

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y
PECUARIAS ESCUELA DE CIENCIAS
FORESTALES



Planificación del raleo de una plantación de *Pinus radiata* D. Don de 8 años

**Pasantía para obtener
el título de Técnico
Superior Forestal**

ALVIN ALDRIN ROCHA CHÁVEZ
COCHABAMBA – BOLIVIA

2025

RESUMEN

El estudio presenta la planificación de la pertinencia de ejecución de raleo para una plantación de *Pinus radiata* D. Don de ocho años en la localidad de Rodeo Centro, mediante la aplicación y evaluación de tres métodos distintos con el fin de favorecer el crecimiento, el rendimiento maderable y el estado sanitario del rodal.

La metodología consistió en el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo para medir variables dasométricas, evaluando la densidad forestal a través de los índices cuantitativos de espaciamiento relativo (IER) y de Densidad de Rodal (IDR), complementados con el método cualitativo de parcelas de calibración.

Los resultados indicaron que los modelos cuantitativos IER e IDR sitúan a los rodales en un estado de "subdensidad", sugiriendo la No ejecución del raleo; no obstante, el método de parcelas de calibración detectó problemas fitosanitarios y árboles suprimidos, estimando necesaria una intervención de raleo sanitario del 17%.

Se concluye que, a pesar de que los índices numéricos desaconsejan el raleo por falta de competencia espacial, la aplicación del método de calibración de parcelas es fundamental para validar un raleo de saneamiento del 17% que garantice la salud y calidad futura de la plantación.

Palabras clave: *Pinus radiata* D. Don, raleo, manejo silvicultural, densidad de rodal, valles interandinos.

ABSTRACT

This study presents a plan for assessing the feasibility of thinning an eight-year-old Pinus radiata D. Don plantation in Rodeo Centro, through the application and evaluation of three different methods to promote growth, timber yield, and the health of the stand.

The methodology consisted of establishing permanent sampling plots to measure dendrometric variables, evaluating forest density using the quantitative indices of Relative Spacing and Stand Density, complemented by the qualitative method of calibration plots.

The results indicated that the quantitative RS and SD models placed the stands in a state of "underdensity," suggesting that thinning should not be carried out. However, the calibration plot method detected phytosanitary problems and suppressed trees, estimating that a 17% sanitary thinning intervention was necessary.

It is concluded that, although the numerical indices advise against thinning due to lack of spatial competition, the application of the plot calibration method is fundamental to validate a 17% sanitation thinning that guarantees the future health and quality of the plantation.

Keywords: *Pinus radiata* D. Don, thinning, silvicultural management, stand density, inter-Andean valleys.

INTRODUCCIÓN

Las plantaciones de *Pinus radiata* D. Don constituyen uno de los recursos forestales introducidos más importantes a nivel mundial debido a su notable productividad y adaptabilidad en diversos contextos ecológicos. Actualmente, existen más de cuatro millones de hectáreas establecidas, concentrándose más del 90 % en Chile, Nueva Zelanda y Australia, países donde esta especie ha sido utilizada intensivamente para producción de madera y reconversión de suelos degradados (Mead, 2013). En el escenario global de las plantaciones forestales, *Pinus radiata* D. don destaca como la conífera introducida más productiva, formando parte del conjunto de especies empleadas en programas de reforestación y expansión de plantaciones comerciales en regiones donde las especies exóticas cumplen un rol clave en el abastecimiento de materia prima forestal (Mead, 2013).

En Bolivia, las plantaciones con especies exóticas como *Pinus radiata* D. Don se promovieron desde la década de 1960, principalmente a través de iniciativas de silvicultura comunitaria. Esta especie es de interés local para usos múltiples, ya que se ha consolidado como una de las principales fuentes de madera aserrada, leña y hongos en los Valles Interandinos (Guzmán et al., 2012).

La superficie de plantaciones forestales en Bolivia alcanza las 38.618 hectáreas, de las cuales el departamento de Cochabamba concentra 20.172 hectáreas (52.23%), con predominancia de especies como *Pinus* y *Eucalyptus* (Medrano, 2022). Estas plantaciones se establecieron mayoritariamente en comunidades campesinas, lo que subraya su relevancia socioeconómica local.

Estas plantaciones, ubicadas generalmente en propiedades pequeñas o medianas, tienen una importancia económica crucial en áreas rurales y constituyen, en muchos casos, la única cobertura forestal en zonas deforestadas, proporcionando servicios ambientales como la reducción de la erosión (Guzmán et al., 2012). Su establecimiento buscó diversificar la economía campesina, y se estima que representan un capital en pie con un valor promedio de 8.000 USD/hectárea, con un potencial de contribución significativa al PIB regional (Díaz, 2013, citado en Antezana, 2013). Sin embargo, la falta de un manejo silvicultural adecuado pone en riesgo este valor potencial debido al deterioro de la calidad de la madera (Antezana, 2013).

Debido a la importancia de las plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en los valles

interandinos de Cochabamba y que las comunidades tienen limitada capacidad técnica silvicultural, resulta muy importante desarrollar una adecuada planificación de intensidad de raleo, estableciendo un porcentaje de raleo óptimo adecuado a la zona y evaluar el método más eficaz, así también identificar los aspectos favorables y desfavorables para la puesta en práctica.

Objetivos

Objetivo general

- Planificar la intensidad óptima de raleo para una plantación de *Pinus radiata* D. Don de 8 años mediante la aplicación de tres métodos con el fin de favorecer su crecimiento, rendimiento de producto maderable y estado sanitario en la localidad de Rodeo Centro Municipio de Sacaba del departamento de Cochabamba.

Objetivos específicos

- Instalar parcelas permanentes de evaluación en dos rodales de *Pinus radiata* D. Don para monitorear el crecimiento y desarrollo de los árboles bajo diferentes intensidades de raleo a lo largo del ciclo de producción.
- Evaluar tres métodos para planificar el porcentaje óptimo de raleo en dos rodales de *Pinus radiata* D. Don, considerando tanto la primera intervención como las futuras intervenciones.
- Identificar aspectos favorables y desfavorables para la puesta en práctica de cada uno de los métodos, considerando las características sociales de la región de valles interandinos de Cochabamba.

Índice de contenido

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo general	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Características de <i>Pinus radiata</i> D. Don	3
2.1.1. Plantación forestal	3
2.2. Parcelas permanentes de muestreo y monitoreo de crecimiento (PPM)	4
2.2.1. Tamaño de la parcela	4
2.2.2. Forma de la parcela	4
2.2.3. Ubicación de la parcela	4
2.2.4. Marcación del punto de medición	4
2.2.5. Numeración de árboles	5
2.2.6. Medición del diámetro a la altura del pecho (DAP)	5
2.2.7. Medición de altura en árboles	6
2.2.8. Calidad de fuste	6
2.2.9. Posición sociológica	7
2.2.10. Bifurcación del árbol	7
2.2.11. Estado sanitario del árbol	7
2.3. Definición e importancia de la poda	8
2.3.1. Intensidad de poda	8
2.3.2. Decisión de poda	8
2.4. Definición e Importancia del raleo en plantaciones forestales	9
2.5. Factores a considerar en la planificación del raleo	9
2.5.1. Tamaño de los árboles	9
2.5.2. Densidad de los árboles	9
2.5.3. Calidad de sitio	9
2.5.4. Secuencia de raleos	10
2.6. Planificación de raleo en plantación	10
2.7. Índices de competencia en la planificación de raleos	12
2.7.1. Índice de espaciamiento relativo (IER)	12
2.7.2. Índice de densidad de rodal (IDR)	12
2.8. Evaluación social de métodos de raleo a aplicar	13

III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1. Ubicación del área de estudio	14
3.2. Materiales y equipos	15
3.3. Metodología	16
3.3.1. Preparación y organización de materiales	16
3.3.2. Marcado de plaquetas	16
3.3.3. Delimitación del área del rodal y de la parcela	16
3.3.4. Colocación de plaquetas	17
3.3.5. Medición de altura	17
3.3.6. Medición de diámetro a la altura del pecho (DAP)	17
3.3.7. Evaluación de variables cualitativas	17
3.3.8. Registro y procesamiento de datos	18
3.3.9. Diámetro promedio	18
3.3.10. Cálculo de la Altura dominante	18
3.3.11. Área del rodal y la parcela	19
3.3.12. Densidad de rodal	19
3.3.13. Cálculo de intensidad de raleo mediante método de índice de espaciamiento relativo (IER)	19
3.3.14. Cálculo de intensidad de raleo mediante método de índice de densidad de rodal (IDR)	21
3.3.15. Aplicación del método de parcelas de calibración	23
3.3.16. Intervención complementaria: Cálculo de la intensidad de poda	24
3.3.17. Acciones de protección de rodal	25
3.3.18. Análisis de la aplicabilidad práctica de los métodos IER, IDR y parcelas de calibración	26
IV. RESULTADOS	28
4.1. Dimensionamiento del rodal y parcela	28
4.2. Cuantificación dasométrica de las PPM	28
4.3. Planificación de la intensidad de raleo en rodal modelo 1 y rodal modelo 2	30
4.3.1. Intensidad de raleo mediante método IER	30
4.3.2. Intensidad de raleo mediante método IDR	32
4.4. Cálculo de la intensidad de raleo estimada mediante el método de parcelas de calibración	33
4.5. Análisis de los métodos cuantitativos para determinar el porcentaje de raleo	33
4.5.1. Métodos cuantitativos IER e IDR	34
4.6. Análisis de la intensidad de poda	34
4.7. Protección del rodal modelo 1	35
V. CONCLUSIONES	37
VI. RECOMENDACIONES	38
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

VIII. ANEXOS	43
---------------------------	-----------

Índice de tablas

Tabla 1. Superficie de rodales y parcelas.....	28
Tabla 2. Valores dasométricos en PPM.....	29
Tabla 3. Clasificación diamétrica de abundancia y área basal.....	30
Tabla 4. Valores obtenidos en PPM del rodal modelo 1 mediante método IER.....	31
Tabla 5. Valores obtenidos en PPM 2 mediante método IER.....	32
Tabla 6. Valores obtenidos en PPM 1 mediante método IDR.....	32
Tabla 7. Valores obtenidos en PPM 2 mediante método IDR.....	33
Tabla 8. Determinación de intensidad de raleo – parcelas de calibración.....	33
Tabla 9. Valores de intensidad de poda en rodal modelo 1 de <i>Pinus radiata</i> D. Don.....	35

Índice de figuras

Figura 1. Crecimiento por árbol en relación con la densidad del rodal	11
Figura 2. Rodal modelo 1 y rodal testigo de <i>Pinus radiata</i> D. Don en Rodeo Centro	14
Figura 3. Rodal modelo 2 de <i>Pinus radiata</i> D. Don en Sipe Sipe, Takhoruma.....	15
Figura 4. Franja cortafuego alrededor del rodal de <i>Pinus radiata</i> D. Don.	26
Figura 5. Área de la franja corta fuego establecido.	36
Figura 6. Rodal modelo 1 y rodal testigo de <i>Pinus radiata</i> D. Don en Rodeo Centro	61
Figura 7. Rodal modelo 2 de <i>Pinus radiata</i> D. Don en Thakoruma	61
Figura 8. Árbol con plaqueta	61
Figura 9. Marcación del DAP	61
Figura 10. Medición del DAP	61
Figura 11. Instituciones participantes de la protección del rodal.....	61