

Resumen

Establecimiento de un huerto semillero de *Pinus radiata* en Toralapa – Tiraque. Se ha establecido un huerto semillero clonal de 194 ramets de *Pinus radiata* procedentes del Municipio de Alalay y Tiraque a través de un diseño sistemático considerando como uno de los factores principales los hoyos mejorados a un dimensionamiento de 70 cm x 70 cm x 70 cm. La investigación se realizó en el Centro de Innovación Toralapa – INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal), sector Polla Polla del Departamento de Cochabamba, Provincia Tiraque, Municipio Tiraque, Toralapa Alto. Se evalúa el desarrollo de ramets de árboles plus comparando promedios y los costos de establecimiento de un huerto semillero clonal. El huerto semillero fue evaluado periódicamente cada 30 días durante 5 meses registrándose datos dasométricos y rendimientos de establecimiento. La sobrevivencia de los ramets de la localidad de Alalay y Tiraque reporta un 80 %, el incremento promedio general en altura fue de 7.75 cm, un incremento en diámetro de 1.80 mm y el diámetro promedio de ramets de la localidad de Alalay fluctúa entre los 8 a 10 mm, la altura de 39 a 41 cm y Tiraque entre 9 a 11 mm, la altura de 35 a 37 cm (después de cinco meses). La mortandad promedio fue del 20 %, un 56 % de ramets sin daños mecánicos, un 37 % de calidad bueno y el estado del injerto cambia de categoría 3 a categoría 1 en un 90 %. El costo de establecimiento total de un huerto semillero es de 81247.27 bs.

Palabras clave: Mejoramiento genético, Huerto semillero, Clones, Ramets, Establecimiento, Incremento, *Pinus radiata*.

Abstract

Establishment of a *Pinus radiata* seed orchard in Toralapa - Tiraque: A clonal seed orchard of 194 *Pinus radiata* ramets from the Municipality of Alalay and Tiraque has been established through a systematic design considering as one of the main factors the improved holes to a dimension of 70 cm x 70 cm x 70 cm. The research was carried out at the Toralapa Innovation Center - INIAF (National Institute of Agricultural and Forestry Innovation), Polla Polla sector of the Department of Cochabamba, Tiraque Province, Tiraque Municipality, Toralapa Alto. The development of plus tree ramets is evaluated by comparing averages and the costs of establishing a clonal seed orchard. The seed orchard was evaluated periodically every 30 days for 5 months, registering dasometric data and establishment yields. The survival of ramets from the Alalay and Tiraque localities reports 80%, the general average increase in height was 7.75 cm, an increase in diameter of 1.80 mm and the average diameter of ramets from the Alalay locality fluctuates between 8 to 10 mm, the height of 39 to 41 cm and Tiraque between 9 to 11 mm, the height of 35 to 37 cm (after five months). The average mortality was 20%, 56% of ramets without mechanical damage, 37% of good quality and the state of the graft changes from category 3 to category 1 in 90%. The total cost of establishing a seed orchard is 81,247.27 Bs.

Keywords: Genetic improvement, Seed orchard, Clones, Ramets, Establishment, Increase, *Pinus radiata*.

Índice de contenido

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. <i>Objetivo general</i>	2
1.1.2. <i>Objetivos específicos</i>	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Mejoramiento genético	4
2.2. Plantaciones forestales	5
2.2.1. <i>Establecimiento de plantación forestal</i>	5
2.2.2. <i>Fertilización en plantaciones</i>	5
2.3. Huerto semillero	6
2.3.1. <i>Establecimiento y manejo de huertos semilleros</i>	8
2.3.1.1. <i>Establecimiento de huertos semilleros</i>	8
2.3.1.2. <i>Manejo de huertos semilleros</i>	9
2.4. Clasificación de fuentes semilleras forestales	10
2.4.1. <i>Huertos semilleros</i>	10
2.4.2. <i>Huertos semilleros comprobado</i>	10
2.4.3. <i>Huertos semilleros no comprobado</i>	11
2.4.4. <i>Rodales semilleros</i>	11
2.4.5. <i>Fuentes seleccionadas</i>	11
2.4.6. <i>Fuentes identificadas</i>	11
2.4.7. <i>Un solo árbol como fuente de semillas</i>	12
2.5. Taxonomía y morfología del <i>Pinus radiata</i> D. Don	12
2.6. Diseño estadístico de un huerto semillero	14
2.7. Condiciones de sitio de una plantación	15
2.7.1. <i>Protección de plantas</i>	15
2.7.2. <i>Apertura de hoyos</i>	16
2.7.3. <i>Plantaciones con riego</i>	16
2.8. Evaluación de desarrollo de plantación	17
2.9. Determinación de costos de establecimiento	19
III. MATERIALES Y METODOS	21
3.1. Ubicación del área de estudio	21

3.2. Materiales y equipos	22
3.2.1. <i>Material experimental vegetal</i>	22
3.2.2. <i>Materiales de campo</i>	22
3.2.3. <i>Materiales de escritorio</i>	23
3.3. Metodología	23
3.3.1. <i>Establecimiento de árboles plus de Pinus radiata</i>	23
3.3.1.1. Marcación	23
3.3.1.2. Hoyación	24
3.3.1.3. Selección de plantas y transporte	25
3.3.1.4. Distribución de plantas según diseño del experimento.	25
3.3.1.5. Plantación de clones de Pinus radiata	26
3.3.1.6. Tutoraje y colocación de material vegetal	27
3.3.1.7. Registro del establecimiento	29
3.3.1.8. Riego de las plantas	29
3.3.2. <i>Evaluación del desarrollo de los clones de árboles plus</i>	30
3.3.2.1. Diámetro del tallo	30
3.3.2.2. Altura de planta	31
3.3.2.3. Calidad de planta	31
3.3.2.4. Sanidad de planta	32
3.3.2.5. Estado del injerto	32
3.3.2.6. Sobrevivencia de planta	33
3.3.3. <i>Análisis estadístico</i>	34
3.3.4. <i>Costos de establecimiento del huerto semillero</i>	34
3.3.4.1. Costo de prospección	34
3.3.4.2. Costos de carguío, transporte y carguío de ramets de árboles plus	34
3.3.4.3. Costos de plantación	34
3.3.4.4. Costos de evaluación del huerto semillero	35

3.3.4.5.	Costo de planta injertada	35
3.3.4.6.	Costos de mantenimiento del huerto semillero.....	35
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1.	Establecimiento de árboles plus de <i>Pinus radiata</i>	36
4.1.1.	<i>Evaluación del crecimiento de los clones de <i>Pinus radiata</i></i>	36
4.1.1.1.	Crecimiento del diámetro del tallo.	37
4.1.1.2.	Crecimiento en altura de planta.....	38
4.1.2.	<i>Incremento promedio del diámetro de los ramets por árbol plus.....</i>	39
4.1.3.	<i>Promedio del incremento en altura de los ramets de cada árbol plus (clon).....</i>	40
4.1.4.	<i>Porcentaje de daños mecánicos</i>	41
4.1.5.	<i>Evaluación de calidad de planta.....</i>	43
4.1.6.	<i>Evaluación del estado del injerto.....</i>	43
4.1.7.	<i>Sobrevivencia de los ramets establecidos</i>	44
4.2.	Costos de establecimiento del huerto semillero	45
4.2.1.	<i>Costos de prospección.....</i>	45
4.2.2.	<i>Costo de carguío, transporte y descarguío de plantas injertadas</i>	46
4.2.3.	<i>Costos de plantación de ramets de <i>Pinus radiata</i>.....</i>	47
4.2.4.	<i>Costos de evaluación del huerto semillero</i>	47
4.2.5.	<i>Costo de planta injertada.....</i>	48
4.2.6.	<i>Costos totales de implementación.....</i>	48
V.	CONCLUSIONES.....	50
VI.	RECOMENDACIONES.....	51
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
VIII.	ANEXOS	57

Índice de cuadros

Cuadro 1. Cantidad y procedencia de plantines establecidas.	36
Cuadro 2. Promedios de altura y diámetro de los clones de Tiraque y Alalay.....	37
Cuadro 3. Costo por prospección del área experimental en el Centro de Innovación Toralapa – Tiraque.	46
Cuadro 4. Costo de identificación, carguío, descarguío y transporte de plantas injertadas. ...	46
Cuadro 5. Costo de establecimiento de ramets de <i>Pinus radiata</i>	47
Cuadro 5. Costo de evaluación del huerto semillero de <i>Pinus radiata</i>	48
Cuadro 6. Costo total de 194 plantas injertadas de <i>Pinus radiata</i>	48
Cuadro 7. Costo total de implementación de un huerto semillero.....	49

Índice de figuras

Figura 1. Calidad genética de <i>Pinus radiata</i>	7
Figura 2. Distribución del <i>Pinus radiata</i> en el mundo.	14
Figura 3. Mapa de la ubicación del área de estudio.	21
Figura 4. Marcación en sentido de las curvas de nivel.	24
Figura 5. Apertura de hoyos mejorados.	24
Figura 6. Selección y transporte de plantas al área experimental.	25
Figura 7. Distribución de plantas.	26
Figura 8. Proceso de plantación de ramets de <i>Pinus radiata</i>	27
Figura 9. Colocación de tutores y de humus de acículas de <i>Pinus radiata</i>	28
Figura 10. Hoyación, plantación y tutoraje.	28
Figura 11. Registro del establecimiento de <i>Pinus radiata</i>	29
Figura 12. Medición del diámetro del tallo con calibrador Vernier.	30
Figura 13. Medición de la altura de planta con flexómetro.	31
Figura 14. Evaluación de la calidad de planta 1 bueno, 2 regular y 3 malo.	32
Figura 15. 1 excelente, 2 bueno, 3 regular y 4 con deficiencia en la unión.	33
Figura 16. Diámetro de tallo de los clones de <i>Pino radiata</i> provenientes de Alalay y Tiraque.	38
Figura 17. Evaluación de la altura de los ramets de cada clon de <i>Pinus radiata</i> provenientes de Alalay y Tiraque.	39
Figura 18. Incremento promedio del diámetro de los ramets de cada árbol plus (clones) sin daños mecánicos.	40
Figura 19. Incremento en altura promedio de ramets de cada árbol plus (clon) sin daños mecánicos.	41
Figura 20. Porcentaje de clones de árboles plus con daños mecánicos.	42
Figura 21. Daños mecánicos de los clones de árboles plus.	42
Figura 22. Calidad de los ramets establecidos en el Centro de Innovación Toralapa.	43
Figura 23. Estado del injerto de los ramets de los árboles plus establecidos.	44
Figura 24. Porcentaje de Supervivencia de los <i>Pinus radiata</i>	44
Figura 25. Prendimiento de ramets de árboles plus de <i>Pinus radiata</i>	45

I. INTRODUCCIÓN

Según Aparicio et al., (2013), la propagación vegetativa (PV) puede llevarse a cabo a través de técnicas de injertado, enraizado de estacas o cultivos *in vitro*, y mediante su utilización se obtienen individuos con características genéticas idénticas a las de la planta donante. Estos métodos se utilizan en proyectos con fines de conservación genética de especies e individuos de tal manera que los programas de mejoramiento genético forestal (MGF) se tornan más efectivos y rentables, lo que incrementa el rendimiento productivo de las plantaciones.

Es fundamental utilizar el material genético correcto para el desarrollo de las actividades forestales en cualquier país, razón por la cual, en Bolivia hay interés por desarrollar programas de MGF, a partir de técnicas de PV. El objetivo del MGF es producir, usar y conservar los individuos mejor adaptados y con el mayor rendimiento productivo, para reforestar y establecer plantaciones comerciales (Aparicio et al., 2013).

Para obtener materiales de reproducción de las categorías cualificada y controlada, es necesario realizar actividades que se integren dentro de programas de mejora de alta intensidad. En ellos se utilizan técnicas de multiplicación vegetativa (para instalación de huertos semilleros, obtención de progenitores de familias, clones o mezclas de clones), cruzamientos controlados, evaluación genética, etc., con el objetivo de aumentar la ganancia genética en caracteres de interés (Ipinza et al., 2016).

Los huertos semilleros constituyen uno de los enlaces más importantes que conectan a las poblaciones de mejora con las poblaciones de producción forestal, permitiendo traspasar las ganancias genéticas del programa de mejoramiento para hacerlas efectivas como incrementos de productividad en las plantaciones operacionales. Estas unidades se definen tradicionalmente como plantaciones de clones o de progenies selectas, que se aíslan para minimizar la polinización desde fuentes de menor valor, y se manejan intensivamente para producir semilla en forma frecuente, abundante, fácil de cosechar y con la mayor ganancia genética en el menor tiempo posible (Ipinza et al., 2016).

Las plantaciones de *Pinus radiata* y *Pinus patula* ubicadas en el Municipio de Tiraque del Departamento de Cochabamba. En ellas, se realizaron la selección del árbol plus aplicando la metodología de evaluación fenotípica y la comparación de superioridad entre cada uno de los individuos que integran el rodal. Es decir, una vez seleccionado el mejor árbol a la vista, y tomando en cuenta sus características fenotípicas deseables, se procedió a la búsqueda de los mejores cinco arboles de comparación, tomado un radio de veinte metros alrededor del candidato elegido. Esta metodología dio como resultado un diferencial de selección en uno o más de sus caracteres de importancia entre los árboles (Rodríguez, 2020).

Actualmente en Bolivia, existe menos preferencia de plantaciones forestales por el tiempo que tarda en crecer el pino optando por la agricultura y la ganadería especialmente en las comunidades. En ese sentido, con el fin de producir semillas y obtener plantas de mayor calidad a corto plazo, se estableció un huerto semillero de primera generación con 194 injertos de árboles plus de *Pinus radiata* y así contribuir al mejoramiento genético forestal en Bolivia.