



Efecto del poliacrilato de sodio (PANa) en la supervivencia e incremento dasométrico de dos especies forestales durante dos años en campo

Effect of sodium polyacrylate (PANa) on the survival and dasometric increase of two forest species during two years in the field

Rosario M. Bernaola-Paucar^{1,*}; Ysaías Zanabria Cáceres¹; Gelly Clemente Archi¹; Flor-Anita Corredor¹

¹ Estación Experimental Agraria Santa Ana, Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Huancayo, Junín 12007, Perú.

ORCID de los autores

R. M. Bernaola-Paucar: <https://orcid.org/0000-0003-0397-3898>

F.-A. Corredor: <https://orcid.org/0000-0002-4192-4600>

RESUMEN

La problemática del uso de suelos de aptitud forestal en las regiones áridas y semiáridas presenta escasez de lluvias y baja calidad de suelos, por ello, es importante buscar alternativas que permitan superar estos inconvenientes. El presente tiene como objetivo evaluar el efecto del Poliacrilato de Sodio (PANa) de pañales desechables usados en la supervivencia y crecimiento dasométrico de dos especies forestales, durante dos años en campo. Para lo cual se establecieron plantaciones de *Pinus radiata* D. Don y *Polylepis incana* bajo tres tratamientos de Poliacrilato de sodio, se evaluó el incremento dasométrico y el porcentaje de supervivencia cada seis meses durante dos años. Para el análisis de las variables se utilizó el diseño estadístico multifactorial. Los resultados indican que el mayor incremento de la altura y diámetro se dio en ambas especies forestales que fueron reforestadas bajo el tratamiento 2 y tratamiento 3, el mayor porcentaje de supervivencia en *P. radiata* se presentó en el tratamiento B, mientras que en *P. incana* el testigo presentó el mayor porcentaje de supervivencia.

Palabras clave: *Polylepis incana*; *Pinus radiata*; altura; diámetro; campo.

ABSTRACT

The problem of the use of soils suitable for forestry in arid and semi-arid regions presents scarce rainfall and low quality of soils, therefore, it is important to look for alternatives to overcome these inconveniences. The present objective is to evaluate the effect of Sodium Polyacrylate (PANa) of disposable diapers used in the survival and dasometric growth of two forest species, during two years in the field. For which *Pinus radiata* D. Don and *Polylepis incana* plantations were established under three sodium polyacrylate treatments, the dasometric increase and the survival percentage were evaluated every six months for two years. For the analysis of the variables, the multifactorial statistical design was used. The results indicate that the greatest increase in height and diameter occurred in both forest species that were reforested under treatment 2 and treatment 3, the highest percentage of survival in *P. radiata* occurred in treatment B, while in *P. incana* the control presented the highest percentage of survival.

Keywords: *Polylepis incana*; *Pinus radiata*; height; diameter; field.

1. Introducción

El Perú alcanza un promedio anual de deforestación de 172.83 ha (FAO, 2020), considerando que la reforestación constituye una

alternativa prioritaria para la recuperación de la cubierta vegetal y el mantenimiento de la calidad ambiental en las áreas forestales (CONEVAL 2019).

Hoy en día, la competencia de precios y el uso generalizado de los pañales desechables en casi todos los países ha incrementado la contaminación, debido a que un bebe durante los primeros 2,5 años de vida utilizan un promedio de 4680 pañales (team Upbaby, 2020).

Por consiguiente, los pañales descartables incrementan el volumen en los rellenos sanitarios, la parte interna celulosa y polímeros superabsorbente, pueden degradarse, pero al estar encapsulada en plásticos les impide descomponerse, Considerando que poliacrilato de sodio puede ser usados como acondicionadores de suelo (hidrogel), principalmente por aumentar la capacidad de almacenar agua en el suelo (Brito et al., 2013; Magalhães et al., 2013). Teniendo en cuenta que una adecuada humedad del suelo es esencial para el crecimiento de los árboles en campo, siendo las propiedades físicas del suelo que influyen en la humedad del suelo (Pérez, 2001; Rodríguez, 2003; Alva-Rodríguez et al., 2020). Los suelos con densidades mayores a $1,2 \text{ g.cm}^{-3}$ para un suelo arcilloso y $1,4 \text{ g.cm}^{-3}$ para un suelo arenoso, el factor más importante para el éxito de los cultivos es el aporte hídrico, considerando que en el crecimiento radical el agua proporciona la fuerza que permite expandir las células y producir la elongación (Schlatter et al., 2003).

El *P. radiata* es una especie oriunda del meridional de California (EEUU), que predomina en climas templados y diversos suelos, puede alcanzar alturas de 40m en suelos profundos (Limache, 1985). Mientras la *P. incana* es una especie forestal nativa del Perú, alcanzan alturas entre 1 a 27 m y crecen altitudes superiores a 3,800 msnm (Lao et al., 1990).

En el presente trabajo se tiene como objetivo evaluar el efecto del poliacrilato de sodio en la supervivencia e incremento dasométrico del *P. radiata* y *P. incana*, considerando, que los suelos expuestos a climas secos se benefician notablemente con el uso de hidrogeles (Barón et al., 2007). Por lo abordado, surge la necesidad de evaluar el efecto del Poliacrilato de Sodio (PANa) de pañales desechables usados en la supervivencia y el incremento dasométrico de dos especies forestales, en dos años en campo.

2. Material y métodos

Área de estudio

Las plantaciones de *P. radiata* y *P. incana* se establecieron el año 2014 en el lote "Los Andenes" de la Estación experimental agraria

"Santa Ana", el cual tiene una extensión de 5637m², ubicado en las coordenadas UTM 8672322 y 18L 0475664, a una altitud de 3295 msnm, Anexo Hualahoyo, distrito El Tambo, provincia de Huancayo y el departamento de Junín. Bajo un clima sub-húmedo templado, con humedad relativa promedio anual de 67,06 mm, con temperaturas promedio anual de 4,09 – 20,24 °C y una precipitación anual de 818,40 mm (SENAMHI & INIA, 2019), en la Tabla 1 se presenta la caracterización lote Los Andes, cuyo suelo es franco arcilloso arenoso.

Tabla 1

Caracterización del suelo del lote "Los Andes"

Parámetro	Cantidad
pH	6,20
Materia orgánica (%)	2,98
Nitrógeno (%)	0,15
Fosforo (ppm)	6,98
Potasio (ppm)	98,00

Materiales y equipos

Los plántones de *P. radiata* y *P. incana* se produjeron, en bolsas de 9" x 5", los cuales fueron cultivados durante nueve meses siguiendo los protocolos establecidos en el vivero forestal de la EEA Santa Ana (Tabla 2), producido bajo un sustrato a base del 70% de tierra negra y un 30% de arena. Los cuales se establecieron en campo con pañales desechables, lo cuales fueron recolectados del programa de vaso de leche de la comunidad de Saños, los pañales pesan aproximadamente 47,5 g, este compuesto por 30% de celulosa, 35% de polímero, 10% de polipropileno, 13% de polietileno y 7% otros (Aumônier y Collins, 2005).

Tabla 2

Evaluación inicial del *Pinus radiata* y *Polylepis incana* en vivero a nueve meses de edad

Evaluación inicial del <i>Pinus radiata</i>	
Altura (cm)	55,17 ± 06,45
Diámetro (mm)	07,13 ± 0,76
Volumen foliar (cm ³)	58,10 ± 13,80
Peso foliar seco (g)	12,74 ± 03,09
Volumen radicular (cm ³)	14,40 ± 05,42
Peso radicular seco (g)	04,02 ± 01,69
Evaluación inicial de <i>Polylepis incana</i>	
Altura (cm)	57,63 ± 07,11
Diámetro (mm)	09,80 ± 01,65
Volumen foliar (cm ³)	49,50 ± 12,99
Peso foliar seco (g)	16,60 ± 05,37
Volumen radicular (cm ³)	13,30 ± 05,20
Peso radicular seco (g)	04,91 ± 01,93

Metodología

Las plantas fueron instaladas en campo en el año 2014 a un distanciamiento de 2 x 3 m (tres bolillos), mediante un diseño experimental completamente al azar se establecieron las dos especies forestales en campo (*P. incana* y *P. radiata*), bajo tres tratamientos: tratamiento A (testigo), tratamiento B (con un pañal) y tratamiento C (con dos pañales). Dichas plantaciones se evaluaron cada seis meses durante dos años (2014 y 2016), el porcentaje de supervivencia y el incremento de las variables dasométricas (altura y diámetro).

Análisis estadístico

Los datos se organizaron en el Programa Excel de Microsoft office 2007 y se les aplicó una prueba de normalidad (Estadístico W de Shapiro-Wilk). Posteriormente los datos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) siguiendo el modelo multifactorial con dos factores en el software R, versión 3.6.3. ($p \leq 0,05$).

3. Resultados y discusión

La [Tabla 3](#) muestra que, el análisis de varianza presentó efecto significativo ($p \leq 0,05$) entre todas las variables evaluadas en los factores principales (tratamiento y la fecha de evaluación en ambas especies), con excepción del incremento de diámetro en *Polylepis incana*. Mientras la interacción de ambos factores no presentó un efecto significativo entre ambas especies forestales ($p > 0,05$).

Tabla 3

P-valor del ANOVA de la altura y diámetro de dos especies forestales

Factores	<i>P. radiata</i>		<i>P. incana</i>	
	H	D	H	D
Tratamiento (T)	0,00*	0,00*	0,03*	0,23
Fecha de evaluación (E)	0,00*	0,00*	0,00*	0,00*
T x E	0,98	0,64	0,07	0,67

*Significancia al 95%, altura (H), diámetro (D).

En la [Figura 1](#) se muestra la evaluación del *Pinus radiata*, a fin de evaluar el efecto del polímero bajo los tres tratamientos (T1, T2 y T3), los resultados muestran el incremento de la altura y diámetro por efecto de la fecha de evaluación. [Gualpa y Rosero \(2018\)](#), en un estudio en *P. radiata*, menciona que el diámetro y la altura muestran una tendencia con desplazamiento hacia arriba

conforme transcurre la edad (1 a 6 años). Lo cual concuerda con nuestro estudio desarrollado.

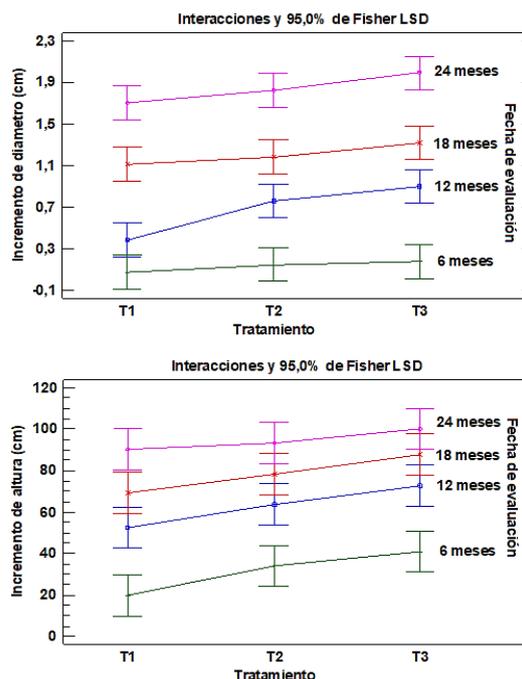


Figura 1. Evaluación dasométrica del *Pinus radiata*.

Además, se muestra que el tratamiento 3 obtuvo mayores incrementos en el diámetro ($p \leq 0,05$) en comparación al testigo (a los 6 y 12 meses de evaluación), mientras que a los 18 y 24 meses de evaluación no presenta diferencia estadística entre los distintos tratamientos. Por otro lado, el incremento de altura a los 6 meses fue mayor en los tratamientos 2 y 3; sin embargo, a los 12, 18 y 24 meses de evaluación en incremento de altura fue similar entre los tratamientos. Al respecto [Dranski et al. \(2013\)](#) observaron que el uso del hidrogel no propiciaba un aumento significativo del crecimiento de plantas de *Jatropha curcas* L., especialmente para la temporada invierno, pero si un aumento mayor que el crecimiento de las plantas sembradas en primavera.

En la [Figura 2](#) se presenta la evaluación del *Polylepis incana*, donde se evalúa el efecto del polímero bajo los tres tratamientos, presentando diferencia significativa por efecto de los tratamientos en el incremento del diámetro. Además, se muestra un ligero incremento del diámetro y altura por efecto de la fecha de evaluación. [Reynel & Marcelo \(2009\)](#), reportaron en *Polylepis racemosa* instalado en el Valle del Mantaro (a 3900 msnm), un crecimiento de 15 cm de la altura en el primer año y hasta 90 cm en el segundo año, lo cual concuerda con nuestra investigación.

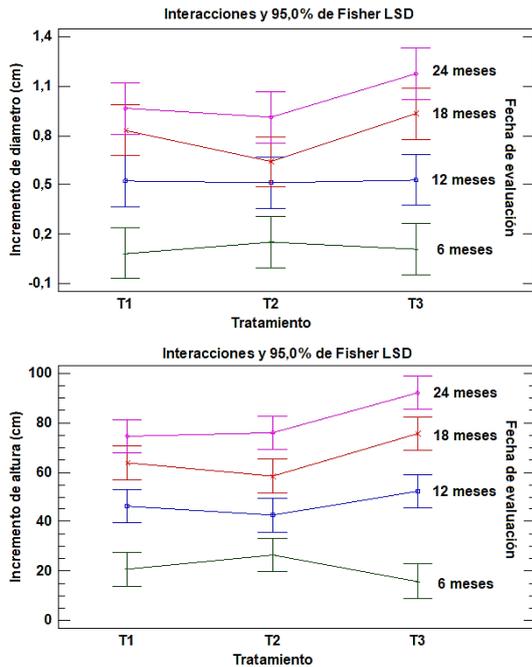


Figura 2. Evaluación dasométrica del *Polylepis incana*.

Además, el incremento del diámetro no presenta diferencia estadística entre los tres tratamientos aplicados. Mientras el tratamiento 3 obtuvo mayores incrementos en la altura ($p \leq 0,05$) a los 18 y 24 meses de evaluación, mientras que a los 6 y 12 meses de evaluación no se aprecia diferencia estadística entre los tratamientos evaluados.

En la Figura 3 se muestra que el *Pinus radiata* presenta una mayor supervivencia, por efecto de la presencia del polímero en menor cantidad (tratamiento B), debido a que retrasó los síntomas de déficit hídrico influyendo en la supervivencia de dicha especie.

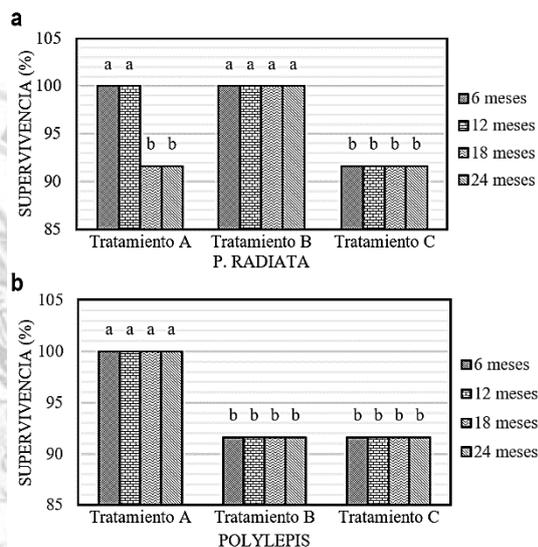


Figura 3. Evaluación dasométrica del *Polylepis incana*.

El testigo no superó las condiciones de sequedad del suelo en el último año de evaluación, lo cual aumentó la mortalidad dichas plantas (López et al., 2010; Alva-Rodríguez et al., 2020); mientras que en *Polylepis incana* el polímero afectó de manera negativa al porcentaje de supervivencia en dicha especie. Se estima que el mayor contenido de humedad del suelo logrado afectó a las condiciones de sanidad de la plantación (podrición radicular), aumentando la mortandad de las plantas en campo (Andrada & Di Barbaro, 2018). Sin embargo, el uso de polímeros en distintas concentraciones, no presentaron diferencias significativas en la supervivencia durante el establecimiento de plantaciones forestales de *Juniperus flaccida*, durante el primer año en campo (Barreto, 2011).

4. Conclusiones

En ambas especies se presentó diferencias por efecto de los tratamientos de acuerdo a la fecha de evaluación. El incremento de la altura y diámetro se dio en mayor proporción en ambas especies forestales que fueron reforestadas bajo el tratamiento 2 y tratamiento 3. Mientras, el mayor porcentaje de supervivencia en *Pinus radiata* se presentó en el tratamiento B. Mientras que en *Polylepis incana* el testigo presentó el mayor porcentaje de supervivencia. Se sugiere estudiar el efecto del polímero bajo un tratamiento físico o mecánico.

Agradecimientos

A la Estación Experimental Agraria Santa Ana y al Programa Nacional de Investigación Forestal por los datos proporcionados. Al Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura-IICA y al programa Jóvenes Investigadores.

Referencias bibliográficas

Alva-Rodríguez, S., López-Upton, J., Vargas-Hernández, J., & Ruiz-Posadas, I. (2020). Biomass and growth of *Pinus cembroides* Zucc. And *Pinus orizabensis* D. K.Bayley y Hawksworth in response to wáter déficit. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 26(1), 71-83.

Andrada, H., & Di Barbaro, G. (2018). Efecto de la aplicación de copolímeros sobre el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(2), 27-35.

Aumónier, S., & Collins, M. (2005). Life cycle assessment of disposable and reusable nappies in the UK. *Agencia del Medio Ambiente del Reino Unido*, 209 p.

Barón, A., Barrera, I., Boada, L., & Rodríguez, G. (2007). Evaluación de hidrogeles para aplicaciones agroforestales. *Revista Ingeniería e Investigación*, 27(3), 35-44.

Barreto, N. (2011). Evaluación del efecto de retenedores de agua en el establecimiento de *Juniperus flaccida* Schlechtendal en Ixcateopán, Gro. Chapingo México. Tesis. Universidad Autónoma de Chapingo. 55 p.

Brito, C., Rodrigues, F., Fernandes, M., & Da Silva, L., Ricardo, N., Feitosa, J., Muniz, E. (2013). Síntese e caracterização de

- hidrogéis compósitos a partir de copolímeros acrilamida-acrilato e caulim: efeito da constituição de diferentes caulins do nordeste brasileiro. *Química Nova*, 36(1), 40-45.
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social). (2019). Fichas de Monitoreo y Evaluación 2017-2018 de los Programas y las Acciones Federales de Desarrollo Social, CONEVAL, Ciudad de México.
- Dranski, J., Pinto, A., Campagnolo, M., Malavasi, U., Malavasi, M., & Guimaraes, V. (2013). The effect of planting season and hidrogel on survival and initial growth of physic nut. *Ciencia Florestal*, 23(3): 489-498.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). (2020). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 - Perú. Italia, Roma, 1 - 55. Recuperado de <http://www.fao.org/3/cb0110es/cb0110es.pdf>
- Gualpa, M., & Rosero, S. 2018. Evaluación Dasométrica de una Plantación de *Pinus radiata* D. Don en el sector San Andrés, Guano, Ecuador. *European Scientific Journal*, 14(15), 1857-7881.
- Lao, R.; Zevallos, P., & De la Cruz, H. (1990). Información preliminar de la ecología, dendrología y distribución geográfica de las especies del género *Polylepis* en el Perú. *Espacio y desarrollo*, 2, 47-62.
- Limache, A. (1985). Ensayo de micorrización de *Pinus radiata* D. Don en los viveros forestales del departamento de Cuzco. Tesis de grado, Facultad de Ingeniería Forestal y del Ambiente, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.
- López, J., Da Silva, M., Saad, J., & Angélico, T. (2010). Use of hydrogel in the survival of cuttings of *Eucalyptus urograndis* produced with different types of substrate and water management. *Ciencia Florestal*, 20(2), 217-224.
- Magalhães, A., Almeida, M., Bezerra, M., & Feitosa, J. (2013). Superabsorbent Hydrogel Composite with Minerals Aimed at Water Sustainability. *J. Braz. Chem. Soc.*, 24(2), 304-313.
- Pérez, H. (2001). Evaluación de productividad de *Pinus radiata* (D. Don) asociado a zanjias de infiltración. Llongocura, VII Región del Maule. Tesis Ing. Forestal. Talca. Universidad de Talca, Facultad de Ciencias Forestales, 72 p.
- Reynel, C., & Marcelo, J. (2009). Árboles de los ecosistemas forestales andinos, Manual de identificación de especies. Serie Investigación y sistematización N° 9. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERACION, Lima. 1-163.
- Rodríguez, P. (2003). Como funciona un pañal. *Revista Investigación y Ciencia*, 15, RC-39.
- Schlatter, J., Grez, R., & Gerding, V. (2003). Manual para el reconocimiento de suelos. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 114 p.
- SENAMHI; INIA. (2019). Reporte diario de los datos meteorológicos de la EEA "Santa Ana" – Hualahoyo – Saños grande. Ubicado en la latitud 12°0'15" y la longitud de 75°13'15". Tambo, Junín, Perú.
- team Upbaby. (2020). ¿Cuántos pañales usa un bebé por cada etapa? Upbaby app, Bogotá, Colombia. Recuperado de <https://www.upbaby.co/blog/bebes-0-a-1-ano/cuantos-panales-usa-un-bebe-por-cada-etapa/>

