

EFEECTO DE DOS NIVELES DE PH Y CUATRO MÉTODOS DE PREPARACIÓN DE TERRENO SOBRE EL CRECIMIENTO DE *PINUS RADIATA*

EFFECT OF TWO PH LEVELS AND FOUR SITE PREPARATION METHODS ON GROWTH OF *PINUS RADIATA*

Anibal Andrés Araujo Molina¹, Adriana Mercedes Núñez Villacis¹,

Mónica Paola Sarango Ayo¹, Carolina Bañol Pérez²

¹Departamento de Ciencias de la Vida. Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE),

Quito, Ecuador. E-mail: aaam31@hotmail.com; adrianamc__@hotmail.es;

moni_lomeja19@hotmail.com

²Facultad Ciencias de la Ingeniería. Universidad Estatal de Milagro (UNEMI),

Milagro, Ecuador. E-mail: cbanolp@unemi.edu.ec

RESUMEN

La investigación evaluó cuatro métodos de preparación de terreno y dos niveles de pH, para observar el efecto que tienen sobre el crecimiento de *Pinus radiata*. El experimento se desarrolló en la hacienda San Juan de Pintag, Pichincha, Ecuador. Luego de las pruebas pertinentes y el análisis de los datos obtenidos, se concluyó que en la hacienda mencionada existe baja productividad en las producciones agronómicas, debido a la permanencia de las condiciones del suelo: altos niveles de salinidad y alcalinidad. La alternativa de solución es la reforestación, una opción para dichas tierras, dada la creciente demanda de leña y forraje.

Palabras clave: preparación de terreno, pH, *Pinus radiata*, dasometría, Ecuador.

ABSTRACT

The research evaluated four methods of preparation of land and two pH levels, to observe the effect on the growth of *Pinus radiata*. Experiment San Juan de Pintag, Pichincha, Ecuador after relevant evidence was developed at the hacienda and the analysis of the obtained data, concluded the above-mentioned Treasury there in low productivity in agricultural production, due to the permanence of the soil conditions: high levels of salinity and alkalinity. The alternative solution is reforestation, an option for such lands, given the increasing demand for firewood and fodder.

Keywords: soil preparation, pH, *Pinus Radiata*, mensuration, Ecuador.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la salinidad y alcalinidad del suelo han causado la degradación de millones de hectáreas de tierra. Entre las causas de dicha degradación se hallan el manejo inadecuado de la calidad del agua de riego y el estudio ineficiente de las características físicas del suelo. La salinidad y alcalinidad han ocasionado que grandes extensiones de tierra no contribuyan a la producción nacional. Se precisa entonces reforestar dichas tierras y evitar su degradación adicional. (Singh, 1996)

Es necesario identificar todos los factores y características del suelo, antes del establecimiento de una plantación, con mayor importancia si es del tipo forestal, ya que su desarrollo implica el cuidado durante varios años. Ello, debido al lento crecimiento de los árboles. Anticipando esta situación, al determinar la calidad de los sitios de destinados para la siembra, es posible obtener una mayor productividad. La productividad se aumenta considerablemente con una adecuada preparación de los terrenos. Estos procesos generan una mejor adaptación de la planta al suelo, disminuyendo el stress inicial y por consiguiente mejoran las tasas de crecimiento y sobrevivencia en la plantación. (Vergara, 2005)

Según Inostroza (2009), la estructura del suelo es definida como el ordenamiento de las partículas del suelo, entre las cuales se hallan las propias partículas del suelo -arena, arcilla, limo-, así como los agregados, formados en fracciones más pequeñas por acción mecánica. La compactación del suelo puede generar que aumente la evaporación y disminuya la capacidad de retención de agua, reduciendo la disponibilidad en suelos de texturas finas y gruesas. (Gayoso, 2003) La compactación también puede deformar y disminuir los poros del suelo, necesarios para la aireación, el drenaje natural.

Para medir el grado de compactación de un suelo, es necesario determinar y describir factores varios, como las características físicas del suelo, así como clasificar factores como textura, naturaleza, estructura y contenido de humedad del material vegetal que se descompone en el sitio. El factor más importante para la determinación del grado de severidad de la compactación es la humedad del suelo. (Gayoso, 2003)

La labranza excesiva del suelo, aumenta considerablemente los costos de producción, afecta la actividad microbiana y favorece la erosión. El tráfico de los equipos por el terreno produce compactación. Diversos procedimientos suelen favorecer buenas poblaciones de plantas y conseguir rendimientos aceptables,

pero a costos demasiado altos y con evidente perjuicio para la estructura del suelo. (Inostroza, 2009)

Rab (1998), citado por Carcamo (2006), propone un método de labranza extensiva para tratamiento del suelo. La característica de este tipo de labranza apunta a que el suelo debe ser modificado en toda la superficie alterada hasta una profundidad determinada en el perfil del suelo. La labranza extensiva, las más de las veces, genera más productividad y menores costos en relación con otro tipo de métodos utilizados. Según Ellies (1999), en esa técnica se utilizan maquinarias e implementos que se mueven en una sola dirección y que completan la operación en una sola pasada, su efecto incide directamente sobre el suelo. Rab (1998), define que para un manejo y conservación óptima de suelos es importante incorporar materia orgánica que aporte con nutrientes. Es necesario seguir con el aporte continuo y periódicamente de la materia orgánica al suelo para obtener mejores beneficios físicos, químicos y biológicos.

Otro método de labrado es el biológico. En él se utilizan especies vegetales con un buen desarrollo radicular, lo cual permite penetrar en suelos compactados y romper los agregados del suelo. Ello contribuye a una mejor aireación. Al usar especies vegetales que puedan fijar nitrógeno, se aumenta el aporte y aumento de un nutriente tan esencial para el crecimiento de las plantas, evitando así, la erosión del suelo en el que fue plantado. (Carcamo, 2006) También, el efecto observado de grandes cantidades de carbonato de calcio (CaCO_3) en un perfil de suelo, es el de actuar como un tapón y a su vez es una barrera física que evita la penetración de las raíces de las plantas, por consiguiente el desarrollo radicular anormal afecta el crecimiento de la parte aérea de la planta. (Singh, 1996)

La especie *Pinus radiata* es una especie introducida que ha demostrado gran éxito de adaptación en suelos deteriorados debido al uso agrícola. En tal sentido se ha determinado que el desarrollo del pino y las perspectivas de su producción primaria se relacionan estrechamente con la fertilidad del suelo. En tal caso, los índices de crecimiento de la especie y las características generales del suelo ofrecen una información valiosa que permite mejorar los procesos de producción y da lugar a nuevos estudios basados en la experimentación, (Schlatter, 1987) Por ello, es vital determinan las variables clave que permitan la optimización del proceso en desarrollo de este árbol. (Calero y Fernández, 2007; Calero, Fernández y Fernández, 2008)

A partir de la realidad antes descrita se delinea como objetivo de este experimento determinar el efecto de cuatro métodos diferentes de preparación de terreno, junto con dos niveles de pH de suelo sobre el crecimiento de pino (*Pinus radiata*) en la hacienda San Juan de Pintag, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la hacienda San Juan, localizada en el Barrio La Tola, Parroquia Pintag, Cantón Rumiñahui, Provincia de Pichincha, a 0°22'0" Latitud y 78°22'60" Longitud. Se evaluaron cuatro métodos de preparación de terreno correspondientes a P1 (Arado de cama), P2 (Escarificación en parches), P3 (Hilera quemada), P4 (No tratado) y dos (2) niveles de pH correspondientes a N1 (pH8), N2 (pH9), ubicados en forma aleatoria sobre cuatro (4) bloques.

La unidad experimental constituyó una superficie de 1000m², dividida en dos parcelas. Se midió el crecimiento (cm) de las plantas de *Pinus radiata* cada 6 meses.

El ensayo se dispuso bajo un diseño de bloques al azar, en parcelas divididas con tres (3) repeticiones. La parcela grande se atendió con los métodos de preparación de terreno con cuatro (4) niveles. La parcela pequeña se correspondió al nivel de pH con dos (2) niveles. Para comparar los diferentes crecimientos de las plantas en cada parcela, se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = u + B_i + P_j + S_{ij} + N_k + (SN)_{jk} + E_{ijk} \quad \text{donde,}$$

Y_{ijk} : crecimiento (cm)

U: la media general

B_i : El efecto del i-ésimo bloque

P_j : El efecto principal del j-ésimo método de preparación del terreno

S_{ij} : El error para el método de preparación del terreno

N_k : El efecto principal del k-ésimo nivel de pH

$(SN)_{jk}$: la interacción del método de preparación del terreno con el nivel de pH

E_{ijk} : el error para el nivel de pH

Para comparar el crecimiento de las plantas de pino se realizó una separación de medias por el Test DGC (Di Rienzo, *et al.*, 2002), al 5% de significación. Asimismo, se modificó el suelo para obtener los diferentes niveles de pH con yeso (CaCO₃) y se plantaron los pinos a distancias de 2.5m x 3.7m. En cada parcela se midió el crecimiento (cm) de cada planta de pino cada seis (6) meses.

La investigación trató de resolver el siguiente problema “Cuál es el efecto de dos (2) niveles de pH y cuatro (4) métodos de preparación de terreno sobre el crecimiento del *Pinus radiata*”.

H1: El tratamiento P3 (Hilera quemada) y pH (8) producen el mejor crecimiento en el pino.

Tipo de Investigación: Mixta

Variable Dependiente: Crecimiento de *Pinus radiata*

Variable independiente: Niveles de pH y los métodos de preparación de terreno

Los valores numéricos obtenidos sobre el crecimiento de las plantas se procesaron con el software InfoStat. (Di Rienzo *et al.*, 2013)

Tratamientos a comparar

T1= P1 (Arado de cama) y N1 (pH8)

T2= P2 (Escarificación en parches) y N1 (pH8)

T3= P3 (Hilera quemada) y N1 (pH8)

T4= P4 (No tratado) y N1 (pH8)

T5= P1 (Arado de cama) y N2 (pH9)

T6= P2 (Escarificación en parches) y N2 (pH9)

T7= P3 (Hilera quemada) y N2 (pH9)

T8= P4 (No tratado) y N2 (pH9)

RESULTADOS

Tabla 1. Resultados del análisis de variación de las parcelas estudiadas

F de V	gl
Total	39
Bloque	3
Sistema	4
Error sistema	12
Nivel	1
SxN	4
Error del nivel	15

Elaborado por: autores

Tabla 2. Promedio + error estándar del crecimiento en altura de *Pinus radiata*, bajo el efecto de 8 tratamientos, durante dos evaluaciones. (Pintag, Ecuador, 2015)

Tratamiento	Crecimiento 1	Crecimiento 2
T1	16,60 + 0,55 a	47,63 + 1,39 ab
T2	16,42 + 0,55 a	46,13 + 1,39 ab
T3	15,08 + 0,55 a	43,71 + 1,39 abc
T4	16,38 + 0,55 a	48,25 + 1,39 a
T5	16,04 + 0,55 a	48,29 + 1,39 a
T6	16,08 + 0,55 a	45,51 + 1,42 ab
T7	16,46 + 0,55 a	41,77 + 1,42 bc
T8	16,29 + 0,55 a	38,38 + 1,39 c
p-valor	0,6216	<0,0001
CV	0,76	6,3

* Media con letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Elaborado por: autores

En la tabla 2 se presenta el crecimiento en (cm) de *Pinus radiata*, bajo el efecto de cuatro métodos de preparación y dos niveles de pH. La variable crecimiento se midió cada seis meses en la plantación de pino.

Los tratamientos T1= P1 (Arado de cama) y N1 (pH8); T2= P2 (Escarificación en parches) y N1 (pH8); T3= P3 (Hilera quemada) y N1 (pH8); T4= P4 (No tratado) y N1 (pH8); T5= P1 (Arado de cama) y N2 (pH9); T6= P2 (Escarificación en parches) y N2 (pH9), presentaron los mejores crecimientos en altura (cm) en la última toma de datos de la población de *Pinus radiata* en la hacienda San Juan. Los tratamientos modificados a un pH = 8 obtuvieron mejores crecimientos en altura (cm), que los tratamientos donde el suelo fue modificado a un pH = 9.

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que la mayoría de los tratamientos producen un mejor crecimiento en las plantas de pino (T1, T2, T3, T4, T5, T6). Ello indica que los cambios en las condiciones del terreno tienen un efecto positivo sobre esta variable. Vergara (2005), en su estudio de crecimiento y diámetro de *Pinus radiata* en dos modelos silvopastorales, con distinta preparación de suelo y diferentes tipos de plantas, muestra que las plantas que más crecieron lo debieron a las diferentes formas de preparación del terreno a la que fueron sometidas, éstas desarrollan un

sistema radicular diferente según el método de propagación del cual fueron obtenidos y su crecimiento depende principalmente de la formación de un adecuado sistema radicular y la preparación del sitio donde fue sembrada.

Mientras, el estudio realizado por Mohedano et al. (2005) sobre el crecimiento y estrés post-trasplante de árboles de pino *Pinus greggii* Engelm, trasplantados en suelo salino urbano, indica que en el caso de la variable de crecimiento en altura del pino, los árboles del tratamiento testigo, caracterizados por no tener modificación de pH en el sitio plantado, mantuvieron un incremento constante durante la fase experimental. Por su parte, los datos obtenidos con respecto al crecimiento fueron superiores a los de los demás tratamientos. O sea, la presencia de salinidad en el suelo no afectó el establecimiento y crecimiento de árboles de pino debido al riego constante, eliminando así el exceso de sales del suelo.

CONCLUSIONES

1. Debido a la permanencia constante de las condiciones físico-químicas del suelo, y a los niveles de salinidad y alcalinidad, la hacienda San Juan de Pintag presenta baja productividad en las producciones agronómicas.
2. Seis de los ocho tratamientos aplicados en la hacienda resultaron positivos para el crecimiento del pino, lo que indica que cambios en las condiciones del terreno son favorables para la producción del *Pinus radiata*.
3. El crecimiento de esta especie de pino, demostró ser significativo a un pH = 8, lo que indica que los cambios en el nivel del pH favorecen la fertilidad del terreno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Calero, S. y Fernández, A. (2007). Un acercamiento a la construcción de escenarios como herramienta para la planificación estratégica de la Cultura Física en Cuba. *Lecturas Educación Física y Deportes*, Buenos Aires - Año 12 - N° 114 – Noviembre de 2007. Consultado: 02 de Febrero del 2015. <http://www.efdeportes.com/efd114/construccion-de-escenarios-para-la-planificacion-estrategica.htm>
2. Calero, S., Fernández, A. y Fernández, R.R. (2008). Estudio de variables clave para el análisis del control del rendimiento técnico-táctico del voleibol de alto nivel. *Lecturas Educación Física y Deportes*. Buenos Aires - Año 13 - N° 121 - Junio de 2008. Consultado: 01 de Febrero del 2015. <http://www.efdeportes.com/efd121/control-del-rendimiento-tecnico-tactico-del-voleibol.htm>
3. Carcamo, V. (2006). Evaluación del crecimiento de *Pinus radiata* en suelos compactados, Valdivia. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 70p.
4. Di Rienzo J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; Gonzalez, L.; Tablada, M. y

- Robledo, C.W. (2013). InfoStat, versión 2013, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
5. Di Rienzo, J.A.; Guzmán A.W.; Casanoves F. 2002. A multiple-comparisons method based on the distribution of the root node distance of a binary tree. *Journal of Agricultural, Biological and Environmental Statistics*, 7 (2):129-142.
 6. Ellies, A. (1999). Cambios estructurales y distribución de tensiones en suelos sujetos al tránsito de maquinaria. *Bosque* 20(1): 37-45
 7. Gayoso, C. (2003). Evaluación del impacto en el suelo de un equipo de madeo en un rodal de *Pinus radiata* D.Don. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. 84p.
 8. Inostroza, J. (2009). Manual de papa para la Araucanía: Manejo y plantación. Instituto de Investigación Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. Temuco, Chile. 114p.
 9. Mohedano, L., Cetina, V., Chacalo, A., Trinidad, A., & González, F. (2005). Crecimiento y estrés post-trasplante de árboles de pino en suelo salino urbano. *Revista Chapingo. Revista Chapingo. Serie horticultura*, 11 (1):43-50.
 10. Rab, M. 1998. Rehabilitation of snig tracks and landings following logging of *Eucalyptus regnans* forest in the Victoria Central Highland, a review. *Australian Forestry*. 61(2): 103-113.
 11. Schlatter, J. (1987). La fertilidad del suelo y el desarrollo de *Pinus radiata*. *Bosque* 1: 13-19.
 12. Singh, G. (1996). Effect of site preparation techniques on *Prosopis juliflora* in an alkali soil. *Forest Ecology and Management* 80: 267-278.
 13. Vergara, M. (2005). Evaluación de dos modelos silvopastorales efectuados con dos tratamientos de preparación de sitio y dos tipos de plantas de *Pinus radiata* en el predio Huape Tres Esteros. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. 71 p.