

## Desarrollo urbano e infraestructura: estudio ecológico para la rehabilitación de taludes viales en Bariloche

Giselle Ailin Chichizola<sup>(1)</sup>, Adriana Edit Rovere<sup>(1;2)</sup> y Sofia Laura Gonzalez<sup>(1)</sup>

<sup>1</sup>INIBIOMA, CONICET-Universidad Nacional del Comahue, Laboratorio Ecotono. Pasaje Gutiérrez 1125, 8400 Bariloche, Río Negro. Argentina.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Río Negro, Sede Andina. Bariloche. Río Negro. Argentina.

Mail de contacto: [gisellechichizolla@comahue-conicet.gob.ar](mailto:gisellechichizolla@comahue-conicet.gob.ar)

### RESUMEN

El incremento demográfico y expansión urbana conllevan al desarrollo de infraestructuras específicas, como caminos y rutas. Estos fragmentan el paisaje y generan taludes que deben ser revegetados. En un barrio de Bariloche se evaluaron las especies nativas del bosque de Coihue (*Nothofagus dombeyi*) que colonizan los taludes viales (TV) y su área de referencia (AR). Se analizó la composición específica, riqueza, cobertura y grupos funcionales (GF). La riqueza en TV fue de 18 especies y en AR de 21. La cobertura de árboles en TV fue mayor a la del AR, mientras que la cobertura de hierbas/gramíneas anuales y hierbas/gramíneas perennes fue mayor en AR. Las especies nativas colonizadoras del TV con mayor cobertura fueron *Chusquea culeou* y *Aristotelia chilensis*. Los resultados aportan información sobre especies nativas colonizadoras que podrían reintroducirse vía plantación/siembra, permitiendo integrar los taludes viales al entorno y ayudar a conservar la biodiversidad urbana y regional.

**Palabras claves:** biodiversidad, restauración ecológica, seguridad vial

### ABSTRACT

Demographic growth and urban expansion carries with it the development of specific infrastructure, including roads and highways. The highways construction fragment the landscape and generate road slopes that must be revegetated. In a Bariloche neighborhood, native species of Coihue forest (*Nothofagus dombeyi*) that colonize road slopes (TV) and their reference area (AR) were evaluated. Specific composition, richness, coverage and functional groups (GF) were analyzed. The richness in TV was 18 species and in AR was 21. Tree cover in TV was higher than in AR, while annual herbs/grass and perennial herbs/grass coverages were higher in AR. Native colonizing species with greater coverage in TV were *Chusquea culeou* and *Aristotelia chilensis*. The results provide information on native colonizing species that could be reintroduced by plantation/sowing, allowing road slopes to be integrated into the environment and helping to conserve urban and regional biodiversity.

**Keywords:** biodiversity, ecological restoration, road safety

### Introducción

El aumento demográfico provoca la expansión urbana y el flujo masivo de personas y mercaderías (Grimm *et al.*, 2008). Esto conlleva la construcción de infraestructuras específicas como viviendas, rutas y caminos que impactan el paisaje a diferentes escalas (Seto *et al.*, 2011).

Las rutas y caminos son perturbaciones lineales que fragmentan el paisaje y provocan la pérdida de biodiversidad (Chen y Koprowski, 2016). Durante su construcción la

geoforma del terreno se modifica creando superficies artificiales con pendientes diferentes al terreno original, denominados taludes viales (Balaguer *et al.*, 2011). Al eliminarse la vegetación, las especies exóticas con potencial invasor pueden establecerse y proliferar (Birdsall *et al.*, 2012). A su vez, las rutas producen impactos paisajísticos y estéticos al interrumpir la armonía natural del paisaje (Fathi y Masnavi, 2014).

La rehabilitación de taludes con plantas nativas mejora su estabilidad, previene procesos erosivos y promueve la seguridad vial (Tongway y Ludwig, 2011; Valladares *et al.*,

2011), a su vez, ayuda a recomponer procesos ecológicos y servicios ecosistémicos (Clewell *et al.*, 2004). Estas especies están adaptadas a condiciones ambientales locales y tienen costos bajos de manejo (Tormo *et al.*, 2007). La revegetación de estos sitios con una selección adecuada de especies que inicien los procesos de sucesión, permite recuperar funciones del ecosistema y conservar la biodiversidad (Bochet *et al.*, 2010). Conocer las especies de la flora local que se establecen en los taludes aporta información de interés para plantear proyectos de rehabilitación (Bochet *et al.*, 2010). A su vez, el estudio de la vegetación por grupos funcionales facilita el análisis y la comparación a diferentes escalas. Los grupos funcionales hacen referencia a características morfológicas y fisiológicas que intervienen en la sobrevivencia, establecimiento y crecimiento de las plantas centrándose en su capacidad para adquirir, utilizar y conservar recursos (Reich *et al.*, 2003). El objetivo general fue determinar las especies nativas que colonizan los taludes viales en un área de bosque. Como objetivos específicos se evaluó la composición de especies, riqueza, cobertura y grupos funcionales en el talud y en un área de referencia cercana.

## Materiales y Métodos

### Sitio y área de estudio

Este trabajo se realizó en la ciudad de San Carlos de Bariloche ubicada al noroeste de la Patagonia argentina, con una población de 133.500 habitantes (INDEC, 2010). Su ejido urbano se ubica sobre la margen sur del Lago Nahuel Huapi, con una longitud de 45 km y un ancho 9 km. El clima es templado, frío y húmedo con lluvias y nevadas en otoño-invierno (Dzendoletas *et al.*, 2006). La ciudad está inmersa en el Parque Nacional Nahuel Huapi y es atravesada por rutas provinciales y la ruta nacional 40, de importancia turística nacional.

El área de estudio comprendió un talud vial (TV) y un área de referencia aledaña (AR) ambos ubicados en el camino vecinal Balcón del Gutiérrez (41°10'19,6"S, 71°25'06,9"O), en el barrio Villa los Coihues de Bariloche. El camino se encuentra sin pavimentar y atraviesa un área de bosque húmedo de *Nothofagus dombeyi* (Coihue).

### Metodología de muestreo

Se evaluó la composición de especies, riqueza y cobertura de la vegetación utilizando 15 parcelas cuadradas de 1 m<sup>2</sup> dispuestas al azar en el TV y AR. En cada cuadrado se identificaron las especies y se estimó su cobertura por el método de Braun-Blanquet (Newton, 2007). Se clasificaron las especies en grupos funcionales (GF) considerando su ciclo de vida y forma de crecimiento en hierbas/gramíneas anuales (I); hierbas/gramíneas perennes (II); arbustos (III) y árboles (IV). De cada especie se identificó el origen biogeográfico (nativo o exótico). Se calculó el porcentaje de cobertura total de cada GF en TV y AR. Los datos se analizaron con el test de Wilcoxon usando el software estadístico SPSS. La cobertura de los GF entre TV y AR se comparó con test apareado.

## Resultados y discusión

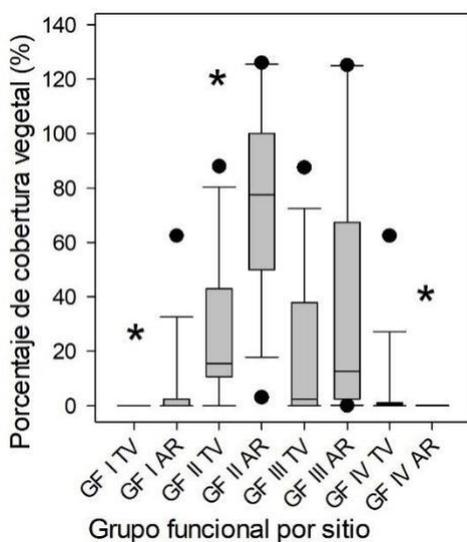
La riqueza en el TV fue de 18 especies, 14 nativas y 4 exóticas. Las especies nativas colonizadoras del TV con mayor cobertura fueron la hierba perenne *Chusquea culeou*, el arbusto *Aristotelia chilensis* y el árbol *Nothofagus dombeyi*. Se encontraron también *Osmorhiza chilensis*, *Acaena pinnatifida*, *Viola maculata*, *Schinus patagonicus*, *Mutisia decurrens*, *Maytenus boaria* y *Austrocedrus chilensis*, entre otras. Las especies exóticas fueron *Hypochaeris radicata*, *Taraxacum officinale*, *Rosa rubiginosa* y *Prunus avium*. La riqueza en el AR fue de 21 especies, 16 nativas y 5 exóticas. Las especies nativas con mayor cobertura fueron las hierbas perennes *C. culeou* y *O. chilensis*; y los arbustos *S. patagonicus* y *Maytenus chubutensis*. Además, se encontró *A. chilensis*, *Geranium magellanicum* y *Gavilea lutea*, entre otras. Las especies exóticas fueron *Claytonia perfoliata*, *Galium aparine*, *Trifolium repens*, *R. rubiginosa* y *P. avium*.

Con respecto a los grupos funcionales, en TV no se encontró cobertura de hierbas/gramíneas anuales (GF I) mientras que en AR fue de 5±4% ( $H=0$ ;  $P=0,042$ ; **Fig. 1**). El porcentaje de cobertura de las hierbas/gramíneas perennes (GF II) fue menor en el TV (29±7%) que en AR (75±9%) ( $H=12,5$ ;  $P=0,007$ ; **Fig. 1**), sin embargo la cobertura de arbustos (GF III) fue similar ( $H=49$ ;  $P=0,532$ ; **Fig. 1**) en TV

(22±8%) y AR (38±12%). Por último, la cobertura de árboles (GF IV) fue mayor en TV (4±16%) que en AR (0,01±0,01%) ( $H=65$ ;  $P=0,004$ ; **Fig. 1**).

La reintroducción de hierbas y gramíneas de los GF I y GF II, favorecería la diversidad de especies y la funcionalidad del área, aspectos que son deseables en la rehabilitación de áreas degradadas (Rovere y Masini, 2013). A su vez, el alto valor de cobertura en los taludes que reúnen las diferentes especies de arbustos del GF III, permite una protección efectiva contra la erosión y brinda estabilidad al sustento dado que la mayoría son especies perennes.

Se destaca la presencia de renovales de *N. dombeyi* (Coihue) en el talud, dado que es una especie intolerante a la sombra (Donoso *et al.*, 2013), y se establece rápidamente en sitios abiertos con alta exposición solar (Cano *et al.*, 2002). Sin embargo, la presencia de árboles en los taludes no es apropiada y representa un riesgo para la seguridad vial (Valladares *et al.*, 2011), dado que los mismos pueden ocasionar derrumbes sobre el camino en época de nevadas, las ramas pueden obstruir la visión de los conductores y sus raíces pueden comprometer la estabilidad estructural del talud o deformar la calzada.



**Fig. 1.** Porcentaje de cobertura vegetal para los diferentes grupos funcionales (GF I: hierbas/gramíneas anuales, GF II: hierbas/gramíneas perennes, GF III: arbustos y GF IV: árboles) en el talud (TV) y área de referencia (AR). Se indica con \* diferencia significativa entre la cobertura de cada GF entre TV y AR.

## Conclusiones

A pesar de que la cobertura de renovales de *Nothofagus dombeyi* fue mayor en el talud, no es recomendable, la utilización de especies arbóreas en taludes, aún que la traza de la ruta esté inmersa en una matriz de bosque nativo. Dada la menor cobertura de hierbas/gramíneas anuales (GF I) y hierbas/gramíneas perennes (GF II) registrada en el talud vial, en relación con el área de referencia, se recomienda la revegetación con especies nativas pertenecientes a estos dos grupos funcionales. Finalmente, se resalta que este trabajo permitió identificar las especies nativas y grupos funcionales que colonizan los taludes viales urbanos inmersos en un área de bosque de coihue. La revegetación de estas áreas degradadas, con especies nativas de los ambientes de referencia aledaños, permitirá ensamblar estas áreas degradadas al paisaje y conservar la biodiversidad regional.

## Agradecimientos

CONICET, PIP: 11220150100196 y Universidad Nacional del Comahue.

## Referencias

- Balaguer, L., Ros, F.V., Mola, I. 2011. Restauración ecológica e infraestructura de transporte: definiciones, problemas y desafíos. En: Valladares, F., Balaguer, L., Mola, I., Escudero, A., Alfaya, V. (eds.) Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte: bases científicas para soluciones. Fundación Biodiversidad. Madrid. 15-41.
- Birdsall, J.L., McCaughey, W., Runyon, J.B. 2012. Roads impact the distribution of noxious weeds more than restoration treatments in a lodgepole pine forest in Montana, USA. *Restoration Ecology* 20(4), 517-523.
- Bochet, E., Tormo, J., García-Fayos, P. 2010. Native species for roadslope revegetation: selection, validation, and cost effectiveness. *Restoration Ecology* 18(5), 656-663.
- Cano, A., Navia, R., Amezaga, I., Montalvo, J. 2002. Local topoclimate effect on short-term cutslope reclamation success. *Ecological Engineering* 18(4), 489-498.
- Chen, H.L., Koprowski, J.L. 2016. Barrier effects of roads on an endangered forest obligate: influences of traffic, road edges, and gaps. *Biological Conservation* 199, 33-40.

- Clewell, A., Aronson, J., Winterhalder, K. 2004. Principios de SER International sobre la res-tauración ecológica. Sociedad Internacional para la restauración ecológica. Arizona. Esta-dos Unidos.
- Donoso, P.J., Soto, D.P., Coopman, R.E., Rodríguez-Bertos, S. 2013. Early performance of planted *Nothofagus dombeyi* and *Nothofagus alpina* in response to light availability and gap size in a high-graded forest in the south-central Andes of Chile. *Bosque* 34(1), 23-32.
- Dzendoletas, M.A., Cavallaro, S., Crivelli, E., Pereyra, F. 2006. Mapa de vegetación del ejido municipal de San Carlos de Bariloche y alrededores. Río Negro. Patagonia Argentina. *Ecología* 20, 65-88.
- Fathi, M., Masnavi, M.R. 2014. Assessing environmental aesthetics of roadside vegetation and scenic beauty of highway landscape: preferences and perception of motorists. *International Journal of Environmental Research* 8(4), 941-952.
- Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J., Bai, X., Briggs, J.M. 2008. Global change and the ecology of cities. *Science* 319(5864), 756-760.
- INDEC. 2010. Censo Nacional de Población, Hogares y Vivienda. Argentina. Disponible en:[https://www.indec.gob.ar/ftp/censos/2010/CuadrosDefinitivos/P2-D\\_62\\_21.pdf](https://www.indec.gob.ar/ftp/censos/2010/CuadrosDefinitivos/P2-D_62_21.pdf) [fecha de consulta: 07 julio 2019].
- Seto, K.C., Fragkias, M., Güneralp, B., Reilly, M.K. 2011. A meta-analysis of global urban land expansion. *PloS one* 6(8), e23777.
- Newton, A.C., 2007. Forest ecology and conservation. A handbook of techniques. Oxford University Press. Reino Unido.
- Reich, P.B., Wright, I.J., Cavender-Bares, J., Craine, J.M., Oleksyn, J., Westoby, K.M., Walters, M.B. 2003. The evolution of plant functional variation: traits, spectra, and strategies. *International Journal of Plant Science* 164(3), 143-164.
- Rovere, A.E., Masini, A.C.A. 2013. Caminos teóricos, metodológicos, y caminos recorridos para la recuperación de áreas áridas degradadas. En: Pérez, D., Rovere, A.E., Rodríguez Araujo, M.E. (eds.) *Rehabilitación en la Diagonal Árida de la Argentina.* Vázquez Mazzini. 38-48.
- Tongway, D.J., Ludwig, J.A. 2011. Restoring disturbed landscape: Putting principles into practice. Island Press. 129-135.
- Tormo, J., Bochet, E., García-Fayos, P. 2007. Roadfill revegetation in semiarid Mediterranean environments. Part II: Topsoiling, species selection, and hydroseeding. *Restoration Ecology* 15(1), 97-102.
- Valladares, F., Balaguer, L., Mola, I., Escudero, A., Alfaya, V. 2011. Restauración ecológica de áreas afectadas por infraestructuras de transporte: bases científicas para soluciones técnicas. Fundación Biodiversidad: Madrid, España.