han ido entregando los gráficos que muestran el comportamiento del crecimiento en DAP y en altura para cada parcela, según las mediciones enviadas por las propias empresas. De igual forma se han realizado permanentes visitas por parte de INFOR para el control y reemplazo de dendrómetros. Esto ha permitido la identificación de algunos problemas junto con la adaptación de nuevas herramientas de medición.

Es necesario destacar, nuevamente, que los resultados entregados en este informe tienen un carácter preliminar. Aún no se completa el período de mediciones y en algunos casos sólo una pocas fechas están disponibles, lo que ha obligado a trabajar un modelo general que incluye sólo las parcelas con mayor cantidad de mediciones.

Las primeras parcelas fueron instaladas en septiembre de 1994, mientras que las más recientes corresponden a agosto de 1995. Este informe se basa en los datos obtenidos desde las primeras instalaciones a diciembre de 1995. No se incluyeron en los datos las parcelas ubicadas en la Sexta Región, que por tener menor tiempo no completan un año de mediciones y por lo tanto se desconoce el crecimiento total del año con el cual calcular los porcentajes. Otra parcela excluida en el análisis, es la parcela 1 de Forestal ACE, cuyas condiciones de crecimiento son diferentes al del resto de las parcelas dada su ubicación geográfica.

4.1 DENDROMETROS

Respecto del uso del dendrómetro, tras el tiempo de ensayo transcurrido, se desprende que es una herramienta que facilita la medición de los diámetros, permite la lectura siempre en un mismo punto, rápida y repetible. El diseño, sin embargo, ha presentado algunas dificultades en plantaciones muy jóvenes (menores a 5 cm en DAP) y que todavía conservan bordes en esquinas, y donde el dendrómetro al parecer, ofrece resistencia al crecimiento. Esto puede ser solucionado modificando el diseño del dendrómetro.

También se observó alguna dificultad en la lectura del dendrómetro, que es equivalente a la lectura en un pie de metro, y que se puede solucionar con un mejor entrenamiento.

En un principio estos instrumentos fueron pensados para permanecer sin cambio por un año. Diversos motivos han obligado a cambiarlos aproximadamente cada 3 meses. Uno de éstos ha sido el fuerte crecimiento en plantaciones jóvenes, de diámetros cercanos a 5 o 6 cm, donde para el tamaño de los árboles se adaptaron dendrómetros marcados hasta 2,5 a 3 cm de crecimiento, magnitud que estos árboles completan en el citado período. No es el caso de las plantaciones adultas, de hecho, en la plantación más antigua con ensayo. El Patagual, no ha sido necesario cambiar los dendrómetros, después de más de un año de mediciones.

Otra razón para el cambio, en ensayos cercanos a poblados, ha sido tal vez lo llamativo del aluminio del dendrómetro y del resorte. En los casos donde la pérdida de dendrómetros ha sido muy frecuente, se ha adoptado el uso de una regleta junto a la huincha diamétrica, que mejora la precisión de la lectura, siempre teniendo cuidado de hacer la lectura en el mismo punto.

4.2 MEDICION DE ALTURA

La medición periódica de alturas no ha estado libre de inconvenientes. Desde la forma globosa de la copa del eucalipto, la medición durante todo el año, que supone también el efecto del viento, hasta la presencia de ápices quebrados o quemados por heladas sin duda han influenciado los resultados obtenidos. Frente a estas dificultades se está en la búsqueda de nuevos métodos que permitan un menor error.

4.3 CRECIMIENTOS

Respecto del incremento mínimo en AB, en 1995 sólo 4 parcelas detuvieron el crecimiento, en al menos un par de semanas. Y, en la mayoría coincide con la primera quincena de agosto. Sin embargo, a partir de julio y quizás hasta principios de septiembre el crecimiento es relativamente bajo. Esta fecha correspondería al óptimo para remedir las parcelas permanentes o bien instalarlas. Para la Quinta Región el período de mínimo crecimiento correspondió a la temporada de verano, desde principios de enero a principios de abril. Aunque es necesario recordar que los resultados presentados aquí corresponden con los datos obtenidos a partir de principios de septiembre de 1994 a principios de diciembre de 1995.

Los períodos de crecimientos mínimos y máximos en área basal se presentan en la tabla N°3. Los gráficos que muestran el crecimiento periódico por parcela se encuentran en el anexo.

De acuerdo a la tabla N°3, algunas parcelas presentaron más de un período máximo y mínimo. Incluso en algunas se producen bajas de crecimiento en enero, indicando restricción hídrica al crecimiento. Como es el caso que se observa en la parcela ubicada en la V Región donde el crecimiento no cesa durante el año, salvo en el período de verano. En general los crecimientos máximos en área basal ocurren durante el verano y los mínimos entre julio y agosto. Es necesario recordar que los últimos años ha existido un fenómeno de sequía muy fuerte, junto al fenómeno del invierno pasado de grandes nevazones. Además, debido a que el crecimiento está influenciado por las condiciones climáticas se reafirma la necesidad de mayores períodos de estudio.

En la tabla N°4 se presentan los períodos de crecimiento máximos y mínimos en altura de cada parcela. En general los períodos mínimos parecen corresponder a los meses desde agosto a septiembre, en algunos casos un poco antes. En general también se aprecia un

crecimiento máximo en verano. Sin embargo, los meses de abril y mayo en algunas parcelas han resultado ser los de mayor crecimiento en altura. De acuerdo a los datos, se puede observar que el crecimiento en altura aparece un poco desplazado en el año en relación al crecimiento en área basal.

Tabla N° 3 : Períodos de crecimientos máximos y mínimos en Área basal de cada parcela

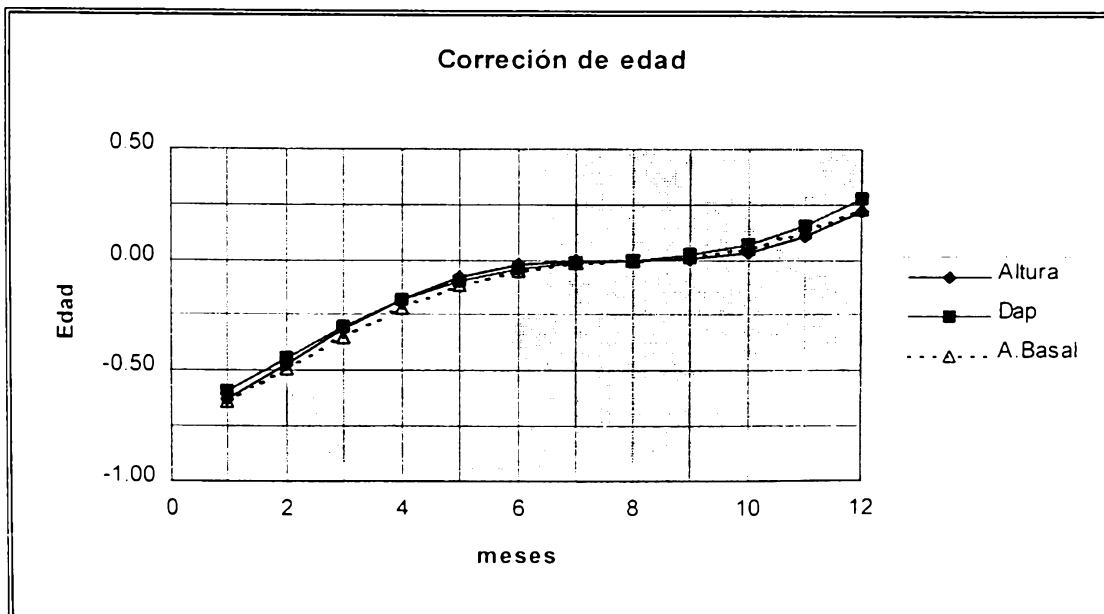
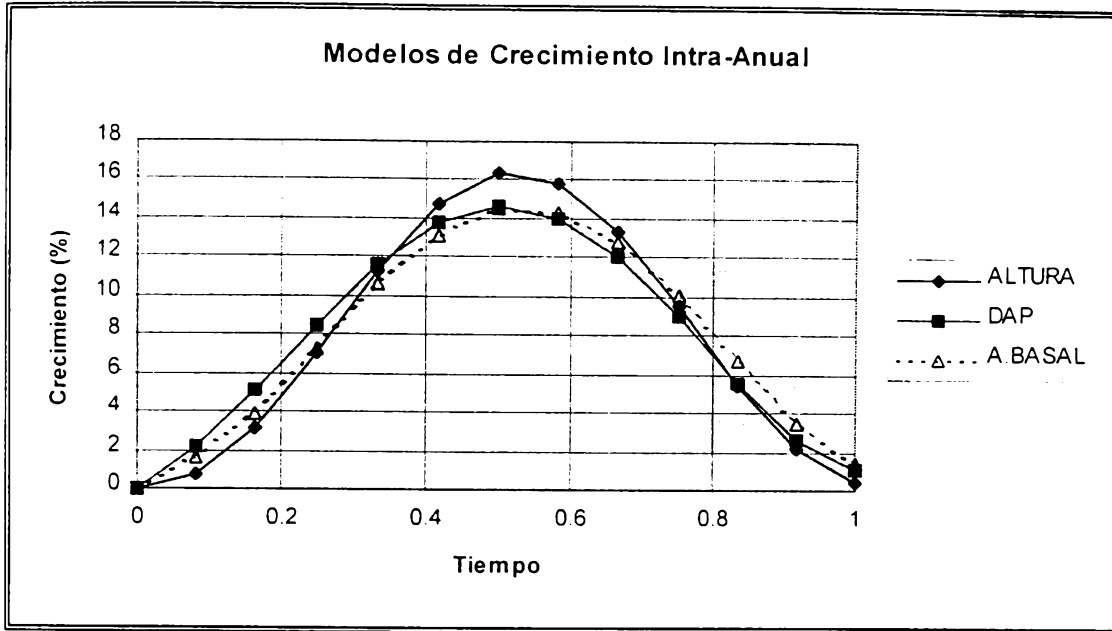
PREDIO	Crecimiento Mínimo	Crecimiento Máximo
Torquemada	Enero - Marzo	Septiembre - Noviembre
La Promesa	Julio - Agosto	Octubre-Noviembre/ Marzo-Abril
Taico 3	Julio- Septiembre	Fines de Enero
Puaucho	Junio- Agosto	Enero - Febrero
Taico P.14	Julio - Agosto	Enero-Marzo / Octubre
Bellavista	Agosto	Septiembre- Febrero
Sta. Cristina	Junio-Agosto	Diciembre-Febrero
La Colcha	Julio-Agosto	Noviembre/ Enero-Mayo
Patagual	Julio - Agosto	Diciembre / Abril
Bayona 1	Mayo / Agosto-Septiembre	Enero
Bayona 2	Agosto	
San Jorge Zemita	Julio-Agosto	Abril ?
Sta. Isabel	Julio-Agosto	Abril?
Vegas de Cusilefu	Agosto	Septiembre-Octubre
San Antonio de Petrel	Escasas mediciones	Escasas mediciones
Panilonco	”	”
Las Damas	”	”
San Isidro	Agosto	Octubre-Noviembre
Quinahue	Mayo-Julio	Octubre / Febrero
La Quila	Julio- Agosto	Enero

Tabla N° 4 : Períodos de crecimientos máximos y mínimos en altura de cada parcela

PREDIO	Crecimiento Mínimo	Crecimiento Máximo
Torquemada	Enero - Marzo	Septiembre - Octubre
La Promesa	Agosto	Enero
Taico 3	Junio- Agosto	Diciembre - Enero
Puaucho	Agosto	Enero
Taico P.14	Junio - Agosto	Diciembre
Bellavista	Octubre	Mayo
Sta. Cristina	Octubre/ Junio-Agosto	Febrero
La Colcha	Septiembre	Mayo
Patagual	Agosto - Septiembre	Noviembre
Bayona 1	Agosto-Septiembre	Mayo
Bayona 2	Septiembre	Mayo
San Jorge Zemita	Julio-Agosto	Abril
Sta. Isabel	Julio-Agosto	Abril
Vegas de Cusilefu	Agosto	
San Antonio de Petrel	Escasas mediciones	Escasas mediciones
Panilonco	”	”
Las Damas	”	”
San Isidro	Agosto - Septiembre	Mayo
Quinahue	Agosto - Septiembre	Febrero - Marzo
La Quila	Julio - Agosto	Febrero - Marzo

4.4 CORRECCIÓN DE EDADES

El ajuste de los DAP, altura y área basal entregaron un r^2 ajustado de 0.977. Las gráficas de los modelos se presentan en la Figura N°2.



La corrección consiste en sumar los siguientes valores a las edades nominales, según el mes de medición.

	<i>Altura</i>	<i>Dap</i>	<i>Area Basal</i>
Enero	-0,63	-0,59	-0,63
Febrero	-0,47	-0,44	-0,49
Marzo	-0,31	-0,30	-0,35
Abril	-0,18	-0,18	-0,22
Mayo	-0,08	-0,09	-0,12
Junio	-0,03	-0,04	-0,05
Julio	0,00	-0,01	-0,01
Agosto	0,00	0,00	0,00
Septiembre	0,01	0,02	0,02
Octubre	0,04	0,07	0,06
Noviembre	0,11	0,16	0,13
Diciembre	0,22	0,27	0,23

5 DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Los resultados obtenidos en este estudio preliminar indican que tanto en área basal como en altura el crecimiento presenta una variación estacional, generando períodos de máximo y mínimo crecimiento dentro del año. Sin embargo, sólo en algunas parcelas el crecimiento llega a ser nulo.

Algunos autores (Valenziano, S. 1967; Karschon, R. 1964) indican que ciertas especies del género *Eucalyptus* se desarrollan bajo condiciones climáticas anuales prácticamente homogéneas en su lugar de origen, y por lo tanto su crecimiento es ininterrumpido a lo largo del año. Sin embargo, estas mismas especies creciendo en condiciones hídricas o térmicas más extremas desarrollan cierta adaptación al clima que les permite detener el crecimiento en condiciones adversas. Estos autores indican que de ser cierto lo anterior, especies como el *E.camaldulensis* o el *E.viminalis* no presentarían un período de receso vegetativo verdadero, sino sólo una detención del crecimiento. Esta hipótesis se sustenta en el hecho de que estas especies no presentan protección invernal de las yemas latentes, característica de especies con período de receso vegetativo. Otra característica, de algunas especies de este género, que reafirma la hipótesis anterior, es la falta de anillos de crecimiento claramente definidos, esto es, la ausencia de madera terminal del anillo. De hecho sólo unas pocas especies que crecen a grandes altitudes en Victoria y Tasmania tienen anillos de crecimiento claros (*E.coccifera*, *E.pauciflora* y *E.stellulata*) (Dunwiddie y LaMarche, 1980).

Por otra parte, como evidencia contraria a esta hipótesis y confirmando la existencia de un período de receso, en el caso de *E.camaldulensis*, estival, Karschon (1964) menciona la dificultad para enraizar estacas tomadas en la época de verano, y la falta de respuesta al riego. Debido a este período de dormancia en verano, es que para esta especie se sugiere la medición anual en verano y no en invierno como se recomienda generalmente.

Sin embargo, actualmente se reconoce ampliamente que el factor más preponderante sobre el enraizamiento de estacas es la edad de los tejidos, donde árboles mayores de 4 a 5 años difícilmente forman raíz (Gutiérrez & Ipinza, 1992) y que frente a la mejor época para tomar estacas se prefieren las intermedias a las extremas, más que por algún efecto de latencia, por la dificultad de mantener condiciones ambientales óptimas para el enraizamiento en verano e invierno (Gutiérrez comunicación personal).

A modo de determinar el efecto que las variables climáticas tienen sobre el crecimiento de los ensayos del presente estudio, y debido a que éste no contempla la medición dichas variables, se obtuvo, a través de la Dirección Meteorológica de Chile, los datos mensuales de precipitación y temperatura mínima absoluta para la ciudad más importante de las regiones que cuentan con ensayos de crecimiento estacional. Esto es: Valparaíso, Concepción, Temuco y Valdivia para el período comprendido entre septiembre de 1994 y diciembre de 1995. Los gráficos se presentan en el anexo.

Aunque las variables climáticas no corresponden exactamente al sitio de los ensayos, se puede apreciar que la disminución en el crecimiento se correlaciona casi perfectamente con la disminución de la temperatura mínima absoluta. Esto, que deber ser corroborado con nuevos períodos de medición, sustentaría la hipótesis de que estas especies de *Eucalyptus* no presentan período de receso, y la detención del crecimiento corresponde con condiciones adversas del clima. Por otra parte, esto también explicaría la gran sensibilidad a las heladas de estas especies, que no tienen las estructuras de protección que se desarrollan para enfrentar períodos de latencia.

La disminución del crecimiento en la V Región está naturalmente más relacionada con las precipitaciones que con las temperaturas mínimas, y por tanto el período de mínimo crecimiento corresponde además al de ausencia de precipitaciones, aunque la curva de crecimiento y la de las precipitaciones están un poco desplazadas.

REFERENCIAS

Bahamóndez, C; Blanco, R.; Kahler, C; Martin, M. 1994. Manual de Mediciones de Crecimiento Estacional. INFOR - FONDEF 2-33. Informe Interno.

Berti S.,S. 1985. Crecimiento Mensual de diámetro y Altura en árboles jóvenes de Pino Radiata: Diferencias entre Dominantes, Codominantes e Intermedios y Consecuencias para el manejo. En Pinus Radiata Investigación en Chile. De. Olivares P.,B. ; Morales V, E. Tomo I.

Cortés T., M. 1969 .Crecimiento de diferentes clases de edades de Pinus radiata D.Don, en el transcurso de un año. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile.

Dunwiddie, W.P; LaMarche, V.C.Jr. 1980. Dendrochronological characteristics of some native Australian trees. Aust. For., 43 (2) :124 - 135.

García V., O. 1992. Sampling for tree-ring analysis. IUFRO 1992. Australia.

García V., O. 1995. Indices de Sitio Preliminares para Eucalipto. Proyecto CONICYT-FONDEF. Antecedentes biométricos y modelos de apoyo a la gestión y manejo racional del Eucalipto.

Gutiérrez, B; Ipinza, R. 1992. Resultados preliminares de un ensayo de enraizamiento de estaquillas de *Eucalyptus globulus* spp *globulus*. Cci. e Inv. For. 06 (01) : 61 - 79.

Gutiérrez, B.; Chung, P. 1993. Crecimiento inicial de 23 procedencias y 196 familias de *E.camaldulensis*, en cuatro sitios de la zona central de Chile. Ccia.e Inv. For. 07 (01):005 - 021.

Karschon, R. 1964. Periodicity of growth in *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. and *E.gomphocephala* A. DC. Leafl. For. Div. Nat. Univ. Inst. Agric. Ilanoth N°24, pp18.

Leal, L.; Araujo, C.; Tomé, M.; Pereira, J. 1987. Seasonal Variation in growth of fertilized and irrigated *Eucalyptus globulus* under a mediterranean type of clima in Portugal. Poster presented at the NATO ARW "Forest Biomass for Fiber and Energy". International Experiments on Biomass Production and Utilization. Óbitos, Portugal.

Liming, F. 1957. Homemade Dendrometers. Journal of Forestry. pp 575- 577.

Morales A., R; Weintreaub P., A; Peters N., R; García, J. 1979. Modelos de Simulación y Manejo para Plantaciones Forestales. Conceptos y Revisión Bibliográfica. Santiago . Chile. Proyecto CONAF/PNUD/FAO. Documento de Trabajo N° 30.

Prado, J.A. 1989. Selección de especies y procedencias. En Prado, J; Barros, S., Eds. Eucalyptus. Principios de silvicultura y manejo. Stgo., Chile. INFOR.pp 42 - 55.

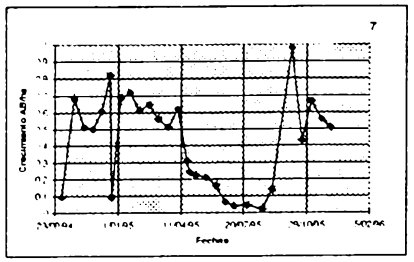
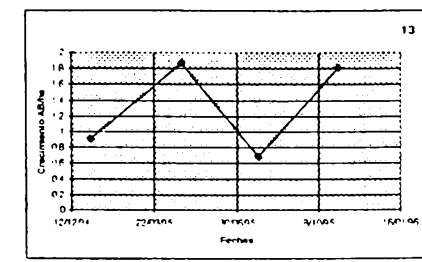
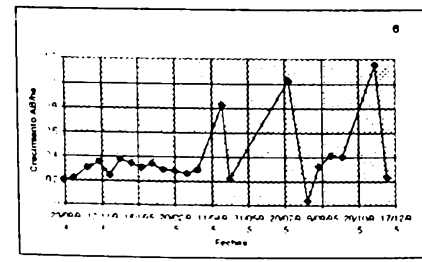
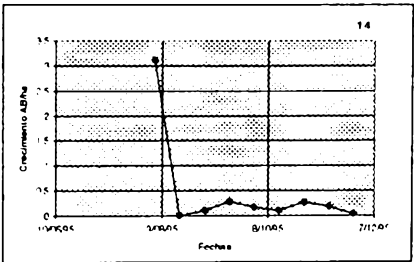
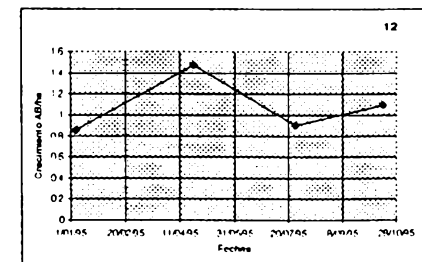
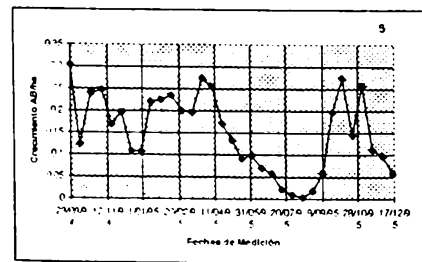
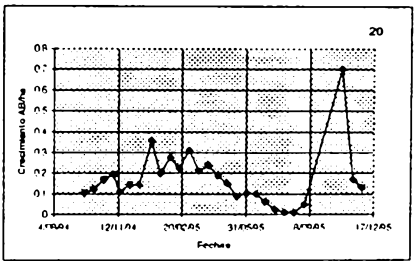
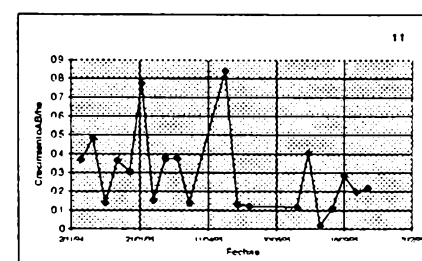
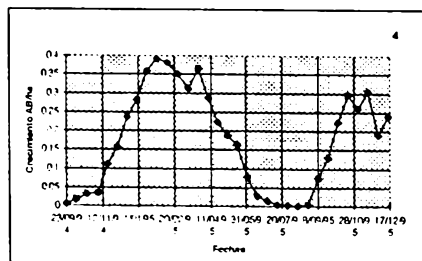
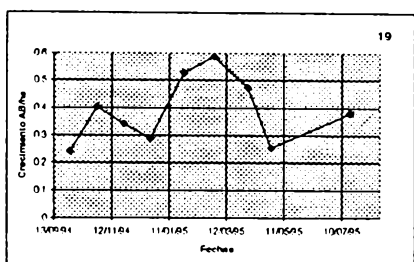
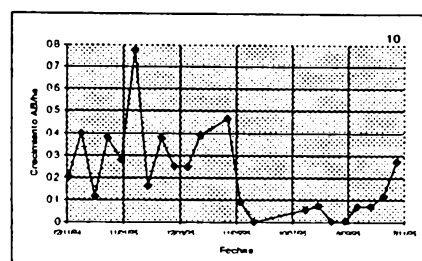
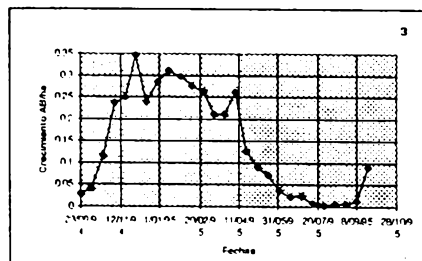
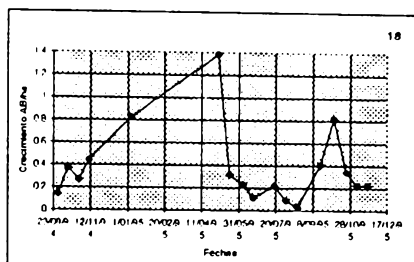
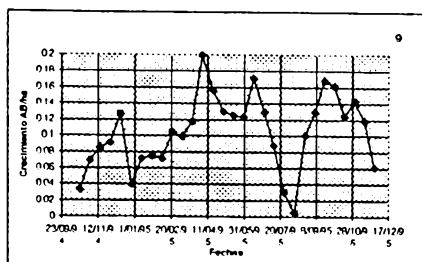
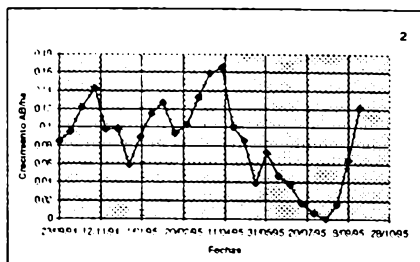
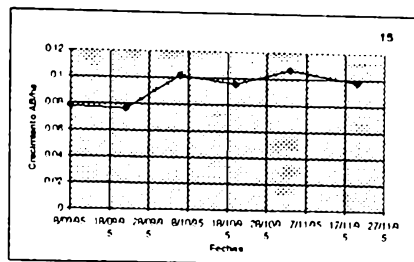
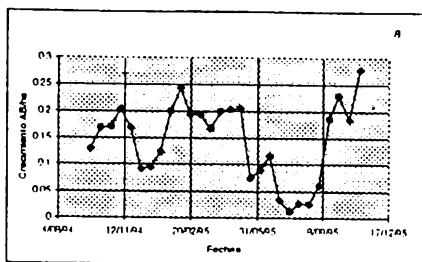
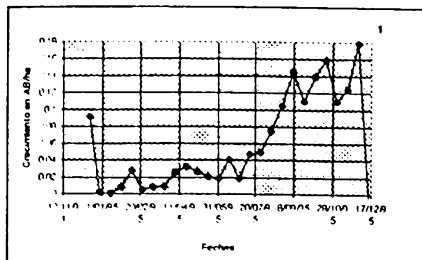
Stage, A. 1991. Statistical procedures for disaggregation applicable to modeling climatic effects on forest growth. USDA Forest Service. Intermountain research station. Research Note INT 395.

Tennent R. 1986. Intra-annual growth of young *Pinus radiata* in New Zealand. New Zealand Journal of Forestry Science 16 (2): 166 - 75.

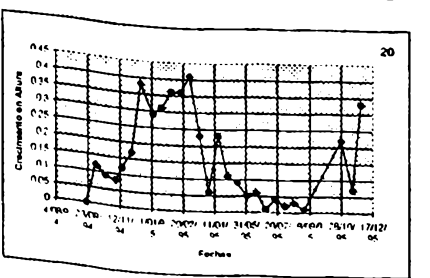
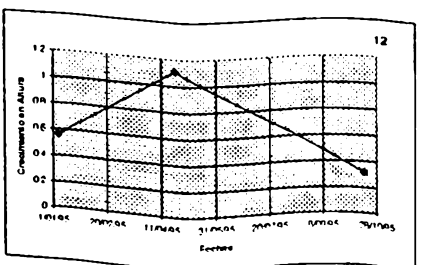
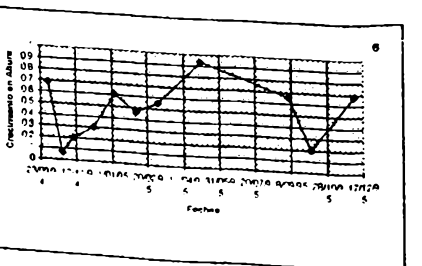
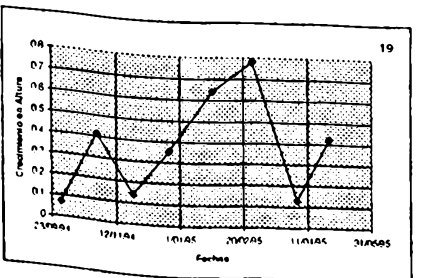
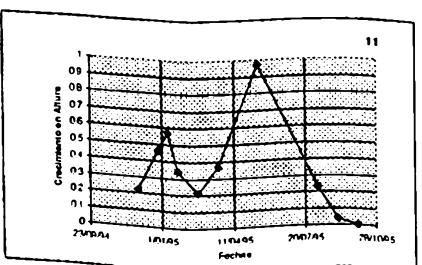
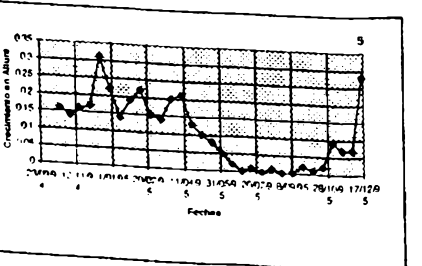
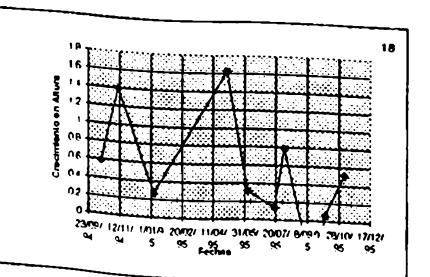
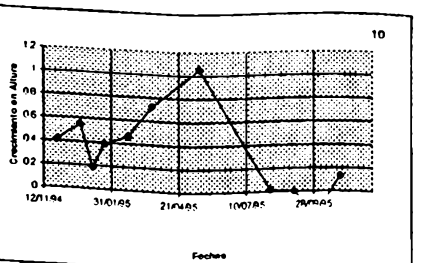
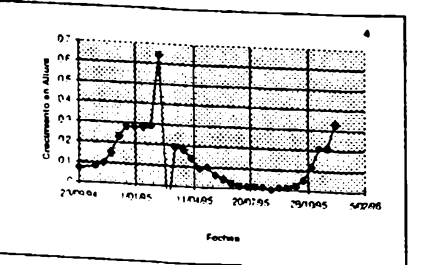
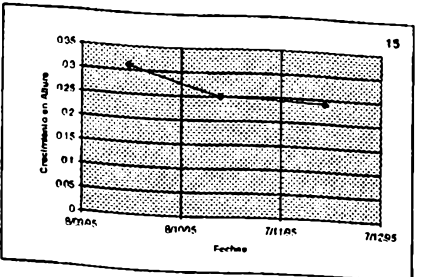
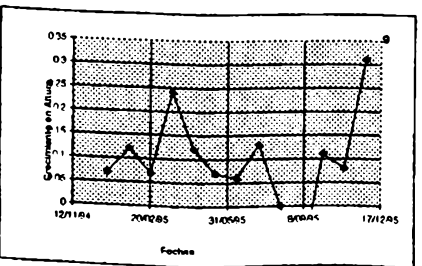
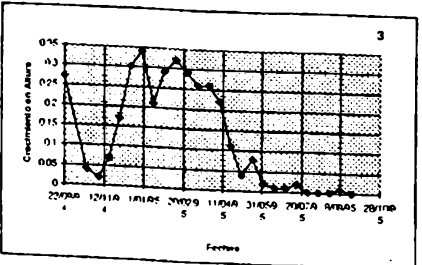
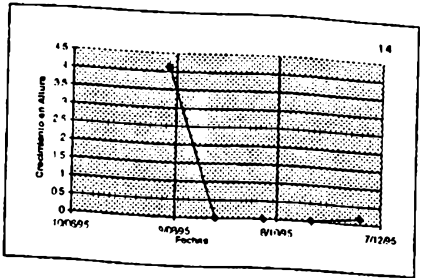
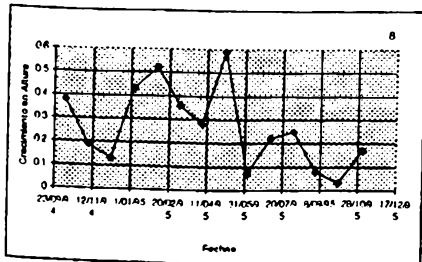
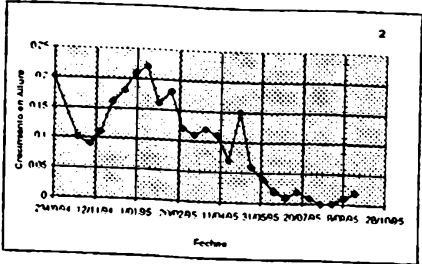
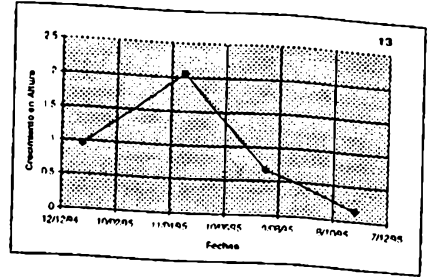
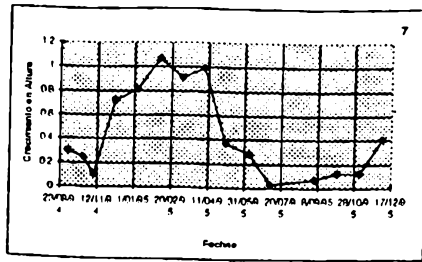
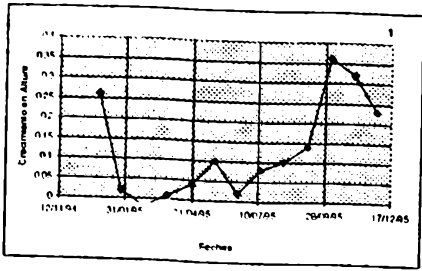
Valenziano, S.; Scaramuzzi, G. 1967 .Osservazioni preliminari sul ritmo di accrescimento in diametro di *Eucalyptus camaldulensis* ed *E.viminalis* a Roma. Publ. Cent. Agric. For. Vol 9 (3) :189 - 202.

ANEXOS

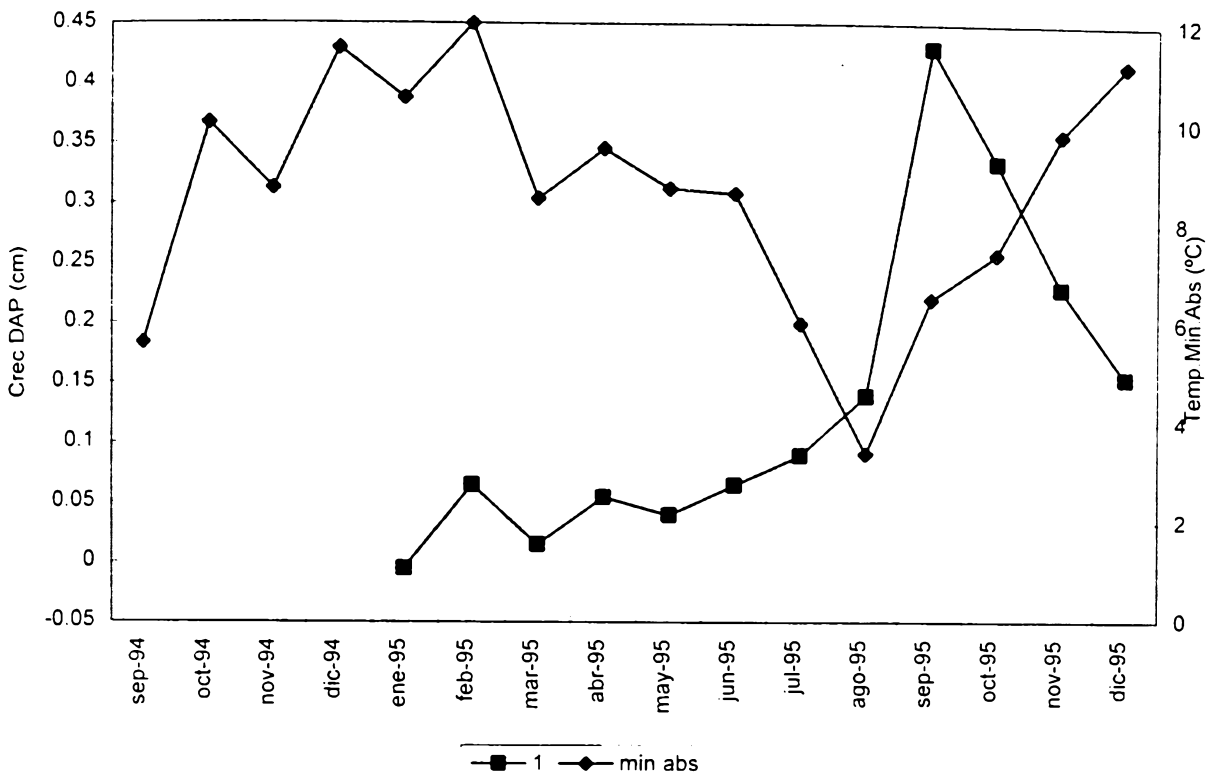
CRECIMIENTO ESTACIONAL EN ÁREA BASAL



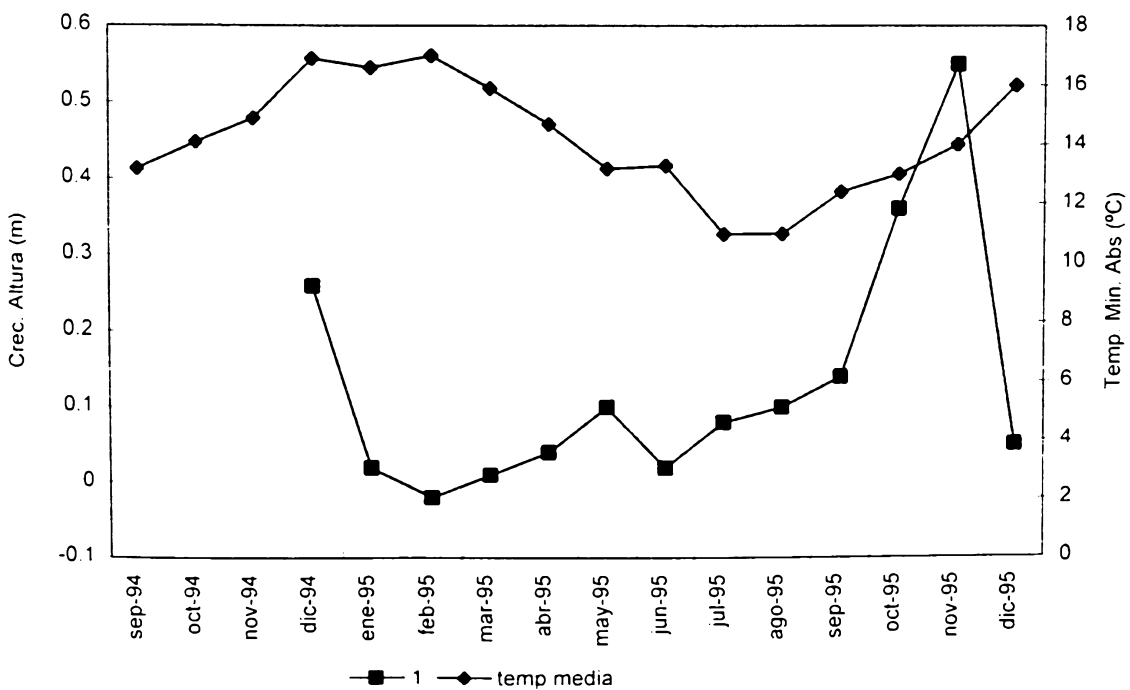
CRECIMIENTO ESTACIONAL EN ALTURA



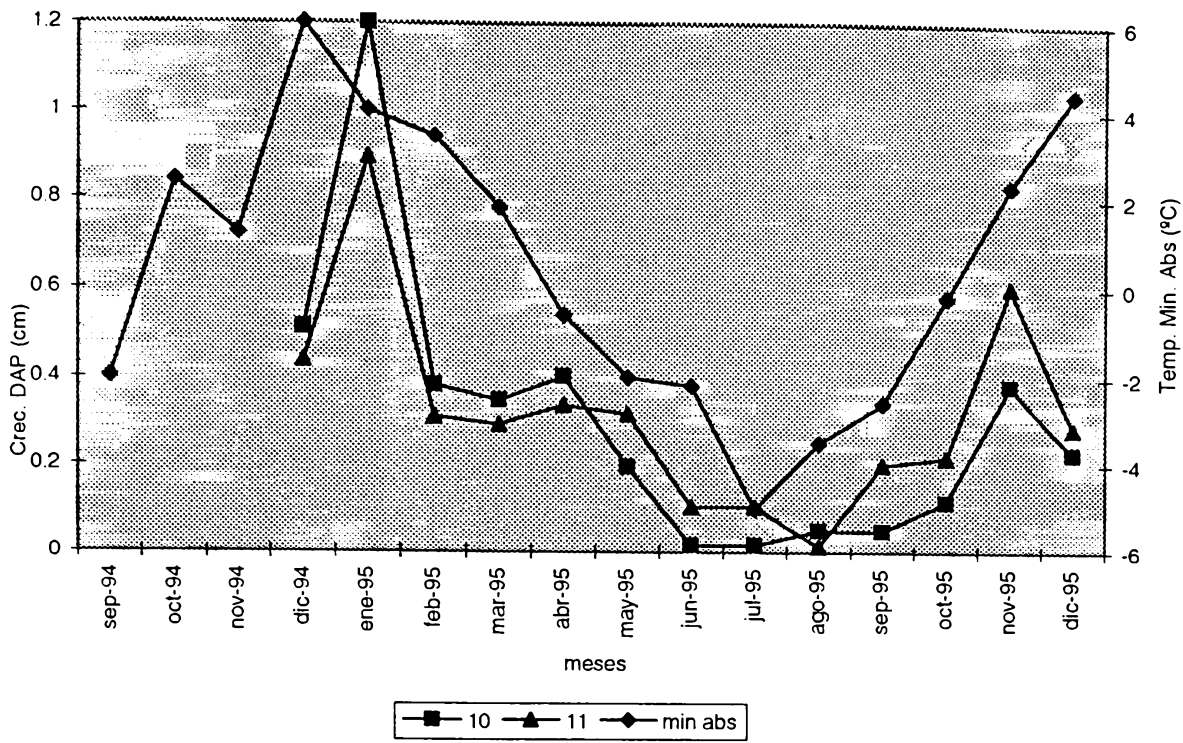
Crecimiento en DAP & Temp. Mínima Absoluta
V Región



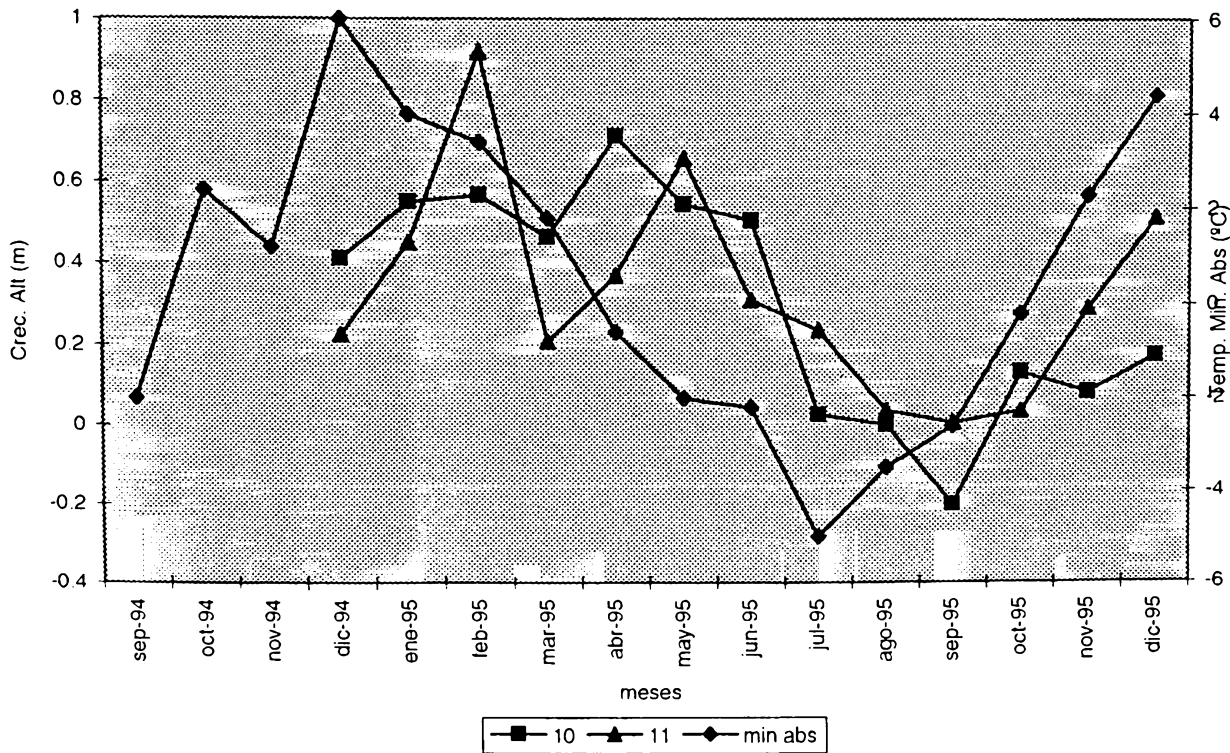
Crecimiento en Altura & Temp. Mínima Absoluta
V Región



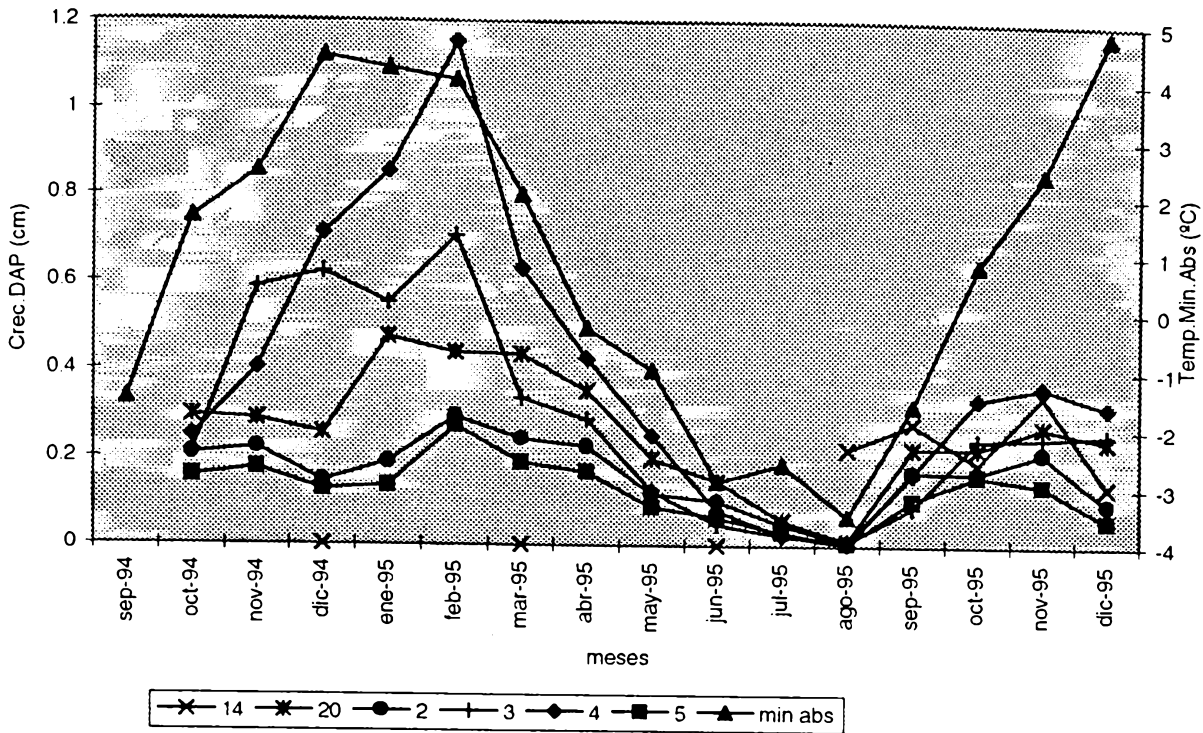
Crecimiento en DAP & Temp. Mínima Absoluta
IX Región



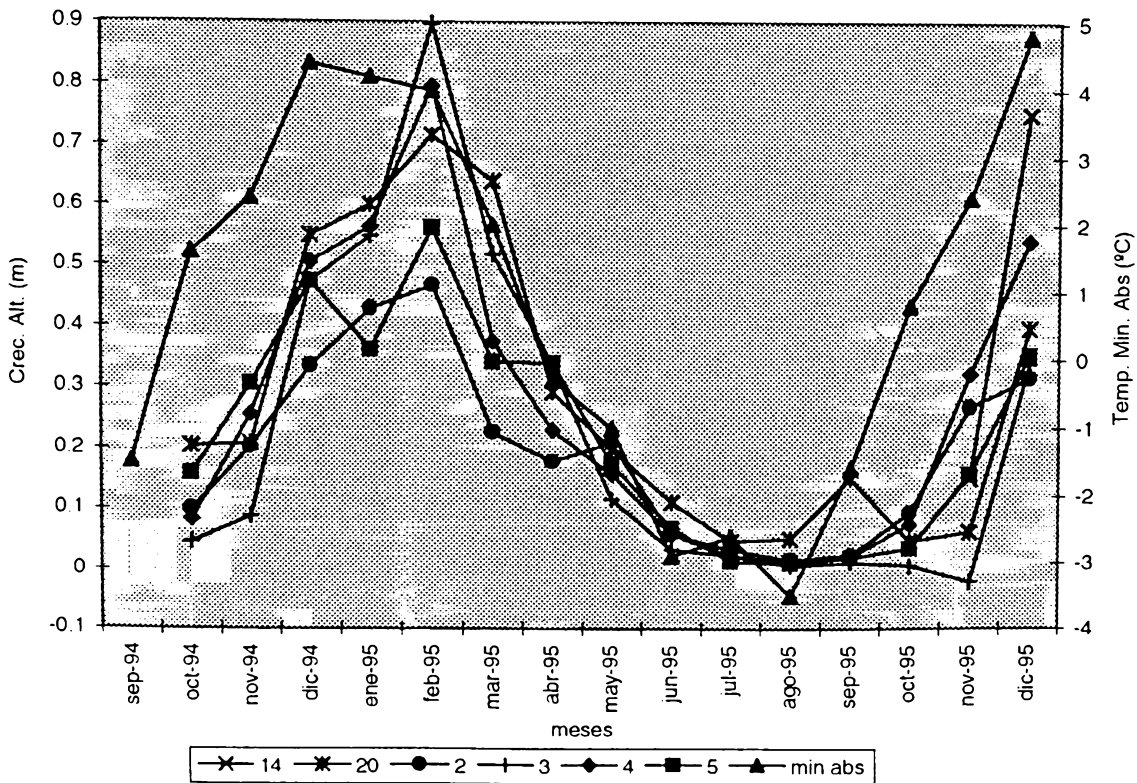
Crecimiento en Altura & Temp. Mínima Absoluta
IX Región



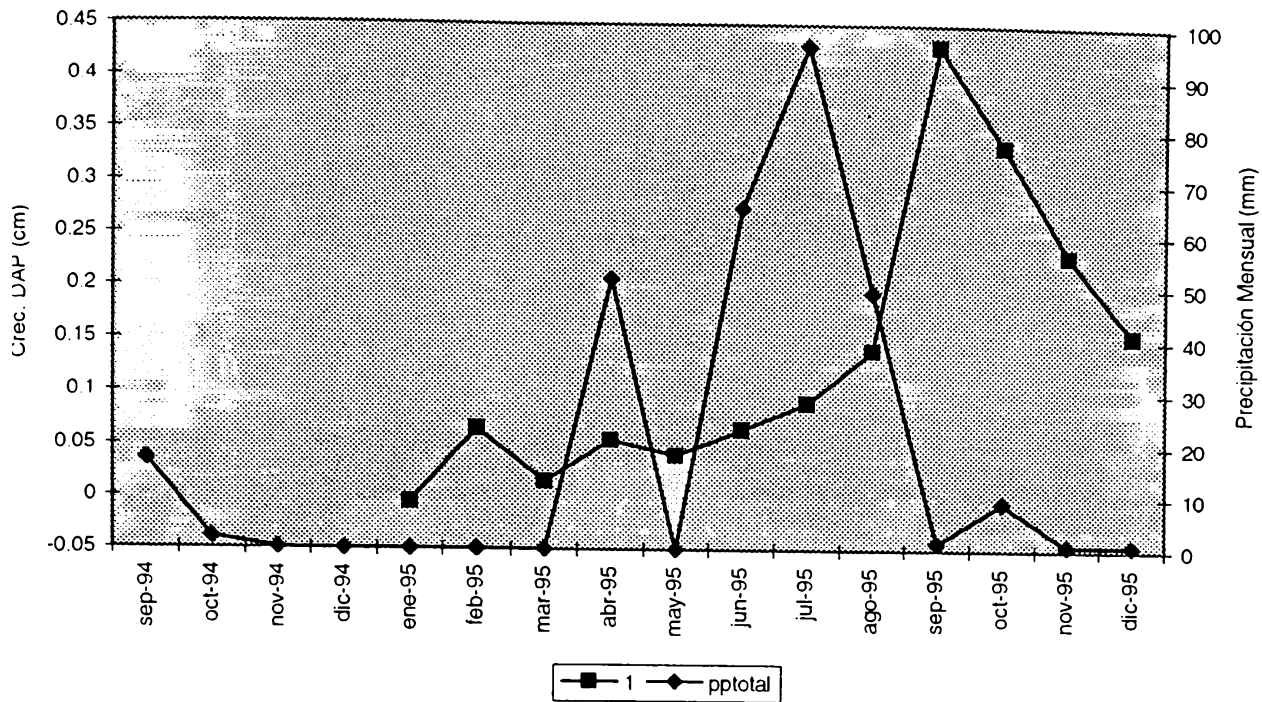
Crecimiento en DAP & Temp. Mínima Absoluta
X Región



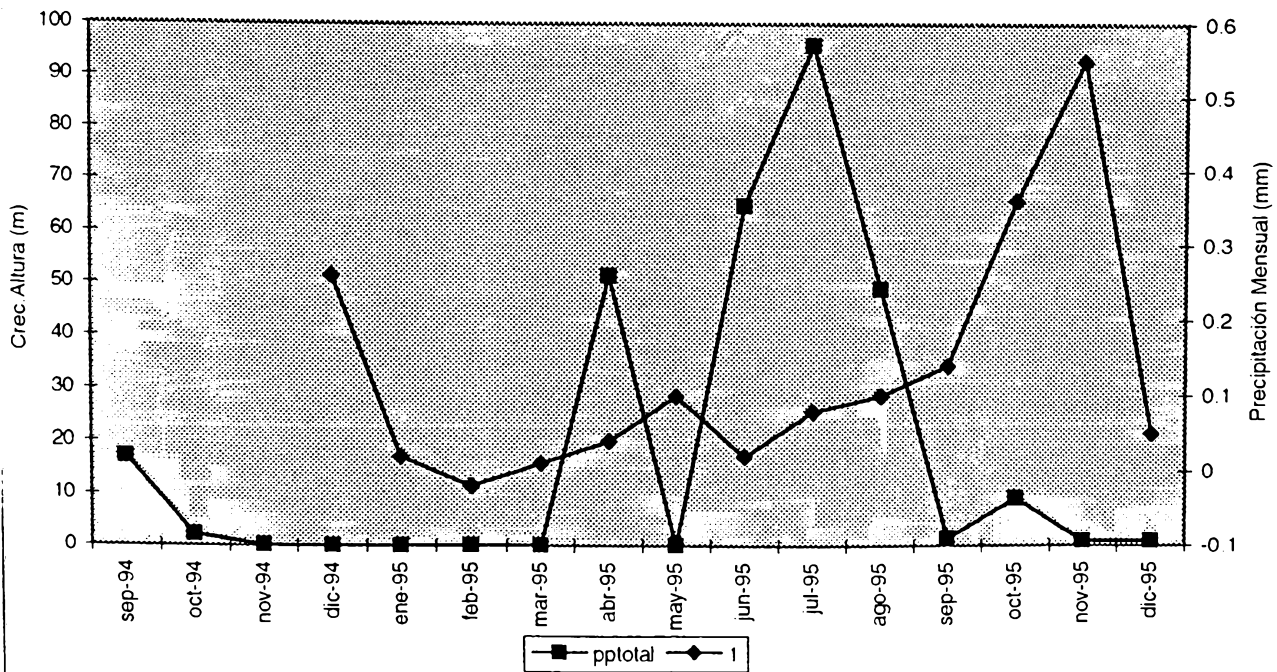
Crecimiento en Altura & Temp. Mínima Absoluta
X Región



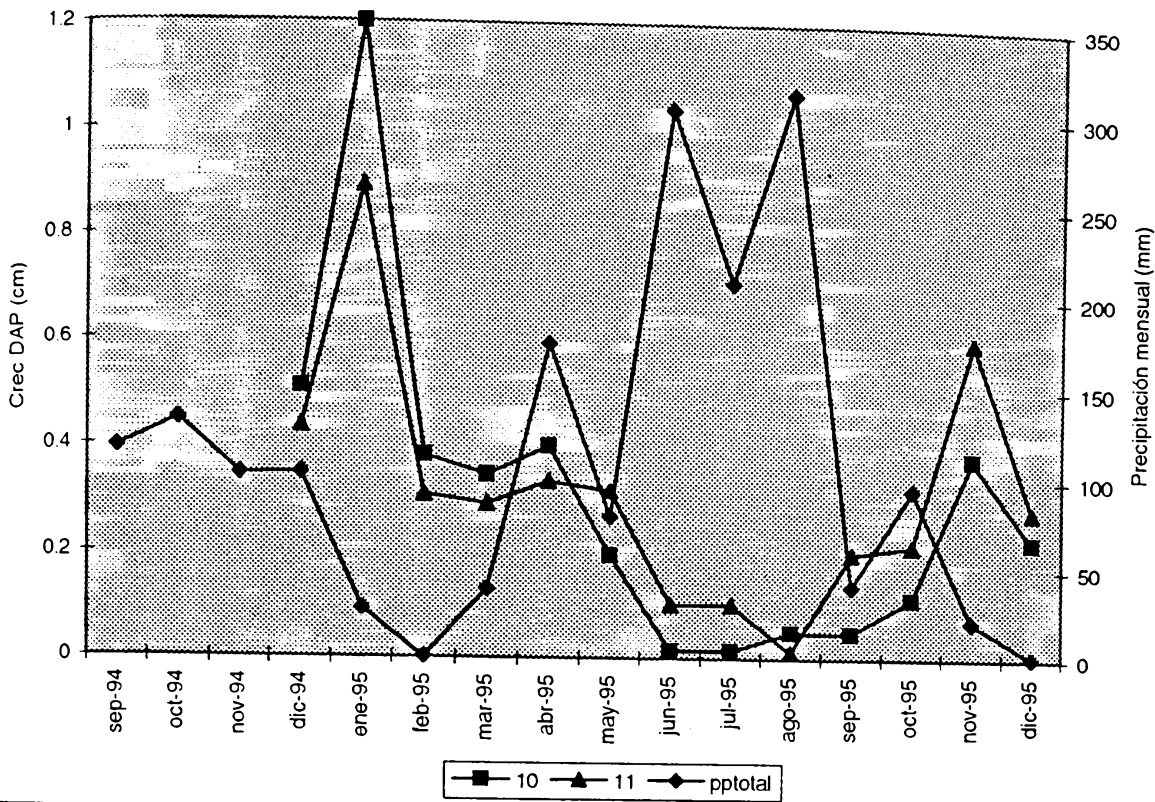
Crecimiento en DAP & Precipitación
V Región



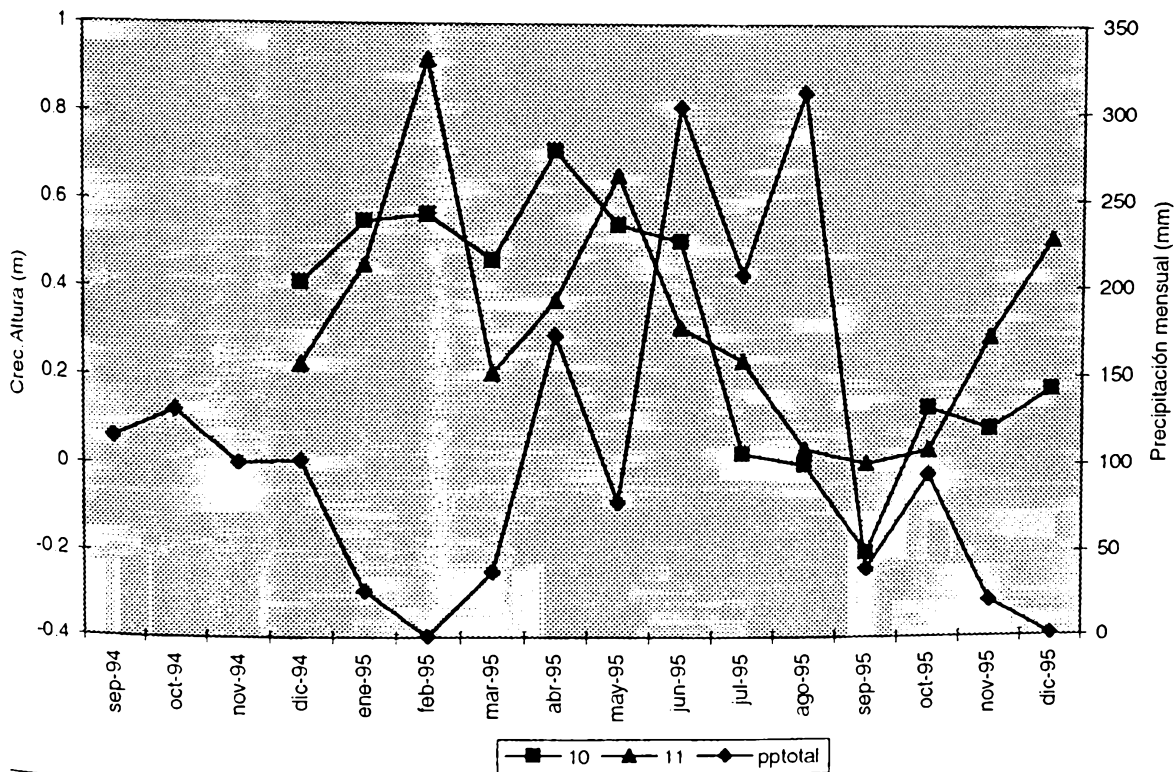
Crecimiento en Altura & Precipitación
V Región



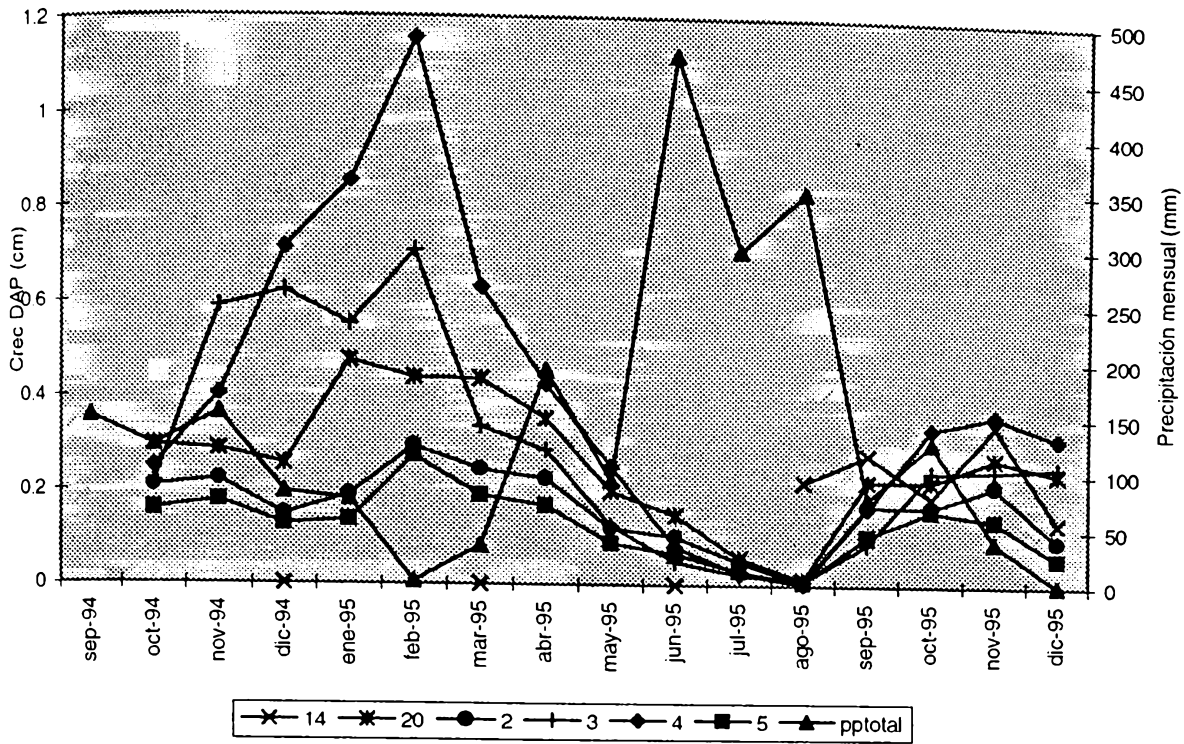
Crecimiento en DAP & Precipitación
IX Región



Crecimiento en Altura & Precipitación
IX Región



Crecimiento en DAP & Precipitación
X Región



Crecimiento en Altura & Precipitación
X Región

