

## Algunas observaciones sobre el crecimiento de *Pinus radiata* Don. en Mininco

(Con 2 tablas, 4 figuras y una foto)

por

G. H. Schwabe

Entre las especies aprovechadas para la reforestación de terrenos debilitados por actividades agrícolas desempeña el rol más importante, actualmente y en toda la región, el "pino insignis" (*Pinus radiata* Don.). Las razones para tal preferencia son:

- a) su crecimiento rápido y su gran rendimiento;
- b) sus exigencias muy moderadas con respecto al clima y al suelo.

Estas características de *Pinus radiata*, su distribución en una gran parte del país y la frecuencia relativa de ciertas irregularidades en su desarrollo, aparentemente causadas por factores locales (pág. 136) hacen suponer que la especie en discusión permita analizar ventajosamente las peculiaridades de la productividad vegetal de la región.

Persiguiendo este fin se observó desde Marzo de 1951 en adelante el crecimiento de 268 ejemplares que forman un conjunto dentro de una plantación corriente en Mininco. Los 268 ejemplares, plantados en Agosto de 1950 a una distancia de 2 metros en orden cuadrangular (esquema corriente de la mayoría de las plantaciones existentes), se encuentran en un terreno bastante pobre de "tierra colorada" con un declive de más o menos 12° hacia noreste. El rendimiento del lugar no se destaca de sus alrededores.

Las tablas 1 y 2 y las figuras 1 a 3 ilustran los resultados globales de las mediciones de altura. El hecho más llamativo que se manifiesta por medio de estos datos es la continuidad del crecimiento global, sin periodicidad estacional marcada, lo que explica en parte el gran rendimiento de la especie. La inclinación de las curvas de crecimiento hacia el término medio de las plantas de crecimiento normal (figura 3) que se nota en la última medición, se debe a la formación del ambiente propio de

fecha de medición	M,mm	ampl., mm	$\sigma$	v	mm/d
15. 3.1951	288	100 - 630	101.3	35.2	—
23.10.1951	503	100 - 1.050	147.9	29.4	0.97
21. 4.1952	712	170 - 1.410	226.0	30.9	1.16
2.12.1952	1.146	340 - 2.010	320.3	28.0	1.92
24. 2.1953	1.296	470 - 2.590	394.0	30.4	1.78
2. 6.1953	1.369	530 - 2.610	404.8	29.6	0.75

TABLA 1.—Datos estadísticos del crecimiento de Pinus radiata en Mininco entre el 15.3.1951 y el 2.6.1953. n = 268; M = término medio de la altura en mm; ampl. = amplitud de los valores medidos;  $\sigma$  = variación standard; v =  $100 \sigma / M$ ; mm/d = aumento medio de la altura en mm. por día.

Fecha de medición	n. pl.: tipo:	200 normales	25 óptimas	25 atrasadas	18 afectadas
15. 3.1951	M:	289	420	167	266
	mm/d:	130 - 520	290 - 630	100 - 320	100 - 400
23.10.1951	M:	544	755	277	451
	ampl.:	250 - 920	490 - 1.050	150 - 470	100 - 700
	mm/d:	1.15	1.50	0.49	0.83
21. 4.1952	M:	716	1.069	400	612
	ampl.:	410 - 1.200	770 - 1.410	260 - 590	170 - 910
	mm/d:	0.96	1.74	0.68	0.89
2.12.1952	M:	1.156	1.742	682	919
	ampl.:	690 - 1.650	1.500 - 2.010	420 - 830	340 - 1.140
	mm/d:	1.95	2.98	1.01	1.36
24. 2.1953	M:	1.306	2.031	705	977
	ampl.:	860 - 1.830	1.850 - 2.590	500 - 830	470 - 1.600
	mm/d:	1.78	3.44	0.92	0.69
2. 6.1953	M:	1.408	2.166	799	1.062
	ampl.:	910 - 2.060	1.930 - 2.610	630 - 980	530 - 1.830
	mm/d:	1.10	1.37	0.96	0.87
	mm/d:	1.38	2.16	0.78	0.99

TABLA 2.—Los tipos de crecimiento de los mismos pinos. ampl = amplitud de las alturas. Las demás explicaciones véase en tabla 1.

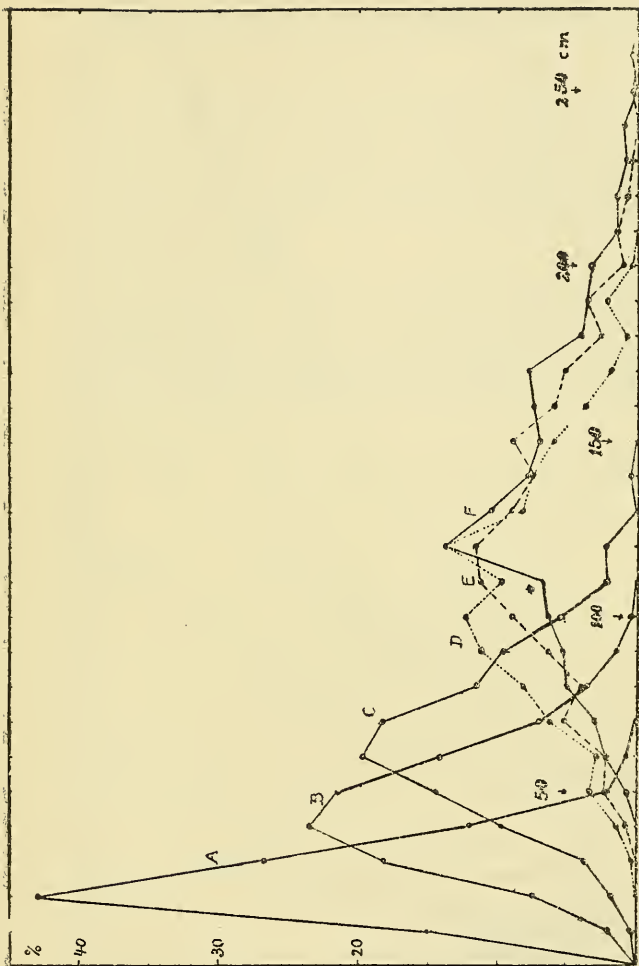


FIG. 1.—Gráfico de las clases de altura de las mediciones expuestas en tabla 1.

- A: 15. 3. 1951  
 B: 23. 10. 1951  
 C: 21. 4. 1952  
 D: 2. 12. 1952  
 E: 24. 2. 1953  
 F: 2. 6. 1953



FIG. 2.—Gráfico de ritmo de crecimiento.

O = 25 plantas óptimas

N = 200 plantas normales

A = 18 plantas transitoriamente afectadas por resección de la flecha

T = 25 plantas atrasadas en su desarrollo.

la plantación y, sobre todo, a su microclima particular. La superficie asimiladora y los conos vegetativos de las plantas mayores se han alejado tanto del suelo, que no gozan más de su reserva

de calor, mientras que las plantas de menor desarrollo están favorecidas por cierta protección contra el viento y las condiciones resultantes de temperatura y humedad atmosférica. Para ilustrar las diferencias microclimáticas dentro y fuera de una plantación de pinos de la misma edad se adjunta unos ejemplos de nuestra serie de mediciones correspondiente (figura 4). En la creación del microclima en lugares protegidos contra la influencia del viento desempeña un rol especial la discordancia climática, que caracteriza al país. Con la formación del microclima propio en la plantación se observa entonces una tendencia hacia la nivelación de las alturas, lo que se expresa probablemente en la discontinuidad, marcada por una estrella, en la curva F de la fig. 1.

Entre el 15. 3. 1951 y el 2. 6. 1953 se nota un aumento medio de la altura de 1.38 mm. por día en los 200 árboles normales y de 2.16 mm. por día en los óptimos del lugar, el cual no ofrece condiciones óptimas de desarrollo. Dichos valores notables sólo se refieren al conjunto de individuos en investigación, es decir, a un grupo de ejemplares que ejercen una influencia mutua tanto por competencia, como por la formación del microclima propio.

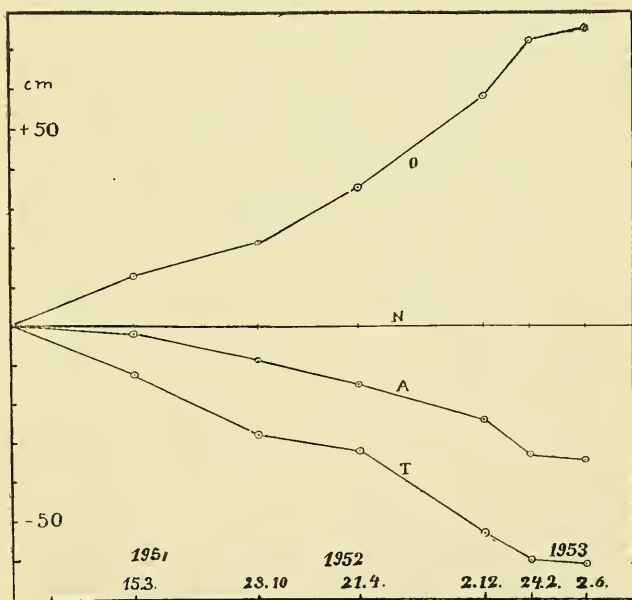


FIG. 3.—Gráfico del ritmo de crecimiento expuesto en proporción al crecimiento de las 200 plantas normales (N = 0).

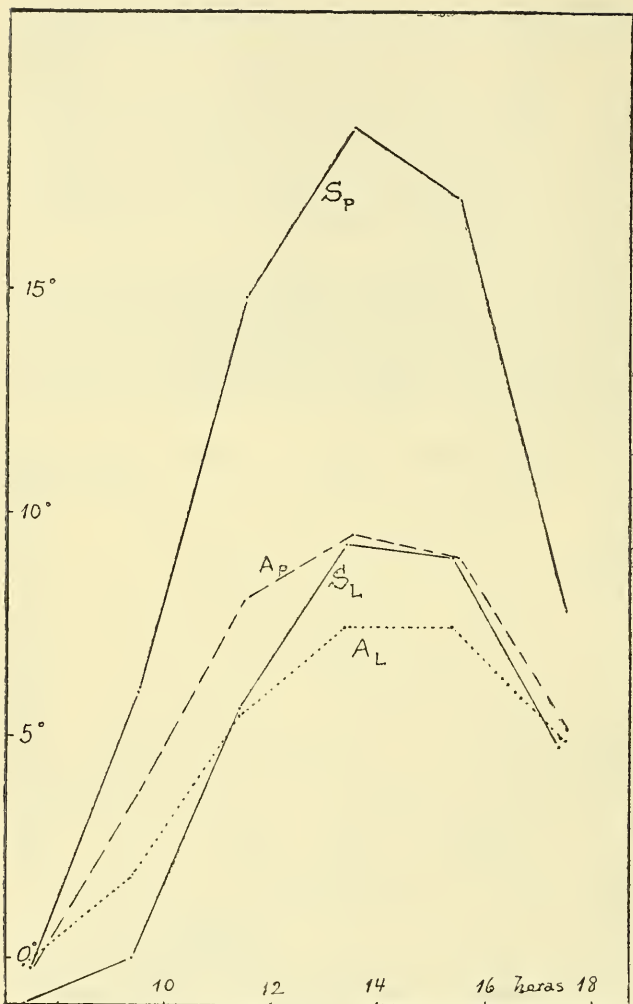


FIG. 4.—Las temperaturas del aire (A) a 1 metro sobre el suelo y del suelo (S) frente a la Estación Experimental de Ecología (L) y de un claro dentro de la plantación adyacente de pinos de cinco años. Las relaciones son bien comparables con el lugar vecino donde se efectuaron las mediciones de altura. Se nota claramente la influencia de la plantación en el microclima local. Fecha: 19.7.1953.

El ritmo de crecimiento de un pino individual que forma parte del conjunto demuestra apreciables variaciones periódicas y permanentes, las cuales serán objeto de otro estudio a base del material recolectado.

Los factores que permiten al pino insignis tal productividad en un terreno relativamente pobre deben residir primordialmente en la correspondencia existente entre las exigencias de la especie y el clima local, el que no se distingue mayormente de las condiciones reinantes en toda la zona colindante. Resulta entonces que las temperaturas y la radiación solar de invierno permiten al pino la producción continua y —en relación a la producción global— tampoco las sequías fuertes de verano interrumpen el proceso de crecimiento. Además se supone que las temperaturas nocturnas relativamente bajas aportan indirectamente al rendimiento, ahorrando a la planta el consumo de materia orgánica por restricción de la actividad respiratoria y aumentando a la vez la humedad atmosférica.

El pino dispone —a semejanza del eucaliptus (*Eucalyptus globulus* Labill.)— de la capacidad de precipitar en la punta y en la superficie de sus hojas cantidades considerables de agua atmosférica, sobre todo por “filtración de niebla”. Resumiendo nuestras observaciones se constata lo siguiente: Atravesando en la madrugada con buen tiempo plantaciones de pinos que se encuentran en terrenos faldosos se observa a menudo zonas donde las hojas y el ramaje del pino se encuentran cargadas con agua precipitada en tal cantidad, que a veces hasta el suelo está húmedo. Este fenómeno también se observa de vez en cuando en ejemplares aislados de pinos y de eucaliptos. Los lugares preferidos para tal precipitación corresponden al relieve del terreno. Los lugares de mayor acumulación de agua recolectada por el follaje suelen ser en la Cordillera de la Costa las cumbres de las colinas, frecuentemente cubiertas por capas de niebla, y en el valle longitudinal, los surcos y quebradas por las que ascienden corrientes lentas de aire. Parece ser así que las hojas y sobre todo sus puntas, actúan como substrato de aposición de niebla o —en noches sin niebla— se prestan como base de condensación de agua proveniente de una atmósfera sobrecargada debido a su enfriamiento por radiación o por el ascenso adiabático. Tal rocío nocturno adicional, cuya cantidad aumenta al parecer en cierta proporción a la extensión del ramaje, significa indudablemente ya en plantaciones recientes una moderación notable de la sequía estival, y, por lo tanto, un mejoramiento correspondiente de los individuos afectados. Las observaciones recolectadas se están comprobando actualmente por mediciones microclimáticas.

Considerando que ya plantaciones de sólo 1.4 m. de altura media (table 1 y fig. 1 y 4) presentan un microclima propio, muy distinto a terrenos abiertos adyacentes, las plantaciones más desarrolladas aún deberán independizarse todavía en mayor escala.

En Mininco se constata frecuentemente ya en plantaciones de seis años en adelante y de una extensión de unos centenares de hectáreas la formación nocturna de “lagos de niebla”, que

marcan depresiones del terreno o campos despejados dentro de la superficie reforestada.

Sin embargo, las experiencias prácticas enseñan que el consumo de agua de una plantación dentro de los primeros 4 a 7 años de desarrollo suele ser mayor que el ahorro de dicho factor vital a base de la formación del microclima forestal (protección contra resecaión eólica, acumulación de humedad atmosférica, etc.), hasta tal grado, que pueden resecar transitoriamente vertientes pertenecientes a la hoya parcialmente reforestada. Las relaciones existentes entre consumo y ahorro forestal del agua subterránea son bastante complejas y de mayor interés práctico en regiones afectadas por graves sequías estivales. Se pudo observar que la napa en zonas con plantaciones de mayor edad (15 a 30 años) tiende a ascender notablemente, fenómeno que se manifiesta en el nivel estival de los pozos. De mediciones hechas en pozos de la cercanía de Mininco, pero fuera de zonas con plantaciones de mayor edad, resulta que el nivel presenta fluctuaciones anuales de 8.30 m. entre los meses de Abril y Julio de 1953.

Al rendimiento extraordinario de *Pinus radiata*, favorecido por las condiciones climáticas regionales, corresponden necesariamente las demás exigencias de la especie. Sin duda, es en primer lugar la deficiencia de agua durante el verano que afecta y restringe la producción del pino y provoca una serie de signos muy variados de necrosis apical y resecaión, culminando en la conocida mortandad de pinos. Ensayos de abonadura con elementos seleccionados a base de los signos más frecuentes en las plantas afectadas no condujeron a resultados satisfactorios. Se aplicó sulfato de potasio, bórax, ácido bórico, sales de cobre y sulfato de zinc. De los resultados no significativos merecen cierta atención las observaciones siguientes: La aplicación de sulfato de potasio aumenta la clorosis amarilla parcial de las hojas en la parte inferior de la planta, posiblemente debido al antagonismo con el magnesio, deficiente en los suelos locales. Bórax tiende a mejorar el crecimiento estival y zinc el de invierno. Con sales de cobre, aplicadas por inyección seca en el tallo y por incorporación al suelo, se observa cierta recuperación del ápice afectado por necrosis, lo que corresponde completamente a las acciones conocidas del cobre en la economía vegetal del agua. Se desprende de todos los ensayos de abonadura con los minerales indicados que no incluyen el factor principal, cuya deficiencia limita la producción de muchas plantas de la zona comprendida entre Chillán al norte y Victoria al sur.

Resumiendo nuestras observaciones a disposición y excluyendo faltas en la técnica de la plantación, se desprende el cuadro siguiente, bastante uniforme, de las afecciones más graves y frecuentes de la productividad regional de *Pinus radiata*, una vez radicado en el suelo, o sea, de más de 2 años de edad:

1.—Las manifestaciones típicas en la planta individual residen en:

- a) Una clorosis parcial o total del follaje, sobre todo a fines de verano. Los signos de la clorosis son de carácter local y bastante variados.



- b) El crecimiento excesivo del ápice, preferencialmente a fines de invierno y principios de verano, combinado con una ramificación reducida o suprimida en la región del ápice. El ramaje suele ser bastante tupido en la parte inferior del tronco.
  - c) La necrosis parcial o total del ápice.
  - d) La resecación del ápice y de las hojas y ramitas superiores.
  - e) El desarrollo tupido y extenso de las raíces horizontales, ricamente ramificadas a poca profundidad (10 a 30 cm.) contrasta con el desenvolvimiento insuficiente de las raíces más profundas. En terrenos arcillosos las ramificaciones laterales de las raíces principales alcanzan mayores profundidades, pero casi siempre se observan reducciones fuertes y bruscas de su diámetro a poca profundidad.
  - f) La necrosis y pudrición de las raíces más profundas se observan generalmente sólo en suelos arcillosos de textura densa.
- 2.—El fenómeno afecta prevalentemente grupos mayores de plantas individuales dentro de un conjunto sano.
  - 3.—En las plantas afectadas se manifiesta con mayor frecuencia el pulgón del pino (*Pineus bórneri* Annand).
  - 4.—El período más crítico para la manifestación de las afecciones en discusión es del tercer al séptimo año después de la plantación, o sea, se restringe a plantaciones de 1 a 4 metros de altura más o menos y que todavía no cubren el suelo por completo.
  - 5.—Los lugares en los cuales se manifiesta la afección prácticamente no disponen nunca de una capa completa de vegetación y que ocupa durante el verano a menudo sólo manchas aisladas y caracterizadas por especies xeromorfas.
  - 6.—En la cercanía inmediata de canales y arroyos permanentes que atraviesan una plantación afectada, siempre se encuentran grupos de pinos de desarrollo normal.
  - 7.—Los perjuicios en discusión se agravan en lugares donde existen estancamientos de agua durante el invierno. En estos puntos se notan sobre todo graves afecciones de las raíces profundas.

No obstante la necesidad de investigar más en detalle el problema y de confirmar fisiológicamente el proceso de dicha afección y mortandad de pinos, bastante frecuente en la región, las experiencias recolectadas al respecto ya permiten explicar el mecanismo general. En períodos de un abastecimiento equilibrado de agua, el pino demuestra temporalmente su rendimiento grande y típico. Durante la sequía estival el agua desempeña el rol del factor mínimo. En sus primeros años, el consumo de agua de la planta es relativamente pequeño y además el rocío nocturno cubre en parte sus exigencias. Debido al aumento de la superficie asimiladora y transpiradora, el consumo de agua aumenta fuertemente de año en año. Cuando la planta estimulada por las condiciones de luz y temperatura

desarrolla su mayor actividad, interviene a principios de verano, reforzado por los vientos secos del sur, la sequía que ataca preferentemente los tejidos meristemáticos del ápice y de los brotes con sus valores osmóticos notablemente menores. A los trastornos fisiológicos consiguientes que se desconocen todavía en detalle, se deben probablemente las deformaciones y anomalías tan frecuentes del sector apical de muchas plantas entre 2 y 8 años (supresión de ramificación, prolongaciones extraordinarias y diámetros excesivos de los brotes apicales, etc.). Justamente en esta época del año se observa a veces movimientos y doblamientos reversibles del ápice, dirigidos en contra de la dirección del viento local diurno, cuya génesis no se conoce todavía en detalle. El desequilibrio fisiológico, causado por la intervención de la sequía, se manifiesta en casos de mayor gravedad por medio de disminuciones apreciables de la turgescencia de los tejidos juveniles. Los daños visibles en la región del cono vegetativo que caracterizan la situación crítica de la planta son múltiples. En plantas de pocos años de edad se nota frecuentemente la formación de hojas morfológicamente anormales por su mayor ancho y su longitud disminuída. En suelos muy permeables (arenas) y de napa profunda, basta el desequilibrio creciente entre la existencia de agua disponible para el árbol y las exigencias de éste, para provocar la derrota final. En suelos arcillosos de poca permeabilidad puede agravarse la situación de tal manera que grupos de árboles de un desarrollo aparentemente normal y bueno se caen súbitamente, debido a una afección adicional de las raíces profundas. Dichos suelos se empapan de agua casi inmóvil que inhibe completamente la aeración de las raíces profundas y provoca finalmente la necrosis ascendente. Un árbol afectado por estas circunstancias está privado de su acceso a las capas más profundas y es naturalmente mucho más susceptible a las acciones de las sequías siguientes y puede sufrir un repentino colapso en el desarrollo.

En el momento cuando los árboles individuales han alcanzado las extensiones suficientes para cubrir en conjunto más de la mitad del terreno, protegiéndolo contra la agresión de los vientos y creando el microclima específico del bosque juvenil, el peligro de los derrumbamientos está sobrepasado. Para disminuir en la práctica eficazmente este peligro, son recomendables todas las medidas aptas para conservar la humedad del suelo (labranza, vegetación protectora, disminución de la distancia de plantación, interplantación de otras especies, etc.). Con respecto a los detalles se necesita investigaciones particulares de los lugares más afectados, pues se trata de fenómenos de carácter netamente regional.

Se subentiende que el árbol debilitado, sobre todo durante el período crítico entre 4 y 7 años (si no se cierra antes la plantación), está expuesto en escala mayor a toda clase de afecciones secundarias, entre las cuales desempeña un papel especial por su gran frecuencia el pulgón del pino (*Pinus Börneri* Annand, **Homóptera, Adelgidae**). Suponemos que dicho parásito muy común, raras veces puede causar daños de consideración en árboles no debilitados previamente por condiciones eco-

lógicas desfavorables del tipo recién descrito. En realidad se constata que la incidencia de *Pinus Börneri* aumenta considerablemente en cuarteles debilitados, comparándolos con grupos de árboles que disponen de una economía más equilibrada del agua. A nuestro juicio el pulgón del pino debe considerarse más como un signo de desperfectos que como un factor destructivo en sí<sup>1</sup>).

El aspecto de pinos que sufren de una derrota temporal de su balance de agua se caracteriza desde lejos por la resecaión de sus ápices. Fundamentalmente el mismo fenómeno se observa frecuentemente en muchas otras especies, sobre todo en cipreses (*Cupressus macrocarpa* Hartw.), álamos (*Populus* sp.), árboles frutales y eucaliptos (*Eucalyptus globulus* Labill.), pero nunca en sauces y en la vid.

Se supone que en tales afecciones actúen circunstancias correspondientes a las arribas descritas. En alamedas más extensas, la línea formada por las puntas de los árboles es a veces claramente ondulada, lo que se debe probablemente a diferencias en la estructura del suelo. Es notable que en los bajos de tales líneas onduladas, sobre todo en terrenos arenosos, la resecaión de las ramas apicales es más frecuente y a fines del período estival la clorofila de las hojas se descompone con anterioridad. Todavía no existen estudios edafológicos respectivos.

Muy frecuente son fenómenos parecidos, o sea, la resecaión de la parte superior en plantas anuales, causadas por la sequía estival. Particularmente susceptibles parecen ser las crucíferas cultivadas. La aparición repentina de la sequía origina aparentemente una mayor serie de anomalías morfológicas y trastornos fisiológicos que merecen la atención.

Los factores decisivos para el crecimiento armónico y óptimo del pino y de otras especies leñosas residen generalmente en nuestra región en el balance equilibrado del agua. Los árboles de mejor desarrollo suelen encontrarse en los lugares correspondientes, mientras que terrenos afectados por la erosión y con declive hacia el norte y, por lo tanto, expuestos a la insolación más intensa como a las lluvias más fuertes, sufren atrasos en su desarrollo y son más susceptibles a afecciones de distinta índole.

## RESUMEN

A base de 6 series de mediciones de altura efectuadas en 268 ejemplares de *Pinus radiata* entre 1951 y 1953 se analiza el ritmo de crecimiento de esta especie forestal en los terrenos de Mininco, caracterizando los factores más importantes que

---

<sup>1</sup>) Tocando el tema de los parásitos del pino hay que mencionar "la cuncuna del pino" *Cathocephala (Dirphia) amphimone* (Berg.). Esta larva, voraz y muy frecuente durante la primavera, prácticamente es de poca importancia, pues completa en el curso del verano sólo un ciclo de desarrollo. Ecológicamente merece interés su preferencia por ciertos lugares que se destacan aparentemente no sólo por su carácter microclimático favorable, sino también por una mayor fertilidad edáfica.

influyen en su productividad. En especial, se trata la economía del agua y su rol en el desarrollo de afecciones graves y frecuentes que sufre la especie debido al clima regional. Las investigaciones respectivas se continúan.

### ZUSAMMENFASSUNG

Anhand von 6 Messungen, die zwischen 1951 und 1953 an 268 Exemplaren von *Pinus radiata* in Mininco durchgeführt wurden, wird die Produktivität dieser forstlich wichtigen Art im Hinblick auf die wirksamsten ökologischen Faktoren gekennzeichnet. Anschliessend werden einige Wirkungen des aus klimatischen Gründen ungewöhnlichen Wasserhaushaltes auf die Entwicklung dieses Baumes beschrieben und eine regional verbreitete Form der Wipfeldürre behandelt. Die hier behandelten Untersuchungen werden weitergeführt.

### SUMMARY

On the basis of 6 series of height measurements made of 268 specimens of *Pinus radiata* between 1951 and 1953, the rhythm of growth and the most important factors influencing its productivity have been analyzed, with particular emphasis on the role of water with regard to the appearance of serious "diseases" caused in the species by the regional climate. These studies are being pursued.