



# Restauración ecológica de bosques nativos con dos especies de *Neltuma*. Resultados luego de 33 años de plantación

*Ecological restoration of Neltuma forests with two native species. Results after 33 years of planting*

PASSERA, C.B.<sup>1</sup>, A.D. DALMASSO<sup>2</sup> & S.L. DÁGATA.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Fac. Cs. Agrarias-UNCuyo,

<sup>2</sup> IADIZA- CONICET,

<sup>3</sup> Fac. Cs. Agrarias-UNCuyo-CONICET

cpassera@uncu.edu.ar

## RESUMEN

Los bosques abiertos de *Neltuma* de gran parte del sector NE de la provincia de Mendoza, se encuentran actualmente en importante estado de degradación. Estos bosques proveen de servicios ecosistémicos como leña, hábitat para otras especies y regulación climática, entre otros; por lo que la restauración de los mismos resulta fundamental. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar un ensayo de restauración realizado con *N. flexuosa* y *N. chilensis* luego de 33 años de su plantación. Se evaluó sobrevivencia y crecimiento de los árboles implantados, y se comparó la diversidad florística entre el área intervenida y una cercana degradada. Se alcanzó una sobrevivencia del 42,9 % de los ejemplares destacándose *N. flexuosa* como la especie más prometedora para restaurar los bosques nativos degradados.

## ABSTRACT

*Open forests of Neltuma in important part of northwestern of Mendoza province are actually under relevant condition of degradation. These forests provide ecosystems services such as wood, habitat for different species and climate regulation, amongst others; therefore, their restoration is fundamental. The objective was to evaluate a restoration test carried out with N. flexuosa and N. chilensis after 33 years of their planting. Survival and growth of introduced trees were assessed, and floristic diversity between restored and degraded areas was contrasted. A survival rate of 42.9 % was reached in introduced trees, with N. flexuosa being the most suitable species for restoring degraded native forests.*

**Palabras clave:** revegetación, sobrevivencia, crecimiento, diversidad

**Key words:** revegetation, survival, growing, diversity

## INTRODUCCIÓN

El Departamento de Lavalle, NE de Mendoza, se caracteriza por ser de clima árido con agua freática entre 5-6 m de profundidad, que alcanza los 10-15 m en el sector de El Pichón y San Roque (Gómez et al., 2014; Jobbagy et al., 2011). La calidad del agua varía según la distancia a los paleocauces, con una conductividad eléctrica de 1,1 a 1,5 dS/m hasta 15 dS/m en los sectores salinos como en el puesto La Primavera (Aranibar et al. 2011). Esta agua en profundidad es la que permite la presencia de un bosque abierto, en los que por estudios isotópicos en el agua xilemática de árboles y arbustos se ha determinado su condición de freatófitos (Alvarez et al., 2015; Passera, 2000; Passera et al., 2008). Fitogeográficamente el área forma parte de la Provincia Fitogeográfica del Monte. En los bajos intermédanos se desarrollan bosques de *Prosopis flexuosa*; acompañados de *Geoffroea decorticans*, *Bulnesia retama*, *Atamisquea emarginata*, por arbustos como *Atriplex lampa*, *Larrea divaricata*, *Tricomaria usillo*, *Lycium tenuispinosum* y herbáceas como *Leptochloa crinita*, *Aristida mendocina*, *Pappophorum caespitosum* y *Setaria leucopila*. En los médanos se encuentra *Mimosa ephedroides*, *Ximenia americana* y herbáceas como *Panicum urvilleanum* y *Sporobolus rigens*. En lugares con mayor salinidad aparece *Suaeda divaricata*, *Prosopis strombulifera* y *Sporobolus phleoides* (González Loyarte et al., 1990; González Loyarte et al., 2000). La cría de ganado caprino, bajo un sistema extensivo en pastoreo continuo, constituye la principal actividad ganadera productiva en el área de estudio (Allegretti et al., 2012; Alvarez et al., 2006; Villagra et al., 2005). Una extensa área del NE de Mendoza se encuentra en avanzado estado de degradación, con pérdida de árboles por tala dominando el matorral. El objetivo del trabajo fue restaurar un área degradada con pérdida del estrato arbóreo con *Neltuma flexuosa* y *N. chilensis*.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Área de estudio

El área de estudio se encuentra en San Roque, km 94 de la ruta 142, dentro de la Reserva Telteca y sobre el paleocauce del Río Mendoza (32°19'4"S, 67°55'40"O). Presenta agua freática entre los 10 y 15 m de profundidad. La precipitación media anual es de 164 mm, con alta variabilidad interanual, el 85 % ocurre en el período estival entre octubre y marzo (Estrella et al. 1979). Las temperaturas también son muy variables con inviernos muy fríos y veranos tórridos (Álvarez, 2008; Labraga & Villalba, 2009). Los suelos son arenosos, profundos y el relieve presenta una estructura modelada por los vientos predominantes, de tal manera que se generan médanos en el sentido noroeste a sureste de hasta 20 m de altura.

En el sector degradado se trabajó con *N. flexuosa* y *N. chilensis*, ambas especies arbóreas freatófitas. Las semillas se cosecharon durante los meses de enero y febrero de 1986, las de *N. flexuosa* en la zona de El Encón, y las de *N. chilensis* en las sierras de Villicún, San Juan. Las semillas se escarificaron mediante papel de lija y se humectaron durante 12 horas. La siembra se realizó entre los meses de febrero y abril en el vivero

de IFONA (Rivadavia, Mendoza). Cuando alcanzaron 10 cm de alto se repicaron a macetas plásticas de 30 cm de alto.

En la plantación a campo se emplearon 210 plantines de un año de edad y de 0,60 m de altura media. El sitio del ensayo estaba cercado con alambre perimetral. Las plantas se distribuyeron siguiendo líneas de plantación con dirección norte-sur y con distancias de plantación de 10 m entre plantas y 10 m entre líneas, la elección de cada especie fue totalmente al azar. Cada ejemplar fue tutorado y se protegió con malla metálica perforada (**Figura 1**); además, en cada uno se construyó una taza de plantación de 1,2 m de diámetro y 0,20 m de profundidad para acumular el agua de lluvia. Al momento de la plantación se efectuó un riego de establecimiento de 15 litros por planta.



**Figura 1.** Protección de los árboles mediante rejilla metálica

*Figure 1. Tree protection with metallic rack*

En el mes de mayo de 2021, 33 años posteriores a la plantación, se realizó una prospección aérea mediante drone DJI SPARK desde una altura de 200 m para analizar la distribución de los árboles (**Figura 2**), en junio de 2021 se evaluó en campo cada árbol registrándose los parámetros de: diámetro basal de tronco (DT), altura de planta (H) y diámetro de copa (DC) calculado por la semisuma de dos diámetros perpendiculares. Con el diámetro medio de copa se calculó el área media de cobertura de copa y considerando la densidad de plantación la cobertura vegetal en porcentaje. Para cuantificar la vegetación acompañante dentro y fuera del área reforestada y la biodiversidad se realizaron en cada lugar relevamientos florísticos (Braun Blanquet, 1979; Roig, 1973) y se calculó el Índice de Shannon  $H = - \sum (p_i \times \ln p_i)$ . En la plantación se analizó: supervivencia total y por especie, cobertura vegetal de forestación de 33 años de edad, oferta potencial de madera y leña según Alvarez et al. (2021), porcentaje de árboles talados a diferentes alturas, evaluación de la vegetación acompañante mediante el índice de



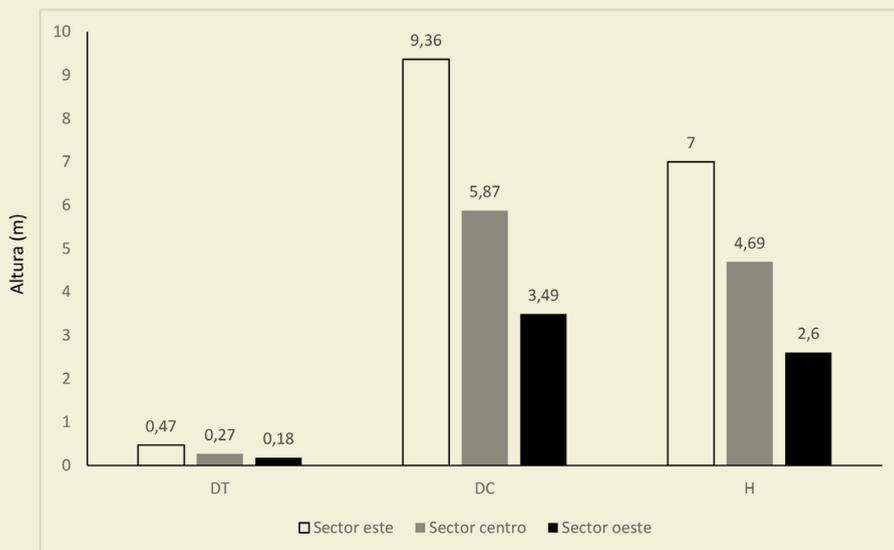
Figura 2. Foto del área forestada con dron a 220 m de altura  
*Figure 2. Photo of the forested area with drone at 220 m height*

biodiversidad de Shannon. Los datos se analizaron estadísticamente mediante ANOVA y comparación de medias por prueba de Kruskal Wallis.

## RESULTADOS

Luego de 33 años de la forestación se alcanzó el 42,9 % de supervivencia (90 plantas), mientras que el 63% de las 210 plantas iniciales mostraron indicios de talas parciales o totales. De *N. flexuosa* sobrevivieron 57 ejemplares y 33 de *N. chilensis* (54,3 y 31,4 %, respectivamente). En la Figura 3 se muestran los valores medios de DC, H y DT según tres sectores (oeste, centro y este) considerados en el área de estudio.

Estadísticamente se muestran diferencias significativas ( $P < 0,0001$ ) entre los valores medios de DT, DC y H entre las plantas de los tres sectores. La cobertura media del árbol del sector este es del 69 %, del centro del 27 % y del oeste del 11 %, con altura media de 7 m. El árbol de mayor crecimiento se encuentra en el sector este y corresponde a *P. flexuosa* y sus dimensiones son: 61,3 cm de diámetro de tronco; 15,65 m de



**Figura 3.** Valores medios (m) de diámetro de tronco (DT), diámetro de copa (DC) y altura (H)  
 Figure 3. Mean values (m) of stem diameter (DT), canopy diameter (DC) and height (H)

diámetro medio de copa y 11,4 m de altura. De acuerdo a las ecuaciones desarrolladas por Alvarez et al. (2011) brindaría 1403,58 kg de materia seca (madera y postes) y 152,34 kg de leña.

Los suelos de los tres sectores indican diferencias en la profundidad alcanzada por la capa superficial de arcilla (**Tabla 1**).

**Tabla 1.** Textura del suelo en el área estudiada

*Table 1. Soil texture in the studied area*

Sector Este	Sector Centro	Sector Oeste
0-0,25 Arenoso	0 – 0,30 m Arcilloso con capa de ripio en superficie	0-0,25 m Arcilloso
0,25 a 1,50 Franco limoso	0,30-0,70 m Franco arcillo limoso	0,30-0,60 m Franco limoso con arcilla
----	Más de 0,70 m Franco limoso	0,60-1,5 m Arenoso

Las diferencias texturales permiten explicar las diferencias en crecimiento entre árboles; el sector centro con textura arenosa en superficie y con mayor permeabilidad favorece la infiltración y disponibilidad de agua que facilita el crecimiento radical en profundidad.

La evaluación de la vegetación acompañante muestra una alta recuperación en el sector forestado con la aparición de 30 especies nuevas con una cobertura vegetal total

del 60 % y un índice de biodiversidad Shannon  $H = 2,26$ . En el sector de contacto no restaurado, la riqueza de especies fue solamente de 9 con una cobertura vegetal del 40 % y un índice de Shannon de  $H = 1,93$  (**Tabla 2**).

**Tabla 2.** Relevamientos florísticos del área forestada con Neltuma y del área de contacto  
*Table 2. Floristic surveys from forested area with Neltuma, and the contact area*

Sector forestado con Neltuma	Sector de contacto degradado (no forestado)
Cobertura = 60%	Cobertura= 40%
Suelo: textura fina en superficie y arenoso en profundidad	Suelo:textura fina en superficie y arenoso en profundidad
Neltuma flexuosa 3-3	Neltuma flexuosa 1-1
Neltuma chilensis 1-1	Atamisquea emarginata 1-1
Larrea divaricata 1-1	Larrea divaricata 1-1
Atamisquea emarginata 1-1	Bulnesia retama 1-1
Leptochloa crinita 1-3	Lycium tenuispinosum +
Bulnesia retama +	Geoffroea decorticans +
Lycium tenuispinosum +	Neltuma alpataco +
Lycium chilense var. minutifolium +	Leptochloa crinita +
Lycium chilense +	Ximenia americana +
Suaeda divaricata +	
Geoffroea decorticans +	
Baccharis salicifolia +	
Baccharis pingraea +	
Ximenia americana +	
Araujia odorata +	
Flaveria bidentis +	
Heliotropium curassavicum +	
Sphaeralcea miniata +	
Hoffmannseggia glauca +	
Euphorbia catamarcensis +	
Ayenia lingulata +	
Muhlenbergia asperifolia +	
Twedia brunonis +	
Gaya gaudichaudiana +	
Solanum elaeagnifolium +	
Pappophorum caespitosum +	
Chloris virgata +	
Aristida mendocina +	
Aristida adscensionis +	
Bouteloua aristidoides +	
Bouteloua barbata +	
Eragrostis mexicana var. Virescens +	

## CONCLUSIONES

La forestación de áreas degradadas con especies arbóreas de Neltuma permitió luego de 33 años recuperar la cobertura vegetal y la diversidad de especies acompañantes. Además, recuperar el estrato arbóreo conlleva el aporte de leña, la posibilidad de sombra y la instalación espontánea de especies arbustivas de valor forrajero. La textura y profundidad del suelo inciden en el crecimiento de los forestales, en los sectores con dominio de la textura arenosa se favoreció el establecimiento de los árboles y su mayor expresión vegetativa.

## AGRADECIMIENTOS

A Julio Anconetani por su valiosa colaboración en la obtención de semillas y producción de las plantas.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALLEGRETTI, L., C. SARTOR, S. PAEZ LAMA, V. EGEA, M. FUCILI & C. PASSERA. 2012. Effect of the physiological state of Criollo goats on the botanical composition of their diet in NE Mendoza, Argentina. *Small Ruminant Reserarch* 103, 152-157.
- ALVAREZ, J.A., P.E. VILLAGRA, M.A. CONY, E.M. CESCA & J.A. BONINSEGNA, 2006. Estructura y estado de conservación de los bosques de *Prosopis flexuosa* D.C. (Fabaceae, subfamilia: Mimosoideae) en el noreste de Mendoza (Argentina). *Rev. Chil. Hist. Nat.* 79: 75-8.
- ALVAREZ, J., 2008. Bases ecológicas para el manejo sustentable del bosque de algarrobos (*P. flexuosa* D.C.) en el noreste de Mendoza, Argentina. Tesis doctoral. Univ. Nac. Del Comahue, Bariloche, Argentina.
- ALVAREZ, J.A., P.E. VILLAGRA & R. VILLALBA, 2011. Factors controlling deadwood availability and branch decay in two *Prosopis* woodlands in the Central Monte, Argentina.
- ALVAREZ, J.A., P.E. VILLAGRA, E.M. CESCA, F. ROJAS & S. DELGADO, 2015. Estructura, distribución y estado de conservación de los bosques de *Prosopis flexuosa* del Bolsón de Fiambalá (Catamarca). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 50 (2): 193-208.
- ARANIBAR, J., P. VILLAGRA, M.L. GÓMEZ, E. JOBBAGGY, M. QUIROGA, R. WUILLOUD, R. MONASTERIO & A. GUEVARA, 2011. Nitrate dynamics in the soil and unconfined aquifer in arid groundwater coupled ecosystems of the Monte desert, Argentina. *Journal of Geophysical research* 116 G04015.
- BRAUN BLANQUET, J., 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Ed. Blume, Madrid. 819 pp.
- ESTRELLA, H., V.A. HERAS & V.A. GUZZETTA, 1979. Registro de elementos climáticos en áreas críticas de la Provincia de Mendoza. Cuaderno Técnico 1-79: 49-71. IADIZA.
- GONZÁLEZ LOYARTE, M.M., E. MARTÍNEZ CARRETERO & F. ROIG, 1990. Forests of *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa* (Leguminosae) in the NE of Mendoza, Argentina. I. Structure and dynamics in the area of Telteca Natural Reserve. *Documents Phytosociologiques, Nouvelle Série*, XII: 285-288.
- GONZÁLEZ LOYARTE, M.M., A.G. RODEGHIERO, E. BUK & S. TRIONE, 2000. Análisis comparativo de dos comunidades en el Bosque de *Prosopis flexuosa* DC: del NE de Mendoza, Argentina. *Multequina* 9: 75-89.
- GÓMEZ, M.L., J. ARANIBAR, R., WUILLOUD, C. RUBIO, D. MARTINEZ, D. SORIA, R. MONASTERIO, P. VILLAGRA & S. GOIRAN, 2014. Hydrogeology and hidrogeochemical

- modelling in phreatic aquifer of NE Mendoza, Argentina. *Journal of Iberian Geology* 40: 521-538.
- JOBBAGY, E.G., M.D. NOSETTO, P.E. VILLAGRA & R.B. JACKSON, 2011. Water subsidies from mountains to deserts: their role in sustaining groundwater-fed oases in Sandy landscape. *Ecological Applications* 21 (3): 678-694.
- LABRAGA, J. & R. VILLALBA, 2009. Climate in the Monte Desert: Past trends, present conditions, and future projections. *Journal of Arid Environments* 73: 154-163.
- PASSERA, C.B., 2000. Fisiología de *Prosopis* spp. *Multequina* 9 (2): 53-80.
- PASSERA, C.B., J.C. GUEVARA, L. ALLEGRETTI, O.R. ESTÉVEZ, A.J. TONOLLI & C.E. SARTOR, 2008. Arbustos forrajeros nativos: multiplicación y transferencia de técnicas de revegetación a pobladores de áreas degradadas del noreste de Mendoza. Resúmenes de las XXI Jornadas de Investigación y III Jornadas de Posgrado; UNCuyo, Mendoza, Argentina. Ed. EDIUNC.
- ROIG, F.A., 1973. El cuadro fitosociológico en el estudio de la vegetación. *Deserta* 4: 45-68.
- Villagra, P.E., R. Villalba & J. Boninsegna, 2005. Structure and growth rate of *Prosopis flexuosa* woodlands in two contrasting environments of the central Monte desert. *Journal of Arid Environments* 60: 187-199.

Reibido: 06/2022  
Aceptado: 11/2022