

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/362460588>

Establecimiento y reposición de pérdidas en plantaciones de *Prosopis alba* en Santiago del Estero, Argentina

Article in *Revista Forestal del Perú* · July 2022

DOI: 10.21704/rfp.v37i1.1592

CITATIONS

0

READS

40

5 authors, including:



Marta Izzo

Universidad Nacional de Santiago del Estero

4 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Cecilia Alejandra Zurita Bianchini

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Miguel Ángel Sarmiento

Universidad Nacional de Santiago del Estero

73 PUBLICATIONS 119 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Calculation of the profitability of *Prosopis Alba* plantations in the Chaco Forest [View project](#)



Management Ecosystem Services in natural areas (Gestión de Servicios ecosistémicos en áreas naturales) [View project](#)

Establecimiento y reposición de pérdidas en plantaciones de *Prosopis alba* en Santiago del Estero, Argentina

Establishment and replacement of failures in *Prosopis alba* plantations in Santiago del Estero, Argentina

Jorge García^{1,*}, Pablo Álvarez¹, Marta Izzo¹, Cecilia Zurita-Bianchini¹ y Miguel Sarmiento¹

Recibido: 26 abril 2021 | **Aceptado:** 31 mayo 2022 | **Publicado en línea:** 27 julio 2022

Citación: García, J; Álvarez, P; Izzo, M; Zurita-Bianchini, C; Sarmiento, M. 2022. Establecimiento y reposición de pérdidas en plantaciones de *Prosopis alba* en Santiago del Estero, Argentina. Revista Forestal del Perú 37(1): 41-53. DOI: <https://doi.org/10.21704/rfp.v37i1.1592>

Resumen

El costo de implantación de una especie forestal no solo contempla la actividad de plantación en sí, sino, además, el de su posterior reposición de fallas. El objetivo del presente estudio fue describir y determinar el rendimiento de las tareas de control de prendimiento y reposición de fallas en plantaciones de *Prosopis alba* Griseb. (algarrobo blanco) bajo la influencia de factores edáficos como pH y conductividad eléctrica. La investigación se centró en el marco del Programa Forestal Santiaguense (PFS), Argentina, ejecutado durante la campaña de forestación 2017–2018. La muestra estuvo conformada por 3 productores con parcelas ubicadas en el departamento Robles de la provincia de Santiago del Estero. El trabajo de campo permitió registrar las tareas de control de prendimiento y reposición de fallas y a su vez, evaluar el establecimiento de las plantas bajo diferentes factores edáficos. El estudio refleja un porcentaje de pérdida promedio de plantas de un 17 %, y demuestra que la reposición de 75 plantas de algarrobo requiere 0,12 jornales (0,96 h). Se evidencia una fuerte correlación entre las variables CE (ds/m) y mortandad de plantas, en este sentido se obtuvo un modelo estadístico capaz de estimar la mortandad de plantas en función de la CE del suelo.

Palabras clave: rendimiento, implantación, control de prendimiento, factores edáficos

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), Santiago del Estero, Argentina.

* Autor de Correspondencia: jorgegarcia5439@gmail.com

Abstract

The cost of implantation of a forest species not only contemplates the plantation activity itself, but also that of its subsequent replacement of failures. The objective of this study was to describe and determine the performance of the control tasks of picking and replacement of failures in plantations of *Prosopis alba* (white carob tree) under the influence of edaphic factors such as pH and electrical conductivity. The research focused on the framework of the Santiagueño Forest Program (PFS), Argentina, executed during the 2017–2018 afforestation campaign. The sample consisted of 3 producers with plots located in the Robles department of the Santiago del Estero province. The field work allowed to record the tasks of control of uprooting and replacement of failures and in turn, to evaluate the establishment of the plants under different edaphic factors. The study reflects an average plant loss percentage of 17% and shows that the replacement of 75 carob plants requires 0.12 wages (0.96 h). There is a strong correlation between the variables CE (ds / m) and plant mortality, in this sense a statistical model was obtained capable of estimating plant mortality based on the EC of the soil.

Key words: performance, implantation, take-off control, edaphic factors

Introducción

Actualmente, en el marco de la Ley de Inversiones para Bosques Cultivados N.º 25.080, el algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb.) es la principal especie nativa promocionada para realizar plantaciones comerciales en la región del Parque Chaqueño (Coronel de Renolfi y Gómez 2014).

Durante el año 2017, en la provincia de Santiago del Estero se puso en marcha el Programa Forestal Santiagueño (PFS) con la finalidad de contribuir a la recuperación de suelos degradados en el área de riego mediante la implantación de la especie *Prosopis alba* en aproximadamente 900 hectáreas durante el período 2017-2021 (Cardona *et al.* 2018). En el transcurso del año 2018 se plantaron alrededor de 200 ha en diferentes departamentos correspondientes a la zona de regadío de la provincia (Silva *et al.* 2018).

En el mundo, las plantaciones forestales comerciales (PFC) son consideradas una estrategia para aumentar la producción, reducir el déficit de materias primas, generar desarrollo y disminuir la presión sobre los bosques naturales (Cuevas *et al.* 2022). En la actualidad, la actividad forestal de bosques implantados, con especies exóticas o nativas en la región, carece de información económica y financiera.

En estudios previos, Cardona *et al.* (2018) describieron la metodología y tiempos efectivos de trabajo de tareas de implantación de algarrobo bajo el PFS. En esta segunda etapa complementaria, se evalúa el rendimiento operativo durante la actividad de reposición de fallas.

Coronel de Renolfi *et al.* (2010) manifiestan que el éxito de las actividades forestales requiere que cada etapa se realice con la asignación óptima de los recursos, que se emplee el tiempo operativo apropiado, que las diferentes operaciones de trabajo se desarrollen adecuadamente y a su vez, que estén basadas en estándares de productividad para que los costos se reduzcan. Los mismos autores sostienen que la carencia de datos empíricos ha conducido en muchas ocasiones a utilizar coeficientes de rendimiento y de productividad de otras regiones a la hora de calcular los costos de las actividades.

El objetivo de este trabajo fue determinar el rendimiento de las labores de replante durante el primer año de plantación del algarrobo blanco (*Prosopis alba*). Además, se busca describir el comportamiento de las variables edáficas pH-CE en los distintos sitios de estudio y encontrar el modelo estadístico que mejor represente la relación existente entre la variable CE (dS/m) y el número de plantas muertas.

Materiales y Métodos

Área de estudio

Santiago del Estero posee una superficie de 145 690 km², siendo la décima provincia en extensión de la República Argentina. Se sitúa entre los 25°35' y los 30°41' de latitud sur y entre los 61°34' y los 65°34' de longitud oeste (Figura 1). El clima es cálido y corresponde con el clima de las regiones subtropicales por estar situada entre las isotermas de 20° C y 22° C (Pérez-Carrera *et al.* 2008).

El estudio fue desarrollado en las localidades de Colonia El Simbolar y Villa Robles, departamento Robles, provincia de Santiago del Estero, Argentina (Figura 1). La zona de estudio posee aptitudes para la implantación de *Prosopis alba*, se encuentra enclavada en lo que constituye el área de riego del Río Dulce. El rango altitudinal en la zona varía entre 160 y 171 m.s.n.m

El suelo dominante en Colonia El Simbolar es del grupo Haplustoles, pertenece en su mayoría al subgrupo Haplustoles arídicos (Mnai). Son suelos desarrollados sobre materiales eóli-

cos de textura franca a franca arenosa (Angueira *et al.* 2007). Mientras que en Villa Robles los suelos pertenecen al grupo Ustifluvente (AEtc-34), este grupo de suelos está constituido por una sucesión de capas que varían en textura, espesor y composición mineralógica. Se trata de suelos ubicados en un paisaje de llanura aluvial donde ocupan una posición en las vías de escurrimiento y derrames. Ambos suelos se consideran ricos en nutrientes, con buenas condiciones para ser forestados.

Metodología del trabajo

- Registro de datos

La muestra de estudio estuvo conformada por un total de 20 ha forestadas con *Prosopis alba* localizados en el Departamento Robles, las cuales corresponden a tres productores beneficiados por el PFS.

Se muestrearon dos lotes en Colonia El Simbolar: uno de siete hectáreas (sitio B) y otro de seis hectáreas (sitio C), mientras que en la localidad de Villa Robles (sitio A) fue muestreado un lote de siete hectáreas (Figura 2).

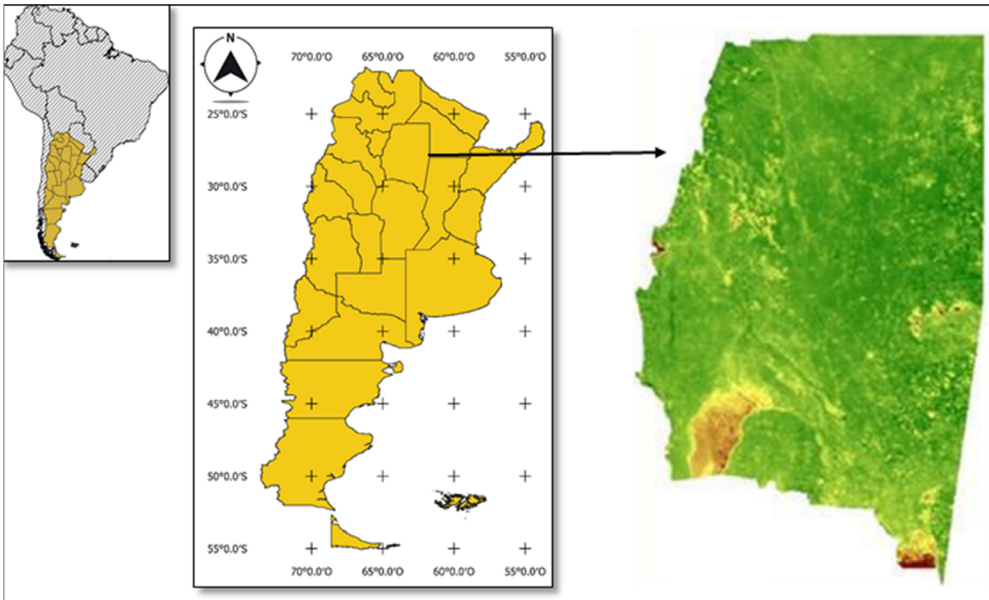


Figura 1. Ubicación geográfica de la provincia Santiago del Estero en Argentina y América del Sur.

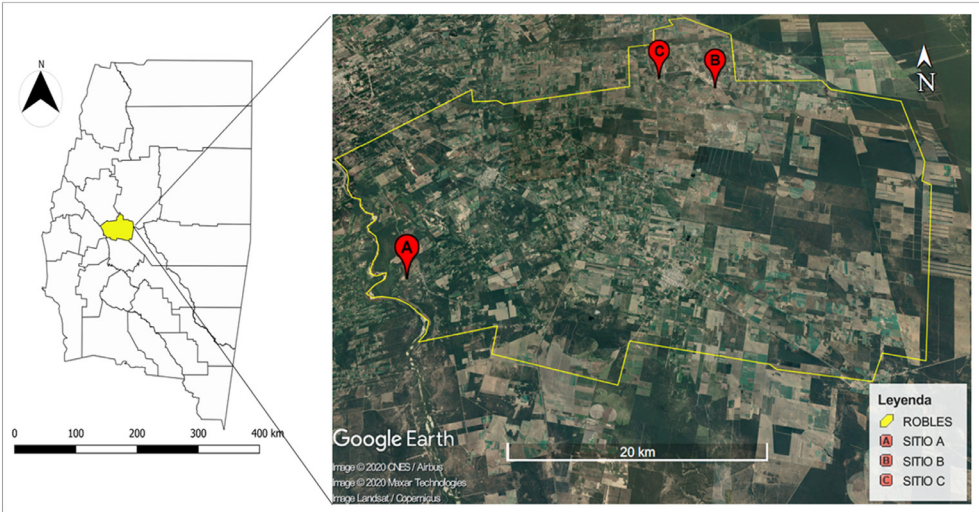


Figura 2. Ubicación geográfica de lotes muestreados dentro del departamento Robles, provincia de Santiago del Estero.

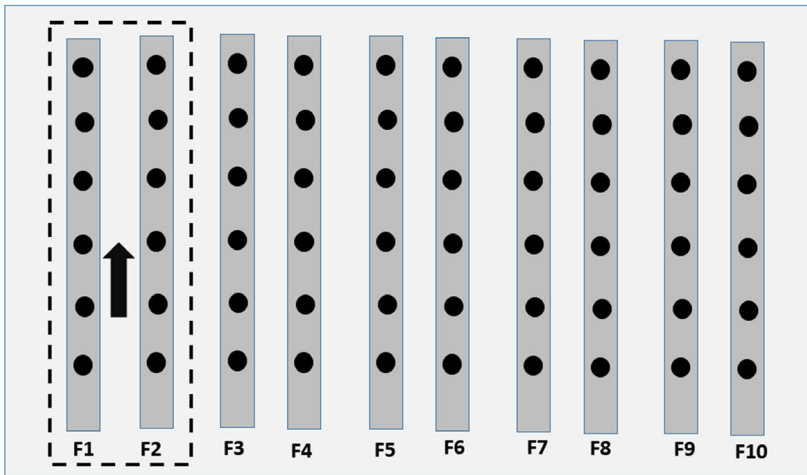


Figura 3. Metodología de control de prendimiento.

La recolección de datos se efectuó utilizando la técnica de observación directa *in situ* registrando los tiempos efectivos de trabajo de las actividades de control de supervivencia y posterior replante (Cuadro 1).

- Control de porcentaje de supervivencia

La evaluación de la supervivencia permite obtener una medida cuantitativa del éxito de la

plantación bajo la influencia de los factores del sitio (Ramírez-García *et al.* 2008).

La Ley de Inversiones para Bosques Cultivados N.º 25.080, mediante su resolución 33/13 establece que las pérdidas admisibles para certificar una plantación como lograda no debe superar el 10 % de su densidad (Ley de Inversiones para Bosques Cultivados N.º 25.080).

Productor	Superficie Forestada (ha)	Localidad	Departamento	Condición de Sitio
A	7	Villa Robles	Robles	Suelo rastrado
B	7	Col. El Simbolar	Robles	Lote con malezas
C	6	Col. El Simbolar	Robles	Lote con malezas

Cuadro 1. Superficies forestadas por productor y su correspondiente localidad.

En virtud del marco legal establecido se monitorearon las plantaciones forestales ejecutadas bajo el PFS para reponer las plantas que no lograron establecerse con éxito.

Las plantaciones forestales fueron establecidas durante el mes de febrero, previo a ello, se prepararon los sitios en virtud de la condición inicial del terreno mediante actividades de rastrado y rolado. La investigación se llevó a cabo durante el mes de marzo, mes en el cual se realizó el control de supervivencia y posterior reposición de las pérdidas. El diseño de plantación utilizado por el PFS fue en macizos/bloques con una densidad de 500 pl/ha, la configuración espacial empleada fue de 4 × 5 m.

La metodología consistió en muestrear con una intensidad del 10 % del total de la densidad de plantas (50 pl/ha). Para ello, se determinó previamente en gabinete el número de plantas y filas a relevarse. Seguidamente, se ejecutó la actividad en terreno de manera sistemática, relevando las dos primeras filas cada 10 filas (filas 1,2; 11,12; 21,22) hasta cumplir con el 10 % del número de plantas a registrar (Figura 3).

El procedimiento de toma directa de datos consistió en observar, describir y medir *in situ* los tiempos de trabajo de las operaciones que se llevan a cabo. La actividad se cronometró marcando inicio y fin del relevamiento, logrando obtener como dato el rendimiento por hectárea para las tareas de control de establecimiento y posterior replante.

El control de establecimiento se ejecutó con dos operarios 30 días posteriores a la plantación, actividad en la cual se relevó información cualitativa como mortandad/supervivencia, daño por herbivoría, ataque de hormigas, entre otros.

- Recalce

En una segunda instancia, se procedió a reponer las pérdidas detectadas durante el control de prendimiento previo. Las tareas de reposición fueron realizadas por una cuadrilla de 6 personas, repartidos en dos grupos de 3 personas, los cuales trabajaron de manera conjunta en distintos sectores. Como sugieren Catalán *et al.* (1994), la reposición de plantas se efectuó a finales de verano para garantizar la supervivencia de las plántulas.

- Muestreo de suelo

Se recolectó un total de 14 muestras simples a una profundidad de 30 cm en forma aleatoria en los tres sitios de estudio. Posteriormente las muestras se rotularon y georreferenciaron *in situ*. Para la evaluación de la salinidad, pH y CE, se siguió la metodología propuesta por Schlichting *et al.* (1995), citado por Lorenz (2016). Se midió la conductividad eléctrica en una suspensión suelo: agua de 1:2,5 la cual determinó la salinidad de la muestra edáfica.

Medición del tiempo efectivo de trabajo y rendimiento

La medición de los tiempos efectivos de trabajo y descripción de tareas se realizó *in situ* volcando los datos en una planilla confeccionada en gabinete para tal fin. En la medición del tiempo efectivo no se contempló los tiempos vacíos o muertos. Se marcó hora de inicio y fin de cada actividad describiendo las condiciones de sitio y temperatura para luego determinar el rendimiento de las labores.

Análisis estadístico

Se realizó el análisis exploratorio de las variables pH y CE (mmhos/cm) para cada uno de los sitios de estudio. Posteriormente, se efectuó un

Productor	Superficie forestada	Plantas muestreadas	Intensidad de muestreo %	Rendimiento (h/ha)	Rendimiento (min/ha)
A	7 ha	350	10 %	0,08	5
B	7 ha	350	10 %	0,12	7
C	6 ha	300	10 %	0,13	8

Cuadro 2. Rendimiento de monitoreo por hectárea.

Lote	Sitio	% Pérdida	% Prendimiento
A	Villa Robles	11	89
B	Colonia El Simbolar	19	81
C	Colonia El Simbolar	21	79

Cuadro 3. Porcentajes de fallas y prendimiento por lote.

Promedios	
Rendimiento de reposición en tiempo (Pl/h)	78
Rendimiento de reposición en unidad de superficie (Pl/ha)	32
Reposición de fallas (%)	6

Cuadro 4. Promedios de rendimientos durante reposición de fallas.

Lote	Sitio	% Pérdida	pH Promedio	CE Promedio (ds/m)
A	Villa Robles	11	7,10	1,15
B	Colonia El Simbolar	19	7,76	3,18
C	Colonia El Simbolar	21	7,48	3,99

Cuadro 5. Análisis de suelo por sitio y su influencia en el prendimiento (1 mS/cm equivalente a 1 dS/m).

análisis de Correlación Lineal Simple empleando el software estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2014) para determinar el grado de asociación existente entre las variables CE (dS/m) y el número de plantas muertas. Profundizando en este análisis, se procedió a realizar un análisis de Regresión Lineal Simple para encontrar el modelo estadístico que relacione ambas variables y poder estimar el número de plantas muertas a campo en función de la conductividad eléctrica del suelo.

Resultados

Control de establecimiento

Los datos de la evaluación de rendimiento de la cuadrilla durante el control de prendimien-

to en tres sitios diferentes se muestran en el Cuadro 2.

El lote con mayor demanda de tiempo para el control de prendimiento fue el del Productor C con un rendimiento de 8 min/ha, seguido por el del Productor B con un valor de 7 min/ha. Las causas de estas variaciones se atribuyen a las condiciones de sitio observadas. En el primer caso, el lote presentó una cobertura vegetal con herbáceas de hasta 1,5 m que cubrían las plántulas dificultando el monitoreo, sumado a un día de extremas temperaturas. El segundo caso, exhibió malezas de bajo desarrollo con una altura similar a las plantas y cabeceras de plantación sin delimitar.

Lote	Sitio	N° de casos	Valor Máximo	Valor Mínimo	Media	Varianza	Coficiente de Variación (%)	Desviación Estándar	Mediana	Cuartil 1 (Q1)	Cuartil 3 (Q3)
A	Villa Robles	5	1,75	0,07	0,45	0,53	2,83	0,73	0,12	0,07	0,23
B	Colonia El Simbolar	4	5,05	0,92	2,35	3,52	5,19	1,87	1,71	0,92	2,14
C	Colonia El Simbolar	5	7,46	0,69	3,99	7,55	7,00	2,75	3,02	2,65	6,12

Cuadro 6. Estadística descriptiva de la conductividad eléctrica (dS/m) en los distintos sitios.

Como muestra la Figura 4, el lote A presentó un mayor rendimiento de muestreo. Se atribuye su eficacia al presentar un suelo desmalezado, cabeceras de filas señalizadas complementario a una jornada con temperatura media de 25°C (día nublado).

Recalce

La reposición de fallas estuvo sujeta a los resultados del control de prendimiento previo. Los resultados porcentuales de pérdida y éxito de establecimiento de plántulas se exhiben en el Cuadro 3. El porcentaje de mortandad promedio alcanzado por los lotes estudiados fue de un 17 %, razón por la cual se procedió a su posterior reposición para ajustarse a la normativa establecida por la Ley de Inversiones para Bosques Cultivados N.º 25.080.

En la Figura 5, se puede observar que el lote con mayor rendimiento en reposición de fallas por hora fue el del productor A. Se deduce que el rendimiento fue mayor en este último debido a que las cabeceras de las filas se encontraban identificadas (jalones) y las malezas presentaban escaso desarrollo al momento de realizar las tareas. Por otro lado, este lote fue el último en reponerse.

A continuación (Cuadro 4) se presenta los promedios de rendimientos de las tareas de recalce expresadas en tiempo (Pl/h) y unidades de superficie (Pl/ha).

Análisis de suelo

En el Cuadro 5, se muestran los resultados de las muestras de suelo por cada sitio referidas a las variables pH y CE (DS/m). El análisis de la variable CE (mmhos/cm), muestra que en todos los sitios el valor promedio de CE no supera los 4 mmhos/cm. Estos resultados demuestran que los sitios relevados se encuentran dentro de los estándares aceptados por Ley de Inversiones para Bosques Cultivados, la cual establece que la conductividad eléctrica del suelo máxima admitida es de ocho milimhos por centímetro (8 mmhos/cm).

Análisis estadístico

El diagrama de cajas y bigotes presentado en las Figura 6 y 7 resume las variables pH/CE

Lote	Sitio	Nº de casos	Valor Máximo	Valor Mínimo	Media	Varianza	Coefficiente de Variación (%)	Desviación Estándar	Mediana	Cuartil I (Q1)	Cuartil 3 (Q3)
A	Villa Robles	5	7,16	6,66	6,96	0,04	2,83	0,20	7,02	6,89	7,09
B	Colonia El Simbolar	4	8,19	7,28	7,64	0,16	5,19	0,40	7,54	7,28	7,65
C	Colonia El Simbolar	5	8,09	6,83	7,48	0,27	7	0,52	7,68	7,05	7,76

Cuadro 7. Estadística descriptiva del contenido de pH en los distintos sitios..

para los sitios estudiados. Mediante los Cuadros 6 y 7 se detalla el análisis descriptivo de las 14 muestras de suelo recolectadas en los tres sitios estudiados.

Del análisis de Correlación Lineal Simple para las variables CE y N° de plantas muertas se obtuvo un Coeficiente de Pearson de 0,83 ($p=0,0003 < \alpha=0,05$); esto demuestra que existe una fuerte asociación lineal entre ellas, es decir, que a medida que incrementa el valor de la conductividad eléctrica en el suelo también incrementa el número de plantas muertas (Figura 8).

A partir del análisis de Regresión Lineal Simple para las variables CE y N° de plantas muertas, se obtuvo el siguiente modelo estadístico para el cual se cumplen ambos supuestos paramétricos, normalidad de residuos probada con la prueba de Shapiro-Wilks ($p=0,9810 > \alpha=0,05$) y homogeneidad de las varianzas de los residuos ($p=0,2563 > \alpha=0,05$).

$$y_i = 6,65 + 2,15 x_i + \varepsilon_i$$

En donde:

y_i : es el valor del número de plantas muertas en la i -ésima observación.

6,65: cuando el valor de la conductividad eléctrica es cero, el número de plantas muertas es de 6,65.

2,15: a medida que la CE incrementa en ds/m , el número de plantas muertas asciende en 2,15 unidades.

x : el valor de la CE (ds/m) predeterminado para la i -ésima observación.

ε_i : error aleatorio con media cero y varianza constante.

Discusión

El control de prendimiento en las plantaciones forestales analizadas se vio influenciado por diversos factores. Los sitios estudiados al momento del monitoreo presentaron diferentes grados de enmalezamiento, en donde se evidenció que el rendimiento de tiempos operativos es mayor en aquellos sitios que presen-

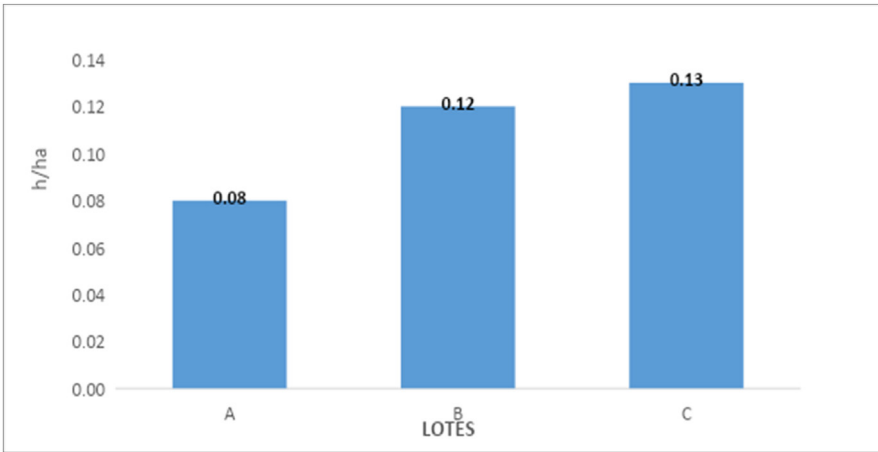


Figura 4. Rendimiento durante tareas de control de prendimiento expresadas en horas/ha (Nota: El tiempo está medido en fracción de horas por ha, donde por ejemplo 0,08 horas corresponde a 5 minutos).

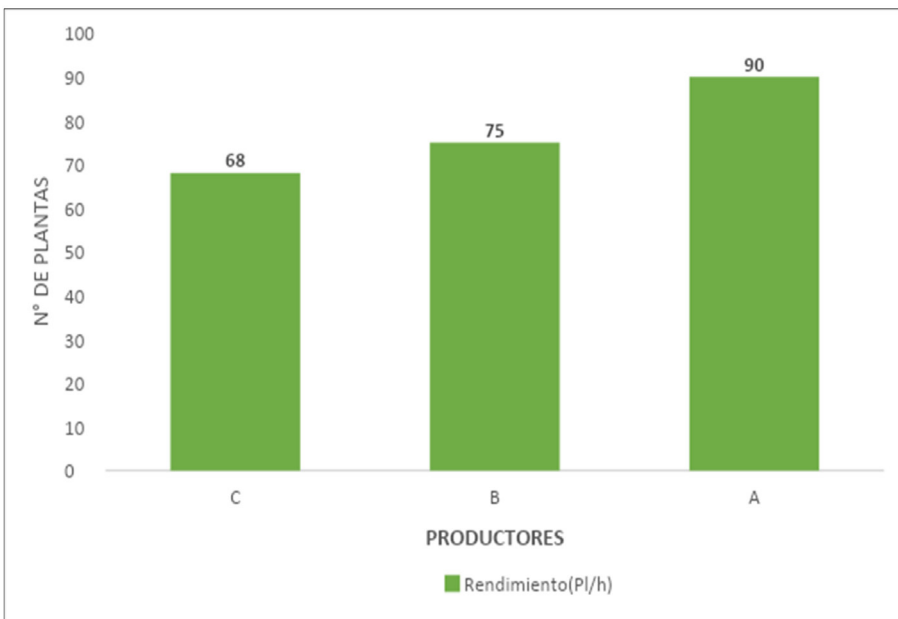


Figura 5. Rendimiento de reposición de fallas en tres lotes expresados en plantas/hora.

tan líneas de plantación limpias, cabeceras de filas materializadas/identificadas y estado del tiempo con temperaturas óptimas (25 °C).

En este estudio, se estimó una reposición por pérdidas promedio del 6%, valor cercano a los

reportados por Toll Vera *et al.* (2016); quienes indican un porcentaje de mortandad de entre 4 % y 5% en ensayos de algarrobo blanco bajo distintas condiciones de suelo. Ambos valores se encuentran dentro del rango de admisibili-

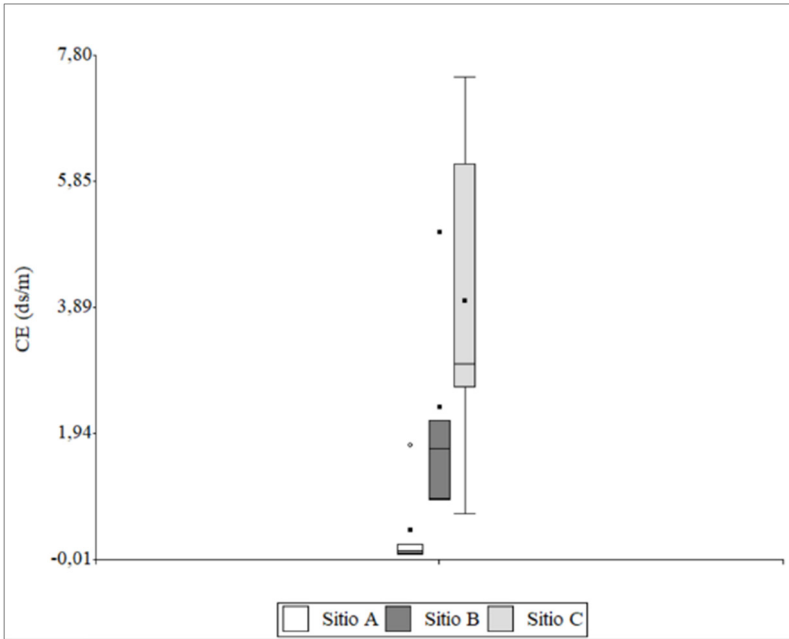


Figura 6. Gráfico box-plot para los contenidos de CE y pH en los distintos sitios de estudio.

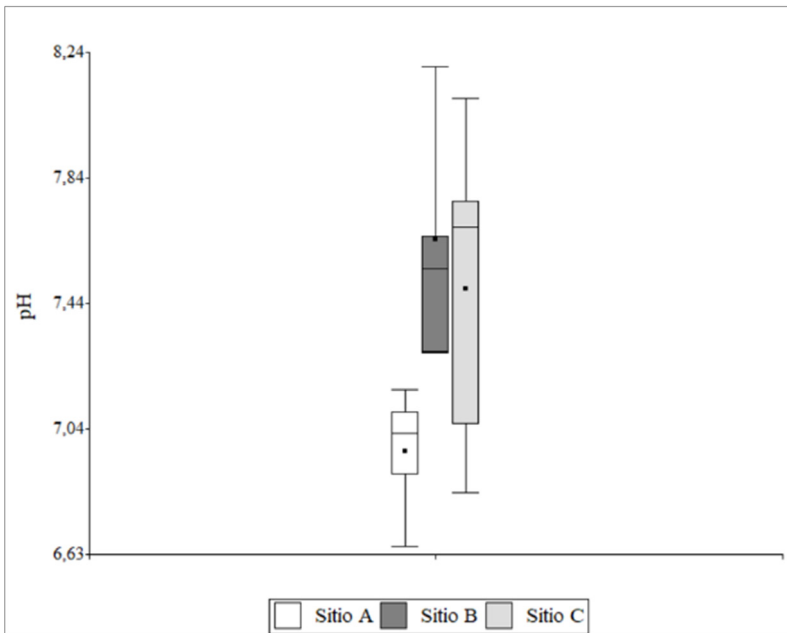


Figura 7. Gráfico box-plot para los contenidos de CE y pH en los distintos sitios de estudio.

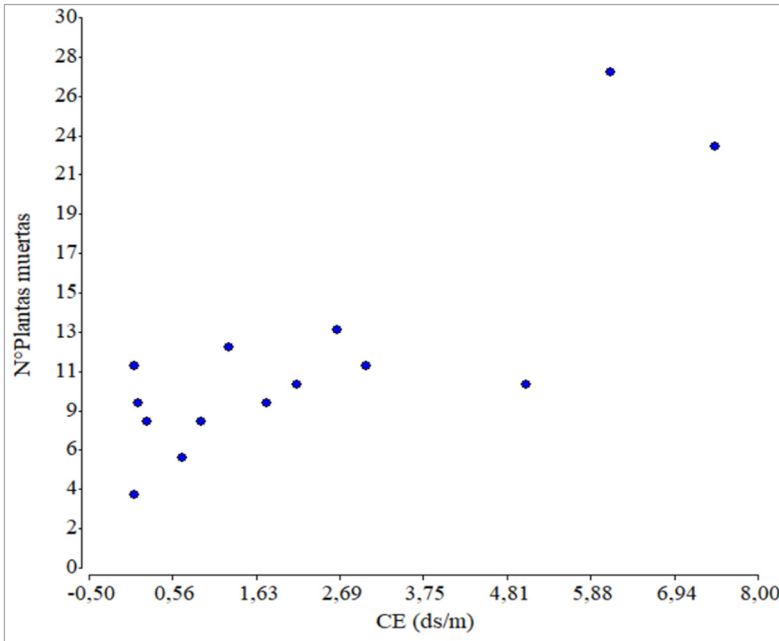


Figura 8. Análisis de correlación lineal simple para las variables CE y N° de plantas muertas.

dad establecido por la Ley Nacional N° 25.080 (10% de mortandad).

En cuanto a rendimientos operativos, Vera y Larocca (2004) revelan en sus estudios que la reposición de 75 plantas por ha requiere 0,20 jornales (1,6 h). En contraposición, nuestro estudio demuestra que la reposición de 75 plantas para la especie algarrobo blanco requiere 0,12 jornales (0,96 h). La mayor eficiencia durante el replante puede ser atribuible a las diferentes metodologías de trabajo aplicadas, como así también a las diferentes condiciones de tiempo y sitio.

Investigaciones abordadas por Senilliani y Brassiolo (2021) concluyen que la mejor calidad de sitios se da en suelos con pH (8,5) básicos a ligeramente alcalinos y baja CE (6,3 ds/m). A su vez, Pece *et al.* (2012) indican que el mayor número de emergencia de plántulas de *P. alba* en vivero, se da a niveles bajos de salinidad (hasta los 4 ds/m). En concordancia con los estudios citados, los resultados de nuestra investigación demuestran de manera

general, que la supervivencia de las plántulas se ve afectada a medida que incrementa los valores de conductividad eléctrica (ds/m), tal como lo refleja el análisis de Correlación Lineal Simple.

Para el análisis de la variable pH, se consideró como rango óptimo para el desarrollo de las plantas, los valores comprendidos entre 5,5 a 7,0 (Perry 2003). Bajo este criterio, el lote A demostró tener un suelo con pH promedio óptimo ya que se encuentra próximo al rango antes mencionado. En esta categoría las condiciones del suelo se consideran favorables. Sin embargo, los sitios B y C son clasificados como medianamente alcalinos (Briceño 2020). La CE y pH promedio por sitio se ve reflejado en Cuadro 5.

Teniendo en cuenta la escala de evaluación de CE propuesta por Briceño (2020), tanto el sitio B como el sitio C, corresponden a suelos moderadamente salinos (entre 2–4 ds/m), mientras que el sitio A es clasificado como despreciables de salinidad (<1,0).

Conclusiones

Considerando las variables edáficas (pH y CE) se concluye que el sitio A (Villa Robles) es el que reúne las mejores condiciones para el establecimiento de las plantaciones forestales. Sin embargo, en base a los resultados obtenidos, podemos respaldar que todos los sitios estudiados son aptos para la forestación con *Prosopis alba*.

El rendimiento de las labores de control de prendimiento y recalce es influenciado por las condiciones de sitio y estado del tiempo. A su vez, la señalización de las cabeceras de filas en lotes forestados demostró ser efectiva durante las tareas de monitoreo y reposición.

Las muestras analizadas demuestran que la conductividad eléctrica afecta el establecimiento de plántulas de *Prosopis alba*. En este sentido, se confirma la importancia de realizar estudios de calidad de sitio previo a la instalación de plantaciones forestales.

Referencias

- Angueira, M.C., Prieto, D.R., López, J., Barraza, G. 2007. SigSE: Sistema de Información Geográfica de Santiago del Estero. Versión 2.0 en CD ROM. INTA EEA Santiago del Estero.
- Briceño, J; Tonato, E; Silva, M; Paredes, M; Armado, A. 2020. Evaluación del contenido de metales en suelos y tejidos comestibles de *Allium fistulosum* L. cultivado en zonas cercanas al volcán Tungurahua. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida 32(2):114-126. DOI: <http://doi.org/10.17163/lgr.n32.2020.09>.
- Cardona, G; Sánchez, R; García, J; Veliz, Á; Vega, C; Sarmiento, M. 2018. Metodología para determinar tiempos de implantación de *Prosopis alba* en Santiago del Estero. Revista Quebracho 26(2):79-89. Consultado 10 feb. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48163262003>.
- Catalán, L; Carranza, L; González, L; Karlin, U; Ledesma, M. 1994. Afforestation trials with *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz and *Prosopis flexuosa* D.C. in the Dry Chaco, Argentina. Forest Ecology and Management 70:113-119. Consultado 10 feb. 2021. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378112794900795>.
- Coronel de Renolfi, M; Cardona, G; Ruiz, A. 2010. Coeficientes técnicos del primer año de plantación de *Prosopis sp.* en Santiago del Estero. Quebracho 18(1-2):58-70. Consultado 10 feb. 2021. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/481/48118695006.pdf>.
- Coronel de Renolfi, M; Gómez, AT. 2014. Estimación del costo del primer raleo de algarrobo blanco (*Prosopis alba*): metodología aplicada al caso de una plantación en Herrera, Santiago del Estero, Argentina. Ingeniería Solidaria 10(17):19-27. DOI: <https://doi.org/10.16925/in.v9i17.790>.
- Cuevas, X. G., Sáenz-Reyes, J. T., Muñoz-Flores, H. J., Hernández-Ramos, A., Hernández-Ramos, J., Rueda-Sánchez, A., & Orozco-Gutiérrez, G. 2022. Aportaciones científicas del Programa de Plantaciones Forestales en el INIFAP. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 13(70):1-41. DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i70.1162>.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, C. W. 2014. InfoStat (en línea). Córdoba, Argentina, UNC. Consultado 10 feb. 2021. Disponible en <https://www.infostat.com.ar>.
- Ley de Inversiones para Bosques Cultivados N.º 25.080. Boletín Oficial de la República Argentina. Argentina. 15 ene. 1999.
- Lorenz, G. 2016. Guía de evaluación ecológica de suelos. Santiago del Estero, Argentina, UNSE. p. 31, 67. (Serie didáctica de la Facultad de Ciencias Forestales n.º 8).
- Pérez-Carrera, A; Moscuza, CH; Fernández-Cirelli, A. 2008. Efectos socioeconómicos y ambientales de la expansión agropecuaria. Estudio de caso: Santiago del Estero, Argentina. Ecosistemas 17(1):5-15.
- Perry, L. 2003. pH para el jardín (en línea, sitio web). Consultado 20 dic. 2020. Disponible en <http://pss.uvm.edu/ppp/pubs/oh34.htm>.

Ramírez García, C.; Carrillo Anzures, F.; Vera Castillo, G.; Magaña Torres, O. 2008. El cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) como alternativa de reconversión en terrenos abandonados por la agricultura comercial en el sur de Tamaulipas. *Agricultura Técnica en México* 34(2):243-250.

Senilliani, M; Brassiolo, M. 2021. Investigación demuestra mayor productividad según la calidad de sitio de plantaciones de algarrobo en Santiago del Estero. Consultado 15 dic. 2020. Disponible en <https://www.argentinaforestal.com/2021/06/15/calidad-de-sitio-de-plantaciones-de-algarrobo-en-santiago-del-estero/>.

Silva, H; Lund, D; Coria, M. 2018. El programa forestal santiagueño plantó 200 ha de algarrobo blanco. *Quipu Forestal* 4:46.

Toll Vera, JR; Martín, GO; Nicosia, MG; Fernández, MM; Olea, LE; González Coletti, A; Agüero, SN. 2016. Supervivencia de plantines de algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb.) en suelos salinos y salino-sódicos del Departamento Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina. *Revista agronómica del noroeste argentino* 36(1):57-63. Consultado 15 dic. 2020. Disponible en http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-369X2016000100008&lng=es&tlng=es.

Vera, L; Larocca, F. 2004. Evaluación económica de la producción de madera de eucalipto en el nordeste de Entre Ríos: manejo tradicional vs. manejo con raleos (en línea). Entre Ríos, Argentina, INTA. 19 p. Proyecto Forestal de Desarrollo PIA 03-01. Consultado 10 feb. 2021. Disponible en http://www.inta.gov.ar/concordia/info/documentos/Forestacion/costos_an_econ_prodmadera.pdf.