

NOTA TECNICA

Crecimiento en volumen por hectárea de *Pinus Radiata* en Cajamarca -Perú

M. González R.¹

RESUMEN

Después de un análisis de correlación y regresión de datos obtenidos en rodales de plantaciones forestales de *Pinus radiata*; se ha determinado para la zona de Cajamarca: La función de producción, incremento anual corriente e incremento anual medio. Estableciéndose un período de rotación silvicultural de 18 años con una producción promedio de 318.7 M³/Ha; sin considerar calidades de sitio.

SUMMARY

After correlation and regression's analysis; obtained from forest plantations of *Pinus radiata*, on the area of Cajamarca; there was determined the function of production, the current anual increment and the medium anual increment. There was established a rotation period of 18 years with a medium production of 318.7 M³/Ha, without considering site quality.

INTRODUCCION

En Cajamarca existen zonas ecológicas de *bosque húmedo Montano* y *bosque seco Montano bajo*, según el sistema clasificación de Holdridge, (Tosj, 1960) las que reúnen las condiciones más propicias en cuanto a clima y suelos que pueden permitir el desarrollo de coníferas, principalmente para la especie *Pinus radiata* como puede constatarse en plantaciones existentes en la zona (Fig. 1). Sin embargo, no existe información cuantitativa sobre el valor productivo de esta especie, dato que es básico para la Ordenación Forestal. Un estudio sobre el crecimiento y producción ya sea en forma retrospectiva y/o pronosticada en las plantaciones de Cajamarca, nos permitirá sacar conclusiones preliminares para realizar plantaciones forestales con fines industriales. Este trabajo tiene por objeto determinar el crecimiento y producción de las plantaciones de *Pinus radiata* en Cajamarca. Con este fin, se analizaron datos obtenidos en rodales de plantaciones de esta especie, en la zona.

REVISION DE LITERATURA

Los rendimientos de plantaciones de pinos en regiones tropicales, en general, llegan hasta 15-20 m³/Ha/año (González, 1970). Los pinos muestran una gran adaptabilidad; se les encuentra en sitios variados y con buenas posibilidades de rendimiento. Así, el Regional Committee, (1960), para la especie de *Pinus radiata* en Colombia, menciona rendimientos de 492 m³/Ha a la edad de 13 años con 97 m³/Ha a la edad de 5 años. En España, Scott, (1961); indica para la misma especie un promedio de 400 m³/Ha y 725 árboles/Ha a la edad de 20 años. En Chile, la Corporación Chilena de la Madera, (s. f.), afirma que el crecimiento y producción de las plantaciones establecidas en diferentes clases de sitio difieren enormemente, así, a la edad de 20 años registran: una producción total de 515 m³/Ha en una clase de sitio 1, 315 m³/Ha en una clase de Sitio II y 185 m³/Ha en una clase de Sitio III.

¹ Mg. S., Ing. For., Ing. Agr., Profesor Asociado. Departamento de Manejo Forestal, Universidad Nacional Agraria La Molina.

En Nueva Zelanda, las plantaciones de *Pinus radiata* llegan a un nivel comercial en el mercado para pulpa a los 18 años de edad (Mackney, 1967), registrándose un crecimiento medio anual de 344 pies³/acre/año (23 m³/Ha/año) a los 25 años en una calidad de Sitio I (Bunn, 1967).

Plantaciones de *Pinus radiata* en clases de Sitio I a los 20 años registran las siguientes producciones totales: Sudáfrica 5,800 pies³/acre (406 m³/Ha) y para el Sur de Australia 9,370 pies³/acre (656 m³/Ha) (Bunn, 1967).



Fig. 1: Plantación de *Pinus radiata* en Cajamarca

- A = Plantas jóvenes
- B = Rodal con árboles de tronco único
- C = Conos maduros

MATERIALES Y METODOS

1. Valores considerados

a) En un árbol

En cada árbol los parámetros considerados para la estimación del volumen fueron:

- *Diámetro*, diámetro a la altura del pecho (1.30 m. del suelo).
- *Altura*, altura desde el suelo hasta un diámetro mínimo de 10 cm. en la parte superior del fuste.

b) En las plantaciones

Las mediciones proceden de las plantaciones de ensayo con *Pinus radiata* realizadas por el Programa de Desarrollo de Cajamarca - Proyecto 03. Los valores considerados en cada plantación fueron:

- *Area*, área de muestreo en el rodal escogido en m².
- *Edad*, en base a la fecha de realizada la plantación se obtuvo la edad de años.

Cuadro 1. Valores Locales de Crecimiento de *Pinus radiata* en Cajamarca (1)

Edad (años)	Rodal N°	Superficie (Ha)	Vol. Total (m ³ /Ha)
4	1	0.2	9.3
5	2	0.1	23.8
6	3	0.1	55.8
11	4	0.1	101.6
11	5	-	254.0(2)

(1) Diámetros mayores de 10 cm. en la parte superior del fuste.

(2) Valor de los árboles en cerco.

2. Cuantificación de los Rendimientos

En todas las muestras se calculó el volumen de cada árbol de la siguiente manera:

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = AB \text{ (m}^2\text{)} \times h \text{ (m)} \times f$$

En el que:

AB = área basal en m²

h = altura del fuste en m

f = factor mórfico, considerado para la zona 0.7

Luego se sumaron los volúmenes de todos los árboles componentes de la muestra y se hizo referencia a la hectárea.

Con los valores locales de Cajamarca (Cuadro 1) se realizaron análisis de correlación y regresión en el Centro de Cómputo de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Los análisis de correlación y regresión fueron desde la edad de un año hasta los treinta años, rango que desde el punto de vista

silvicultural, tecnológico y financiero encierra la rotación posiblemente más apropiada para las principales líneas de producción.

RESULTADOS

1. Función de Producción

La función de producción que se determinó para la zona de Cajamarca es una exponencial.

$$Y = \text{Exp.} (6.7466 - 17.721/x)$$

En donde:

Y = Volumen total en m³/Ha.

X = Edad en años, a partir de la fecha de plantación.

El coeficiente de determinación de la función de producción estimada fue de 98% lo que confirma que los valores hallados son confiables para efectos del cálculo de la producción.

2. Incrementos

A los 18 años llega al máximo el incremento medio anual (17.7 m³/Ha). Año, en que el incremento anual corriente empieza a decrecer (de 19.9 a 18.8 m³/Ha).

DISCUSION

Tomando como punto de referencia a la ecuación:

$Y = \text{Exp.} (6.7466 - 17.721/x)$, se estimó la producción total por hectárea para *Pinus radiata* en Cajamarca (Ver Cuadro 2, Fig. 2) desde 1 hasta los 30 años con la finalidad de determinar para la zona en estudio el año en que las plantaciones llegarían a producir la mayor cantidad de madera en el período más corto. Así se pudo establecer que en Cajamarca la producción máxima se logra a los 18 años, estimados en 318.7 m³/Ha para diámetros mayores a los 10 cm. en la parte superior del fuste.

2. Incrementos

El incremento medio anual e incremento anual corriente se igualan alrededor de los 18 años (Fig. 2) indicándonos que alrededor de esta edad se puede establecer la rotación ideal que desde el punto de vista silvicultural, tecnológico y financiero nos permita preparar masas forestales con fines industriales para las principales líneas de producción. El incremento medio anual estimado es de 17.7 m³/Ha a los 18 años y que puede ser tomado en cuenta como un valor promedio para la zona. Estos valores permitirán una primera aproximación en la planificación de las plantaciones que se están realizando en el Valle de Cajamarca.

Cuadro 2. Producción Estimada de *Pinus radiata* en Cajamarca para $Y = \text{Exp.}(6.7466 - 17.721/x)$

Edad (años)	Vol. Total (m ³ /Ha)	INCREMENTO	
		Corriente (m ³ /Ha)	Medio (m ³ /Ha)
X	Y		
1	0	0	0
2	0.1	0.1	0.1
3	2.3	2.2	0.8
4	10.1	7.8	2.5
5	24.6	14.5	4.9
6	44.4	19.8	7.4
7	67.7	23.3	9.7
8	92.9	25.2	11.6
9	118.8	25.9	13.2
10	145.6	26.8	14.6
11	170	24.4	15.5
12	194.3	24.3	16.2
13	217.2	22.9	16.7
14	240	22.8	17.1
15	260.1	20.1	17.3
16	280	19.9	17.6
17	299.9	19.9	17.6
18	318.7	18.8	17.7
19	334.8	16.1	17.6
20	350.7	15.9	17.5
21	365.7	15	17.4
22	380.1	14.4	17.3
23	393.7	13.6	17.1
24	406.6	12.9	16.9
25	418.7	12.1	16.6
26	430.4	11.7	16.5
27	441.6	11.2	16.4
28	451.8	10.2	16.1
29	461.7	9.9	15.9
30	471.3	9.6	15.7

CONCLUSIONES

El análisis efectuado sobre el crecimiento de plantaciones de *Pinus radiata* en Cajamarca, arroja las siguientes conclusiones:

1. Como una primera aproximación los cálculos de producción de madera pueden estimarse con la ecuación:

Producción total: = $\text{Exp.}(6.7466 - 17.721/\text{edad})$ en donde:

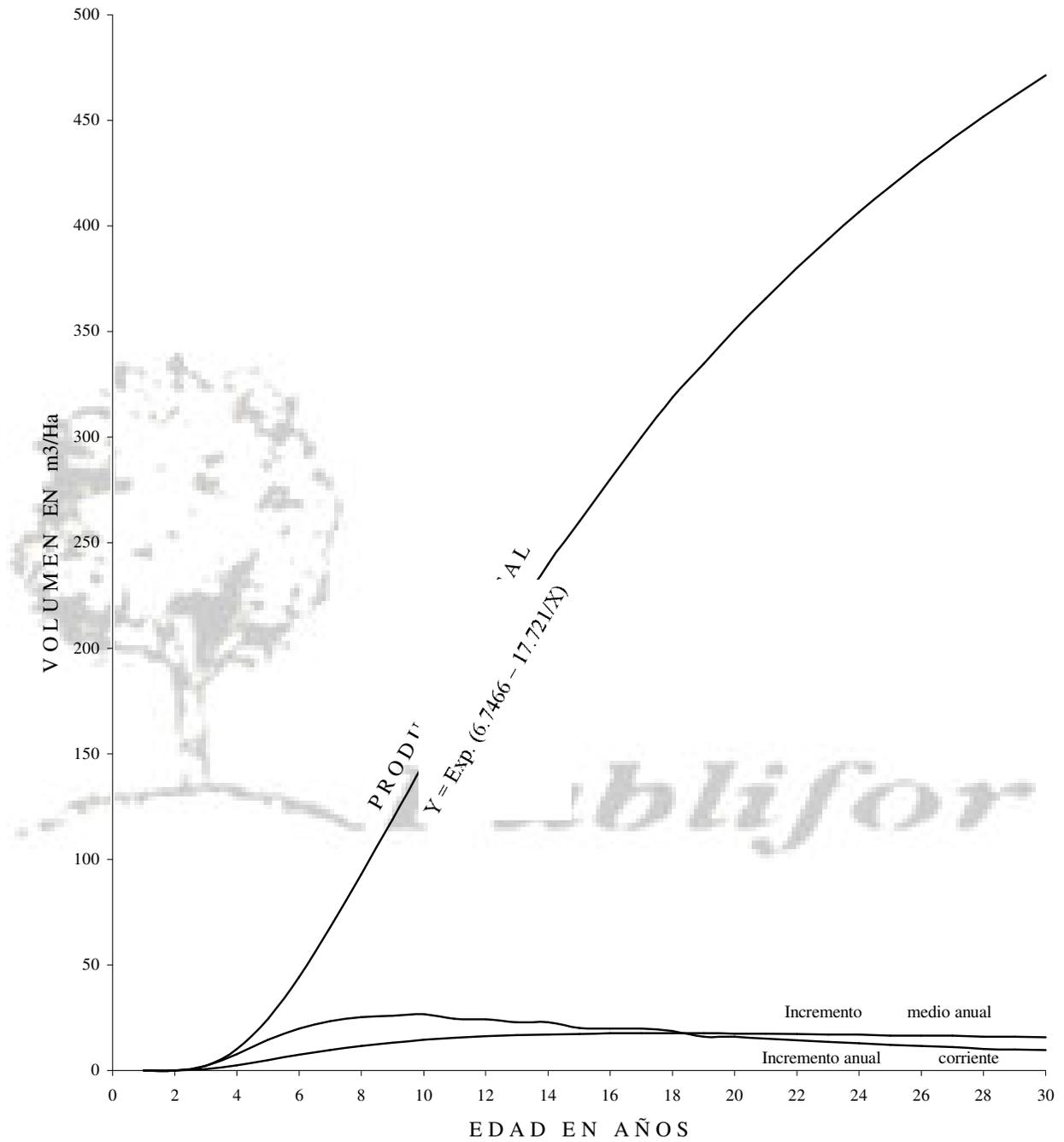
Producción total, es expresado en m³/Ha.

La edad, expresada en años a partir de la fecha de plantación.

2. La función de producción estimada es confiable para la zona de Cajamarca por arrojar un coeficiente de determinación de 98%.

3. A los 18 años silviculturalmente se llegaría a una rotación ideal con una producción total de 318.7 m³/Ha, año en que el incremento medio anual llega a su máximo (17.7 m³/Ha) y el incremento anual corriente empieza a decrecer en forma notoria y siempre por debajo de los incrementos medios anuales.

Fig. 2. Crecimiento Acumulativo Estimado del Volumen Maderable por Hectárea de Pinus radiata en Cajamarca. (diámetros mayores de 10 cm. en la parte superior del fuste)



AGRADECIMIENTO

Es oportuno dar las gracias por las facilidades prestadas por el Jefe del Proyecto 03 del Programa de Desarrollo de Cajamarca, Ing. Pablo Sánchez Zevallos y a los Ings. Narciso Reyna y Ulises Pajares, del plantel técnico de dicho Proyecto, quienes participaron en los trabajos de campo.

BIBLIOGRAFIA

BUNN, E.H. 1967. Growth rates, Yield and Yield Prediction, Continuous Inventory and Changes in Productivity. *In* Simposio Mundial de la FAO sobre Bosques Artificiales y su importancia industrial. Camberra, Australia, 14-24. Abril 1967. Documentos, Roma. F.A.O. T. 1 pp. 581-599.

CORPORACION CHILENA DE LA MADERA s.f. El Cultivo del *Pino Insigne*. Santiago. CORMA. 91 p.

GONZALEZ RIVADENEYRA, MARINO. 1960. Rendimiento de Plantaciones Forestales en el Trópico. *Anales Científicos*. Perú 8:11-2 (109.121).

MACKNEY, A.W. 1966. Possibilities Offertes par las Pemplements Forestiers Artificiels Pour l'Integration Des Industries Forestiers. *In* Simposio Mundial de la FAO sobre Bosques Artificiales y su importancia industrial. Camberra, Australia. 14-24. Abril 1967. Documentos. Roma. FAO. T. 1 pp. 868-883.

REGIONAL COMMITTEE on Forest Research Latin American Forestry Commission Food and Agriculture Organization United Nations. 1960. Records of Forest Plantation growth in Mexico, the West Indies, and Central and South America. *Caribbean Forester*. 21 (Suppl.) p. irr,

SCOTT, C.W. 1961. Pino Insigne (*Pinus radiata* D. Don). Roma F.A.O. 340 p.

TOSI, J.A. 1960. Zonas de vida natural en el Perú: Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Zona Andina. 221 p. (Boletín Técnico N° 5).

Algunas Normas para la Presentación de Artículos para

"Revista Forestal del Perú"

Los trabajos serán contribuciones originales, ideas o interpretaciones sobre temas forestales, los que se presentarán en lenguaje claro, con datos precisos y en forma concisa.

Número de página sy tamaño.— El artículo se presentará en original y copia, tamaño carta, escrito a máquina y a doble espacio. El número de páginas será hasta un máximo de 20 salvo casos excepcionales.

Estructura.— Para la estructuración de los artículos se recomienda la consulta de "Estructura lógica del Artículo Científico Agrícola" de A. Samper y otros libros que el autor crea conveniente.

Título.— Deberá ser conciso, específico, descriptivo y no tener más de 15 palabras. Estas dentro de lo posible el uso de nombres científicos.

Autor.— Cada artículo llevará su autor o autores y los cargos que desempeñen e instituciones a las que pertenecen.

Resumen .— Cada artículo llevará un resumen en castellano y otro en inglés. La extensión de este resumen será no mayor de 10 líneas.

Cuadro.—Serán presentados en páginas independientes, a máquina y el número de orden y título correspondientes.

Fotografías y dibujos .—Todos los dibujos y fotografías se considerarán como Figuras (N°) las cuales serán numeradas y tendrán sus respectivas descripciones, dejando constancia de sus autores. Las fotos se presentarán en papel brillante y de 9 x 12 centímetros.

Bibliografía .— En el texto y entre paréntesis aparecerán los números correspondientes a la bibliografía citada.

Al final del trabajo y antes de los apéndices, aparecerá la lista bibliográfica que estará de acuerdo a los autores citados en el texto con números entre paréntesis. Para las citas bibliográficas se considerará el siguiente orden: Autor, años, nombre del trabajo, y el resto de acuerdo a las normas que rigen las publicaciones de la Estación Experimental Agrícola de La Molina. Además, todas las bibliografías de todos los trabajos, pasarán para su revisión por la Biblioteca de la Facultad de Ciencias Forestales.

Nomenclatura y terminología .—Al hablar de especies, será necesario considerar el nombre común seguido del técnico y autor entre paréntesis y subrayado. Para algunos signos convencionales relacionados con la ciencia forestal, se sugiere consultar las normas de la Organización Internacional de Investigaciones Forestales (IUFRO).

Las Suscripciones de la "Revista" y otras publicaciones, pueden solicitarse al Programa Académico de Ciencias Forestales. Apartado N° 456. La Molina, Lima - Perú.

	En el Perú	Extranjero
Por número individual	S/. 75.00	\$ 2.0
Suscripción anual	S/. 130.00	\$ 3.5
Dos años	S/. 240.00	\$ 5.0