

NOTA

VEGETACIÓN NATIVA Y PASTOREO DOMÉSTICO COMO FACTORES CLAVE EN LA INVASIÓN DE PINOS EXÓTICOS EN LA ESTEPA PATAGÓNICA

Reyes, M. F.^{1,2,3*}; Lallement, M. E.¹; Infante, M. A.²; Blackhall, V.^{2,4}; Coronel, M. G.²; Enriquez, A. S.⁵

1- Instituto de Tierras Agua y Medio Ambiente, Universidad Nacional del Comahue (UNCo), CONICET, CCT Confluencia, Neuquén, Argentina.

1- Facultad de Ciencias Agrarias, UNCo, Cinco Saltos, Argentina.

2- Facultad de Humanidades, Departamento de Geografía, UNCo, Neuquén, Argentina.

3- Instituto de Biotecnología del Comahue (IBAC). Centro de Investigaciones en Toxicología Ambiental y Agrobiotecnología del Comahue (CITAAC – CONICET – UNCo), Cinco Saltos, Argentina.

4- Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Bariloche (INTA-CONICET), San Carlos de Bariloche, Argentina.

*E-mail: freyesunco@gmail.com

En los ambientes áridos y semiáridos de la Patagonia, la vegetación nativa se distribuye en un mosaico de arbustos, pastos y suelo desnudo (Aguiar y Sala 1999). Esa distribución no solo define el paisaje, sino también la dinámica del agua, los nutrientes y la temperatura que condiciona la vida de la vegetación. Cuando ingresan especies leñosas exóticas en sistemas naturalmente desarbolados, el equilibrio puede modificarse de manera profunda (Jobbágy *et al.*, 2013;). Entre las coníferas introducidas, *Pinus contorta* Douglas se destaca por su alto potencial invasor en el noroeste patagónico (Nuñez *et al.*, 2017). Su éxito se asocia con la producción temprana y masiva de semillas y con altas tasas de crecimiento, atributos que ayudan a explicar por qué algunas especies de pino invaden con tanta eficacia fuera de su área de distribución original (Rejmánek y Richardson, 1996).

En un sistema en el que las especies de pinos implantadas invaden las aéreas aledañas, que son típicamente usadas para el pastoreo doméstico, la reducción en la densidad de pastos por efecto de los pinos resultaría en una menor disponibilidad de forraje para el ganado. No obstante, se ha detectado una reducción en el establecimiento de pinos cuando sus semillas germinan junto a determinadas especies herbáceas ya establecidas (Cattaneo 2002). Esto indicaría que determinadas especies de la comunidad vegetal ejercen un control negativo sobre el establecimiento de las plántulas de pinos. Los arbustos en cojín pueden actuar como plantas nodrizas al amortiguar condiciones ambientales extremas, mientras que

los pastos cespitosos, con una ocupación radical superficial intensa, podrían limitar el ingreso de los pinos por competencia subterránea (Cattaneo, 2002; Langdon *et al.*, 2019). Así mismo, el pastoreo intenso fue determinado como una limitante de la supervivencia de plántulas de pinos exóticos (Zamora-Nasca *et al.*, 2019). En este marco, evaluamos cómo la vegetación vecina y el pastoreo condicionan el establecimiento, el crecimiento y la supervivencia de renovales de pino, y discutimos sus implicancias para el manejo de invasiones en sistemas pastoriles patagónicos.

Sistema de estudio y abordaje

Para abordar este objetivo realizamos monitoreos de renovales de pinos y trasplantes experimentales en una estepa arbustiva del noroeste de la Patagonia. El área se ubica en el ecotono entre el bosque andino-patagónico y la estepa, al este de San Carlos de Bariloche (Provincia de Río Negro). Presenta un clima frío, semiárido, con precipitaciones concentradas en otoño-invierno y primavera, y una marcada sequía estival (Bran *et al.*, 2002). En este sistema que históricamente fue utilizado para el pastoreo ovino, actualmente plantaciones de *Pinus ponderosa* y *P. contorta* avanzan sobre la estepa, presentando efectos negativos sobre la riqueza nativa, la diversidad vegetal y la productividad natural de la vegetación (Franzese *et al.*, 2017). En particular, *P. contorta* se destaca por su alta capacidad invasora, asociada a su producción

temprana y abundante de semillas (Rejmánek y Richardson 1996).

En este sistema, en la Estancia San Ramón (Latitud 41°15' S, Longitud 71°23' O, Figura 1), monitoreamos renovales de *P. contorta* en tres escalas complementarias: paisaje (distancia a la fuente de semillas), parcela (tipo y cobertura de vegetación vecina) y micrositio (biomasa de raíces bajo cada individuo). Este abordaje permitió integrar procesos por encima y por debajo del suelo, incorporando la competencia subterránea, clave en ambientes áridos. Además, realizamos un experimento de trasplante de pinos de dos años, en de la Estancia Fortín Chacabuco (Latitud 41°00' S, Longitud 71°10' O, Figura 1), dentro de la Reserva del Parque Nacional Nahuel Huapi, con y sin protección frente al ganado, para evaluar el efecto de la herbivoría doméstica sobre el crecimiento y la supervivencia de los pinos jóvenes.

Arbustos que facilitan, pastos que filtran

El monitoreo mostró un patrón claro: la mayoría de los pinos jóvenes creció junto a arbustos nativos (82%), se encontraron más lejos de las plantaciones que originan la invasión y fueron un 20% más altos que junto a pastos (Reyes *et al.*, 2025). Los arbustos estarían facilitando el ingreso de pinos al sistema mediante la protección y la baja competencia subterránea. La situación fue distinta junto a pastos, donde reclutó solo el 10% de los renovales y siempre cerca de la fuente de semillas. Esta restricción espacial sugiere que la lluvia de semillas debe ser muy alta para que el pino logre superar la resistencia de los pastos. Allí la biomasa radical vecina fue aproximadamente 80 % mayor que bajo arbustos, lo que indica una ocupación intensa del suelo por parte de las raíces de los pastos (Reyes *et al.*, 2025).

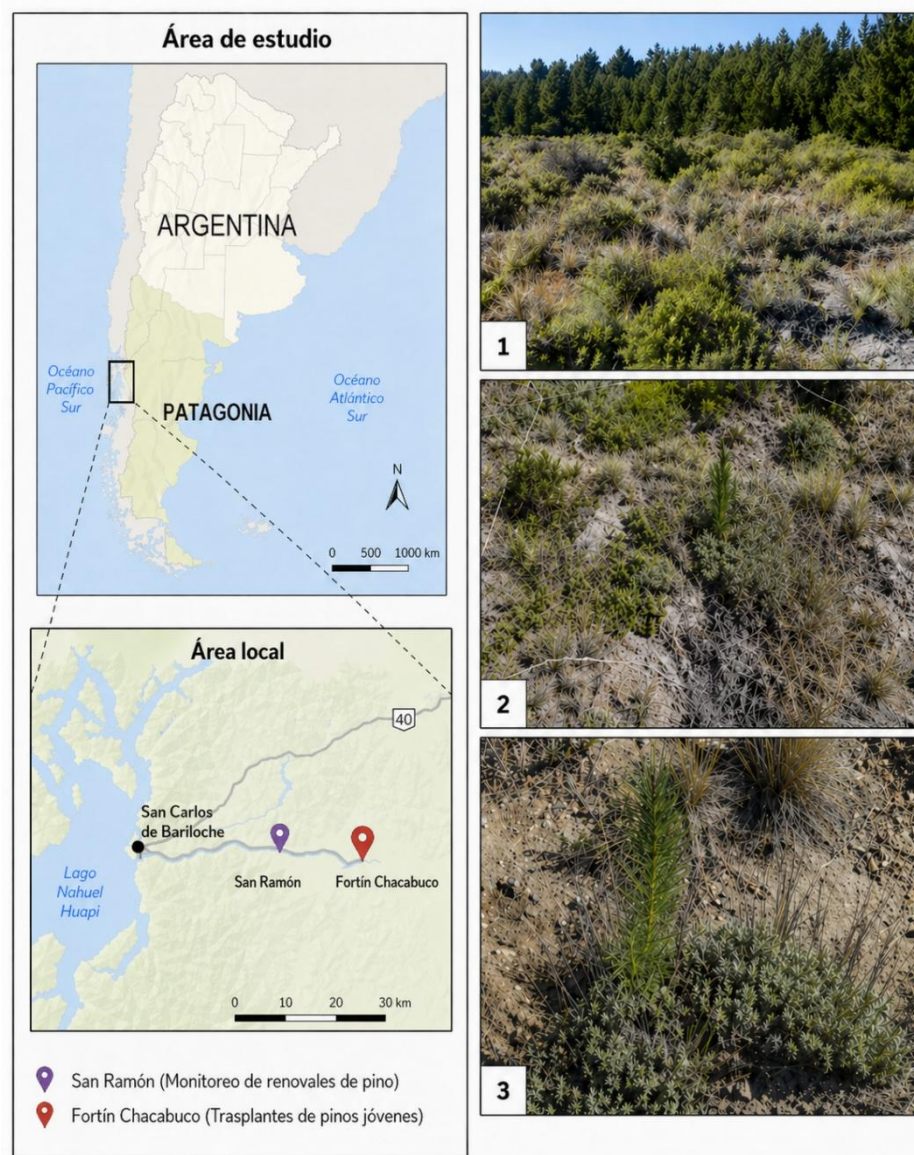


Figura 1. Mapa de la ubicación de las estancias donde se realizaron los experimentos (izquierda). Se indican las tres escalas en las que fue abordado el monitoreo de renovales de pino: 1) paisaje, 2) parcela y 3) micrositio (derecha).

El pastoreo reduce el desarrollo y la supervivencia de los pinos jóvenes

El experimento de trasplantes mostró que el ganado también puede limitar la invasión. Tres años después, casi todos los pinos protegidos conservaron su ápice, mientras que los expuestos al pastoreo lo habían perdido. Además, los individuos protegidos fueron tres veces más altos que los expuestos (Figura 2). El pastoreo redujo la supervivencia en un 33%. Este patrón es consistente con antecedentes que señalan que el pastoreo puede actuar como un limitante importante para la invasión de pinos en la Patagonia, y que un buen manejo del ganado podría contribuir a frenar la invasión (Zamora-Nasca *et al.*, 2019).

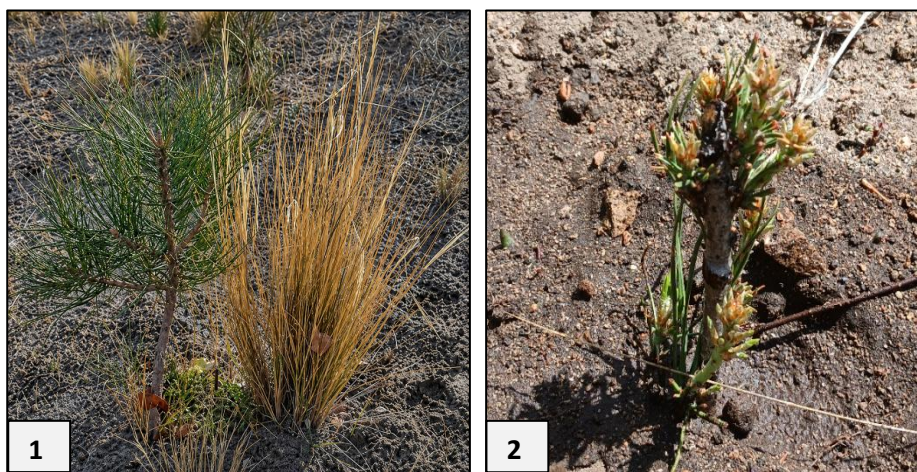


Figura 2. Ejemplos de pinos jóvenes en condiciones de clausura (1) y expuestos al pastoreo (2).

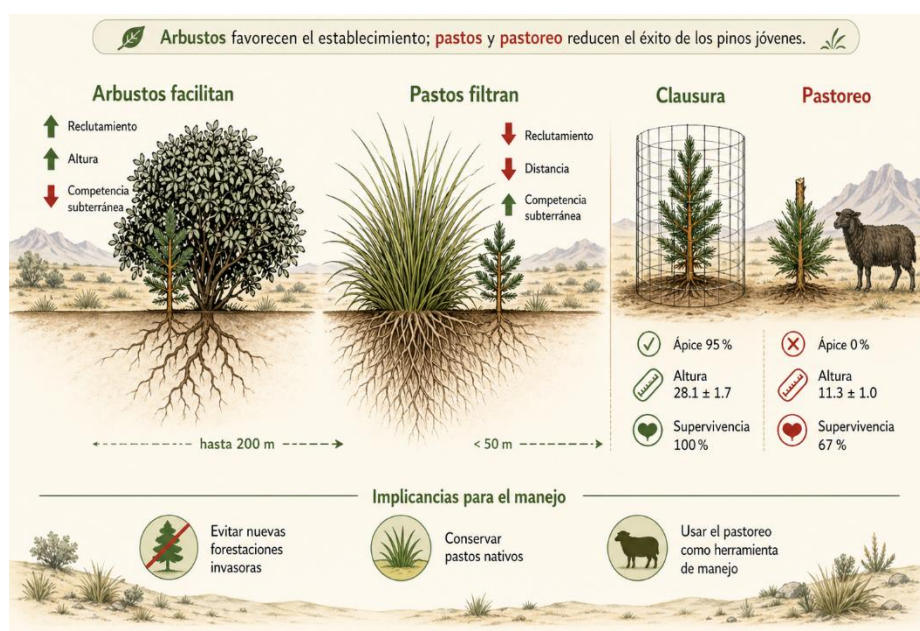


Figura 3. Factores clave en la invasión de pinos exóticos en la estepa patagónica e implicancias de manejo.

Implicancias para el manejo y pasos a seguir

Desde una perspectiva aplicada, los resultados ofrecen un mensaje claro: la invasión no depende solo del pino, sino también del tipo de vecino nativo que encuentra durante su reclutamiento y del efecto del pastoreo sobre los juveniles. Mientras los arbustos pueden transformarse en sitios de facilitación para especies exóticas, los pastos funcionan como un filtro ecológico que puede desacelerar su establecimiento (Langdon *et al.*, 2019; Reyes *et al.*, 2025). A esto se suma que el ganado, al consumir directamente los brotes tiernos de pinos jóvenes, reduce su crecimiento y aumenta su mortalidad. Estas evidencias tienen consecuencias directas para el manejo territorial (Figura 3). Una primera recomendación es evitar

nuevas forestaciones con especies de alto potencial invasor (Nuñez *et al.*, 2017). En áreas ya forestadas o invadidas, conservar o restaurar altas coberturas de pastos nativos podría aumentar la resistencia biótica del sistema, mientras que un manejo ganadero adecuado podría contribuir a reducir la supervivencia de renovales antes de que lleguen a etapas reproductivas.

El paso siguiente de la investigación será evaluar estas interacciones en una estepa pastoreada e invadida por *P. ponderosa*, comparando parcelas con distinto grado de cobertura vegetal y diversidad de grupos funcionales, desde sitios con mucho suelo desnudo hasta comunidades dominadas por pastos o arbustos. En esos ambientes se trasplantarán pinos jóvenes y se medirá su crecimiento, supervivencia y proliferación radical. El

nuevo experimento buscará integrar dos mecanismos que podrían actuar de manera conjunta sobre la invasión: la resistencia biótica de la comunidad de pastos y el efecto del pastoreo sobre los pinos jóvenes.

Agradecimientos

Agradecemos especialmente a The Nature Conservancy-FORTÍN CHACABUCO que nos facilitaron el ingreso a la estancia y alrededores. A Franco Natalini, Melina Cuevas, Sofía Arreyes por la ayuda con la separación de raíces. A Mario Martínez por su acompañamiento en el Laboratorio Docente, FaCA-UNCo. Este proyecto fue financiado por la UNCo (PIN II 04/151) y por el ex Ministerio de Ciencia y Técnica de Nación (PICT Joven 2021-0462). MFR y VB son docentes de la FaCA UNCo. MFR, MEL y ASE son miembros del CONICET. MGC y MAI realizaron la carrera de Ingeniería en Ciencias Agrarias en la FaCA UNCo.

REFERENCIAS

- Aguiar, M. R., & Sala, O. E. (1998). Interactions among grasses, shrubs, and herbivores in Patagonian grass-shrub steppes. *Ecología Austral*, 8, 201–210.
- Bran, D., Ayesa, J. & López, C. (2002) Ecological areas from Neuquén (Spanish). Bariloche: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA.
- Cattaneo, M. (2002). Effects of microsite characteristics, competition and grazing on *Pinus contorta* and *Pseudotsuga menziesii* seedling establishment (Master's thesis). School of Forestry, Canterbury University.
- Franzese, J., Urrutia, J., García, R. A., Taylor, K., & Pauchard, A. (2017). Pine invasion impacts on plant diversity in Patagonia: Invader size and invaded habitat matter. *Biological Invasions*, 19, 1015–1027. <https://doi.org/10.1007/s10530-016-1344-6>
- Jobbágy, E. G., Acosta, A. M., & Nosetto, M. D. (2013). Rendimiento hídrico en cuencas primarias bajo pastizales y plantaciones de pino de las sierras de Córdoba (Argentina). *Ecología Austral*, 23(2), 87-96.
- Langdon, B., Cavieres, L. A., & Pauchard, A. (2019). At a microsite scale, native vegetation determines spatial patterns and survival of *Pinus contorta* invasion in Patagonia. *Forests*, 10, Article 654. <https://doi.org/10.3390/f10080654>
- Núñez, M. A., Chiufo, M. C., Torres, A., Paul, T., Dimarco, R. D., Raal, P., Policelli, N., Moyano, J., García, R., van Wilgen, B. W., Pauchard, A., & Richardson, D. M. (2017). Ecology and management of invasive Pinaceae around the world: Progress and challenges. *Biological Invasions*, 19, 3099–3120.
- Rejmánek, M., & Richardson, D. M. (1996). What attributes make some plant species more invasive? *Ecology*, 77, 1655–1661.
- Reyes, M. F., Moyano, J., & Núñez, M. A. (2025). Invasive pines recruit more frequently under native shrubs in a Patagonian steppe. *Biological Invasions*, 27, Article 116. <https://doi.org/10.1007/s10530-025-03577-6>
- Zamora-Nasca LB, Relva MA, Núñez MA (2019) Ungulate browsing on introduced pines differs between plant communities: implications for invasion process and management. *Austral Ecology*, 44, 973–982