

CRECIMIENTO DEL PINUS RADIATA EN PUNO - PERU

Ing. Roberto Lopez Caseríos¹
Ing. Marino Gonzales Rivadeneyra²

RESUMEN

Son muchos los ecólogos forestales, los que han descartado localidades con más de 3 800 m.s.n.m. como alturas aparentes para obtener crecimientos económicos de *Pinus radiata*. El presente estudio ha realizado una serie de mediciones y ha encontrado una función de producción, con incrementos muy significativos que nada tienen que envidiar a zonas de menor nivel altitudinal; esto se debe al efecto benéfico que sobre la ecología de la región en general; influyen las aguas del Lago Titicaca y Arapa en un ámbito de más de 1 000 000 de Ha.

SUMMARY

There are many forest ecologists who discard localities over 3 800 m.a.s.l. like apparent altitudes for to obtain economical smooth of *Pinus radiata*. Mensuration was done in this study and a production function was founded, for localities over 3 800 m.a.s.l., very significant growth was determined of similar value than obtained at lower altitudes. Reason for this is the beneficial influence of Lake Titicaca and lake Arapa, in the regional environment who involves more than 1 000 000 Ha.

INTRODUCCION

Uno de los factores primordiales para sustentar exitosamente cualquier proyecto de reforestación con fines de producción, es el de contar con información confiable respecto al crecimiento, incluyendo la forma y la intensidad o volumen, para hacer comparativos en plantaciones en condiciones de similitud ecológica; de allí que la evaluación del comportamiento de éste crecimiento debe ser de carácter permanente y por un lapso relativamente prolongado, en que se tenga información suficiente para realizar proyecciones representativas, que permitan a su vez un análisis matemático con inferencias estadísticas de alta confiabilidad.

En el Perú; las técnicas de medición permanente son de reciente empleo, por lo que es importante el establecimiento de parcelas permanentes de observación y medición, para obtener información sobre el crecimiento y la producción de las distintas especies forestales.

El presente estudio; representa un esfuerzo por obtener conclusiones, luego de un cuidadoso análisis de la información obtenida, de mediciones realizadas en varias localidades de Puno. De manera que se pueden hacer algunas estimaciones acerca de las posibilidades de producción de madera, en base a proyectos de reforestación como en el presente caso, utilizando *Pinus radiata*.

¹ Ing. Forestal, Profesor Asociado, Departamento de Manejo Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina

² Mg. S. Ing. Forestal, Ing. Agrónomo. Profesor Principal Departamento de Manejo Forestal Universidad Nacional Agraria La Molina .

REVISION DE LITERATURA

La razón fundamental por que el *Pinus radiata* ha alcanzado una amplia difusión a nivel mundial en programas de reforestación; se debe a su rápido crecimiento y al buen volumen de producción que alcanza (SCOTT, 1961).

En lugares donde se han realizado plantaciones masivas como Nueva Zelandia, Chile, Australia y África del Sur, el incremento medio anual ha alcanzado hasta 25 m³ /Ha. para turnos de 25 años y en España hasta 17 m³ /Ha.; en cambio en el mismo California, lugar de donde es originaria la especie, alcanza los 15 m³ /Ha.; por otra parte, existen lugares excepcionales como Lota en la zona Austral de Chile, en que se obtiene hasta 28 m³ /Ha. (SCOTT, 1961)

En Cajamarca, Perú a los 18 años, se estima una producción de 318 m³ /Ha. (Gonzáles, 1975), en la localidad de Camacani-Puno, Perú a los 13 años, los pinos tienen una altura promedio de 12 m., un área basal de 40 m² /Ha. y un volumen de 332 m³ /Ha. con 1,470 árboles (Romero, 1978).

MATERIALES Y METODOS

Los materiales que se han utilizado en el presente estudio; vienen a constituir las parcelas de *Pinus radiata*; medidas realizadas en distintas localidades circunvecinas al Lago Titicaca principalmente las que se encuentran en las zonas de ladera.

Para calcular la masa forestal actual se ha considerado lo siguiente:

AREA:

El tamaño escogido ha sido de 100 m² en aquellos lugares donde las plantaciones eran pequeñas, para plantaciones mayores se han tomado parcelas hasta de una hectárea.

EDAD:

No existe en la región de Puno, un padrón en que se incluye la fecha de plantación, el tamaño del bosque; ni se hace un seguimiento adecuado del comportamiento de la especie, por lo tanto la edad de las parcelas analizadas se han determinado por información directamente proporcionada por pobladores cercanos a las parcelas y habiéndose verificado esta observación con la determinación de la edad a través de los anillos de crecimiento, utilizando en algunos casos el tornillo barrenador y en otros casos se ha llegado hasta tumbar algunos ejemplares con el mismo propósito de determinar los anillos de crecimiento.

DIAMETRO:

Las mediciones de diámetros se han realizado como ya está normalizado a 1.30 m. del suelo. Para el efecto; se han realizado mediciones con cinta diamétrica y forcípula. Y en otros casos, se ha hecho mediciones de circunferencia, las que permitieron calcular los respectivos diámetros.

ALTURA:

Se ha considerado dos alturas; la altura del fuste y la altura total habiéndose utilizado para el efecto un Blume Leiss.

VOLUMEN:

La determinación del volumen de la masa se ha determinado calculándose el volumen árbol por árbol; el mismo que ha consistido en lo siguiente:

Se calculó el área basal en m² luego se multiplicó por su respectiva altura de fuste, ajustando éste volumen por un factor de 0.7 que nos permitió obtener un volumen más real. Obtenida esta información individual se sumaron todos los volúmenes componentes de la parcela y se llevó a nivel de hectáreas.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Los resultados obtenidos por localidades y por edades fueron ordenados y clasificados de tal manera que han permitido establecer un análisis de correlación y regresión.

RESULTADOS.**Valores locales**

El Cuadro No. 1 presenta el volumen obtenido por edades en varias localidades, los mismos que presentan diferentes rendimientos como respuesta de los árboles a factores como el suelo (fertilidad, contenido de materia orgánica, etc.), clima (Precipitación, insolación, dirección y velocidad del viento, etc.), exposición (las laderas que miran al Lago Titicaca tienen un efecto benéfico producido por la morigeración de dichas aguas).

Otros efectos que han influido en el crecimiento están dados por el tamaño y la calidad de las plántulas que se han utilizado en la plantación por la modalidad de la plantación misma (tamaño del hoyo y mullido de la tierra), por la calidad y procedencia de las semillas utilizadas, y finalmente por la mayor o menor disponibilidad de agua de absorción en el suelo.

CUADRO No. 1: VOLUMEN POR EDADES Y LOCALIDADES

Localidad	Edad Años	Volumen m³/Ha.
POMATA	5	25
POMATA	10	100
TAHUACO	9	16*
TAHUACO	9	21*
ARAPA	7	152*
ARAPA	11	637*
ARAPA	15	260
ARAPA	15	315
TAHUACO	16	207
PUNO	14	200
PUNO	11	180
CAMACANI	20	330

* No han sido considerados para el análisis por tener valores extremos (altos y bajos).

Función de crecimiento

La función de crecimiento obtenido para la zona de Puno es un modelo GUMPERTZ.

$$Y = \text{Exp.} (6.85 - 5.19779) \text{Exp.} (0.0802 X)$$

Donde:

Y = Producción estimada

X = Edad.

El ajuste se realizó con un análisis de regresión empleando la ecuación:

$$Y^0 = a + bx + e$$

Donde:

$$Y^0 = \log. (6.85 - \log. Y)$$

Y = Producción real.

X = Edad

e = Error

El coeficiente 6.85 fue hallado por interacción para conseguir el mejor ajuste. El coeficiente de correlación fue el $R = 0.9959$ y el coeficiente de determinación fue de $CD = 99.18\%$.

Los coeficientes señalados indican el grado de confiabilidad que podríamos tener al adoptar la función indicada en la zona de Puno.

Producción estimada de *Pinus radiata* en Puno.

En el Cuadro No. 2 se muestra la producción estimada en *Pinus radiata*, en el que podemos apreciar al volumen esperado por edades en m^3/Ha . En consecuencia, el turno silvicultural para las plantaciones de pino en la zona de Puno es de 33 años; en el que, se espera obtener un rendimiento de $653 \text{ m}^3/\text{Ha}$. En este año el incremento medio anual llega a su máximo ($19.7 \text{ m}^3/\text{Ha}$) y el incremento corriente empieza a decrecer en forma notoria ($19.8 \text{ m}^3/\text{Ha}$).

CUADRO No. 2 VALORES ESTIMADOS DE LA PRODUCCION DE PINUS RADIATA EN PUNO $Y = \text{Exp. (6.85 - 5.19779) Exp. (-0.082X)}$.

EDAD AÑOS	Producción m ³ /Ha	Medio Anual m ³ /Ha/AÑO	Anual Corriente m ³ /Ha/AÑO
5	29,10	5,80	5,80
6	30,00	6,30	8,90
7	48,70	6,90	10,70
8	61,20	7,60	12,50
9	75,50	8,40	14,30
10	91,80	9,20	16,30
11	109,80	9,90	18,00
12	129,60	10,2	19,80
13	151,00	11,60	21,40
14	174,00	12,40	23,00
15	198,20	13,20	24,20
16	223,50	13,90	25,30
17	249,70	14,60	26,20
18	276,70	15,30	27,00
19	304,10	16,00	27,40
20	331,90	16,50	27,80
21	359,70	17,10	27,80
22	387,50	17,60	27,80
23	415,00	18,00	27,50
24	442,10	18,40	27,10
25	468,70	18,70	26,60
26	494,70	19,00	26,00
27	520,00	19,20	25,30
28	544,40	19,40	24,00
29	568,00	19,50	23,60
30	590,70	19,70	22,70
31	612,40	19,70	21,70
32	633,20	19,70	20,80
33	653,00	19,70	19,80
34	671,80	19,70	18,80
35	689,60	19,70	17,80

CONCLUSIONES

El estudio efectuado sobre el crecimiento de plantaciones de *Pinus radiata* en el altiplano puneño llega a las siguientes conclusiones:

La ecuación que más se ajusta es el modelo GUMPERTZ.

$$Y = \text{Exp. (6.85 - 5. 19779) Exp. (-0.0802 X)}.$$

Donde:

Y = Producción total expresada en m³/ Ha.

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

La función de producción estimada es confiable para la zona de Puno por arrojar un coeficiente de determinación de 99.18%

A los 33 años silviculturalmente se llegará a una rotación óptima con un rendimiento de 653 m³/Ha.

BIBLIOGRAFIA

1. **GONZALEZ, M.** 1975. Crecimiento en Volumen por hectárea de *Pinos radiata* en Cajamarca - Perú. Revista Forestal del Perú 5 (1 - 2): 93 - 98.
2. **SCOTT, CW.,** 1961. Pino Insigne (*Pinus radiata*) D. Don. FAO, Roma 340 p.
3. **ROMERO, L.** 1. 1978. Evaluación de plantaciones puras de *Eucalyptus globulus* Labill, *Pinus radiata* Don, y *Cupressus macrocarpa* Hartw en el bosque del Centro Experimental Camacani. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Técnica del Altiplano, Puno, Perú, 37 p. y un apéndice.

