



ARTÍCULO

Evaluación de la restauración agroforestal y calidad ecológica de una zona ribereña en la región de Aysén.

Abraham Bustos Palominos^{1,2} ; Jaime Salinas Sanhueza¹; Iván Moya Navarro¹ & Bernardo Acuña Aroca¹

¹ Instituto Forestal, sede Patagonia. Coyhaique, Chile. jsalinas@infor.cl; imoya@infor.cl; bacuña@infor.cl

² Pontificia Universidad Católica de Chile, Fac. Agr. y Sist. Nat., Dpto. Ecosistemas y Medio Ambiente. Santiago, Chile. abraham.bustos@uc.cl

DOI: <https://doi.org/10.52904/0718-4646.2025.634>

Recibido: 27.05.2025; Aceptado 12.06.2025.

RESUMEN

Se evaluó el estado ecológico de un sitio ribereño restaurado en 2008 en la subcuenca del Río Simpson, Aysén, Chile, mediante combinación de análisis remoto e índices ecológicos en terreno. Se utilizó imágenes satelitales (Landsat-7 y Sentinel-2) y Google Earth Pro para analizar la evolución de la cobertura vegetal y productividad primaria durante los años 2008, 2018 y 2024, mediante el cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Además, se aplicó en terreno el Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR) para evaluar la calidad de la vegetación en el área restaurada y en un sector no intervenido aguas abajo. Se evidenció una mejora progresiva en la productividad primaria del área restaurada, alcanzando valores cercanos a 1 en 2024, especialmente en sectores cercanos al arroyo, sugiriendo una recuperación funcional del ecosistema. El índice QBR arrojó un valor de 55 (calidad intermedia), influenciado por la coexistencia de especies nativas y exóticas como *Salix spp.* que, si bien cumplen funciones ecológicas relevantes, presentan riesgos por su comportamiento invasor. En contraste, la ribera no restaurada obtuvo un QBR de 25 (condición degradada). Se concluye que la restauración ecológica, incluso a pequeña escala, puede favorecer significativamente la regeneración de la vegetación y los procesos ecológicos en ecosistemas ribereños. Se recomienda sustituir especies exóticas por nativas y complementar el monitoreo con indicadores biológicos que permitan evaluar integralmente la efectividad del proceso de restauración.

Palabras clave: Restauración ecológica, Ecosistemas ribereños, Teledetección, QBR, Especies invasoras

SUMMARY

This study evaluated the ecological condition of a riparian site restored in 2008 in the Simpson River sub-basin, Aysén Region, Chile, using a combined approach of remote analysis and field ecological indices. Satellite images (Landsat-7 and Sentinel-2) and Google Earth Pro were used to analyse the evolution of vegetation cover and primary productivity at the site during the years 2008, 2018, and 2024, by calculating the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). In addition, the Riparian Forest Quality Index (QBR) was applied in the field to assess the quality of riparian vegetation in the restored area and in a non-intervened downstream section. The results indicate a progressive improvement in the primary productivity of the restored area, reaching values close to 1 in 2024, especially in sectors near the stream, suggesting a functional recovery of the ecosystem. The QBR index yielded a value of 55 (medium quality), influenced by the coexistence of native and exotic species such as *Salix spp.*, which, although they fulfil important ecological functions, pose risks due to their invasive behaviour. In contrast, the non-restored riparian area obtained a QBR score of 25, indicating a degraded condition. The study concludes that ecological restoration, even on a small scale, can significantly promote vegetation regeneration and ecological processes in riparian ecosystems. It is recommended to replace exotic species with native ones and to complement monitoring with biological indicators that allow for a comprehensive evaluation of the effectiveness of the restoration process.

Key words: Ecological restoration, Riparian ecosystems, Remote sensing, QBR, Invasive species



INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas ribereños son denominados zonas de transición entre ecosistemas terrestres y acuáticos (Meli *et al.*, 2017). Estos ecosistemas poseen importantes características para el bienestar humano al ser áreas que proveen diferentes servicios ecosistémicos, tales como control de la erosión, regulación del clima, hábitat para especies terrestres y acuáticas, y provisión de servicios culturales (Riis *et al.*, 2020).

Las zonas ribereñas cumplen un rol importante para la biodiversidad terrestre, ya que pueden mantener una mayor abundancia y riqueza de especies en comparación con los ecosistemas adyacentes (Woinarski *et al.*, 2000). Dada su estructura lineal en el paisaje, son utilizadas como corredores biológicos, conectando bosques aislados (Naiman *et al.*, 1993).

Sin embargo, el cambio de uso de suelo en los ecosistemas ribereños y cuencas hidrográficas es una problemática que afecta directamente los servicios ecosistémicos, afectando la escorrentía, la erosión del suelo y alterando el aporte de materia orgánica al ecosistema ribereño (Dudgeon, 2019).

Los ecosistemas ribereños se encuentran bajo amenaza, debido a los efectos constantes y acumulativos del entorno terrestre en donde se encuentran presentes (Piczak *et al.*, 2023). Tal es el ejemplo de las actividades antrópicas, principalmente ligadas al rubro silvoagropecuario que han causado una importante degradación en estos ecosistemas, provocando una disminución y alteración importante en la vegetación ribereña (González *et al.*, 2017), como es el caso de la provocada por el ganado, que aumenta la compactación del suelo, disminuye la infiltración, altera la estructura vegetacional del ecosistema y en consecuencia aumenta la erosión de la ribera (Steinfeld *et al.*, 2009).

La restauración ecológica surge como una solución a la degradación de los ecosistemas ribereños, definiéndose como “el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que ha sido dañado o destruido” (Balensiefer *et al.*, 2004), con la finalidad de restaurar su biodiversidad (Gann *et al.*, 2019). Este proceso sucede principalmente a través del mejoramiento de las características de la estructura, composición y función de un ecosistema (Orsi *et al.*, 2011), a través del proceso de sucesión ecológica (Martínez, 1996).

A partir de lo expuesto, las zonas ribereñas representan áreas con alta prioridad para la conservación de la naturaleza, debido al elevado nivel de amenazas que enfrentan, a su importante rol en la conservación de la diversidad biológica, el mantenimiento de funciones ambientales y la provisión de servicios ecosistémicos. La diversidad de funciones que cumple la vegetación ribereña resalta su valor como un indicador eficaz en los procesos de gestión y planificación territorial, lo que justifica su incorporación como componente fundamental en la evaluación del estado ecológico de los ecosistemas adyacentes, como ecosistemas acuáticos y terrestres (Suárez *et al.*, 2002).

En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el estado ecológico actual de un área ribereña (*riparian buffer*) que ha sido objeto de procesos de restauración ecológica iniciados en el año 2008, con el fin de analizar su recuperación y aportar información útil para futuras estrategias de conservación y manejo.

MATERIAL Y MÉTODO

Área de Estudio

La región de Aysén cuenta con cuatro cuencas hidrográficas importantes: Palena, Baker, Cisnes y Aysén. La cuenca del Río Aysén abarca una superficie de 11.456 km², que cubre el territorio de las provincias de Aysén y Coyhaique (DGA, 2004). Las principales actividades económicas que se realizan en torno a la cuenca de Aysén corresponden al rubro silvoagropecuario, turismo e industrial (DGA, 2004).

El área de estudio corresponde a una zona ribereña de 3.400 m² (0,34 ha), ubicada en el fundo Las Pampas (45°47'4.28"S, 71°48'54.90"O), propiedad del Sr. Ramón Pradenas, en el sector El Galera, comuna de Coyhaique, región de Aysén (**Figura 1**). Corresponde a una formación de bosque de ñirre (*Nothofagus antarctica*) en transición con la estepa patagónica, zona caracterizada por la alta presión ganadera desde inicios de la colonización. El uso predominante del suelo es el agrícola, destinado principalmente al cultivo de praderas. En ese lugar se encuentra un arroyo permanente que forma parte de la subcuenca del Río Simpson, la cual abarca una superficie total de 3.975 km², presentando un régimen pluvio-nival (DGA, 2004).

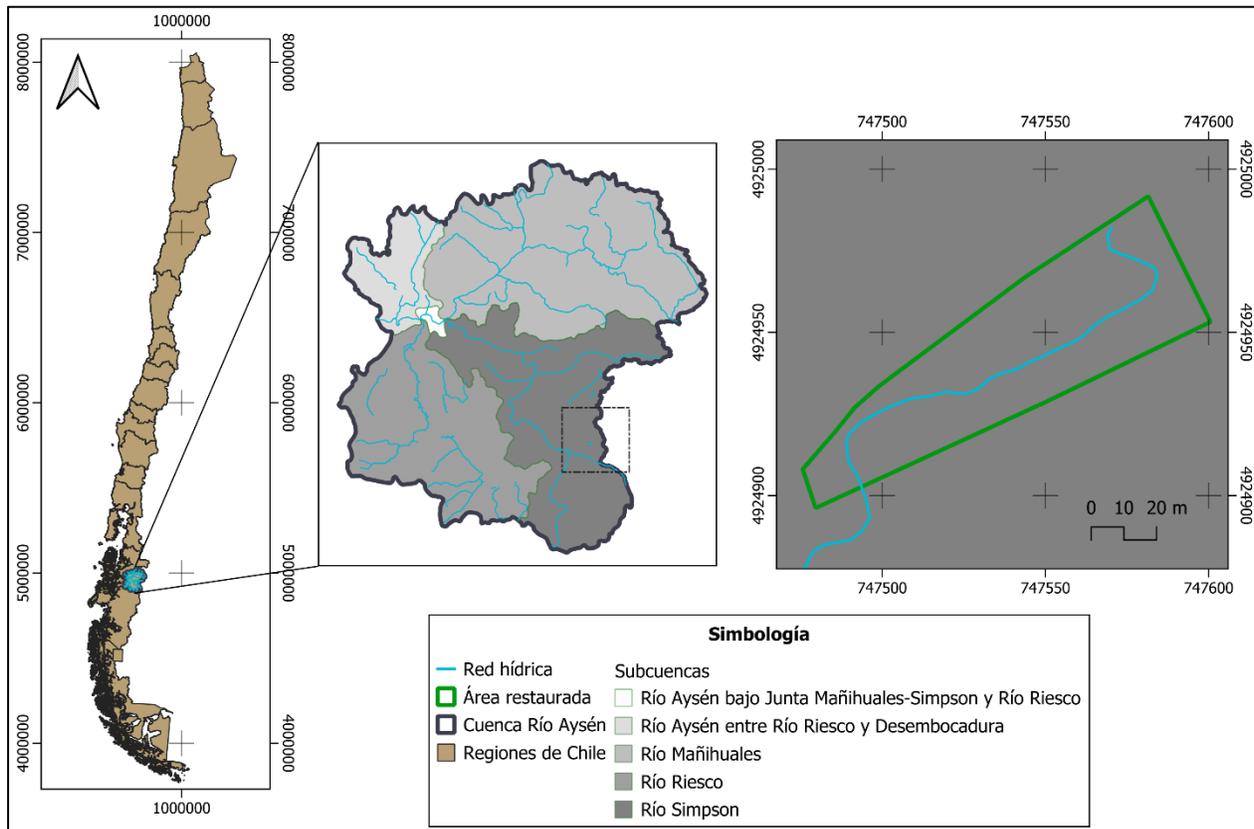


Figura 1: Área de estudio. Subcuenca hidrográfica Río Simpson, región de Aysén, Chile.

La zona de estudio fue intervenida mediante procesos de restauración iniciados en el año 2008, con el objetivo de establecer el primer módulo en la región de Aysén que implementara técnicas de protección de riberas orientadas a la recuperación de cauces degradados.

Entre las acciones ejecutadas, se incluyó la remodelación de taludes, reduciendo su pendiente a aproximadamente 45 grados, con el fin de disminuir la energía del flujo hídrico y reducir la probabilidad de desmoronamiento. Asimismo, se construyeron diques de protección en los sectores más expuestos al impacto constante del agua, con el propósito de desviar el cauce, atenuar su energía y prevenir procesos erosivos, además de resguardar las áreas ya intervenidas mediante plantaciones y estabilización de taludes.

Una de las etapas claves del proceso fue la plantación, la cual requirió la selección de especies de rápido crecimiento. Se incorporaron no solo especies arbóreas, sino también arbustivas y herbáceas, con el objetivo de contribuir a la restauración integral del ecosistema ribereño. La selección de especies consideró tanto su

capacidad de tolerar anegamientos temporales (como en el caso de *Salix spp.*), como su pertenencia a la flora nativa de árboles y arbustos.

Adicionalmente, se implementaron medidas para el control de la matriz agrícola, consistiendo en restringir el acceso a animales al área intervenida mediante cercos, permitiendo el ingreso únicamente en puntos específicos habilitados como bebederos. También se prohibió el cultivo del suelo en las zonas ribereñas, delimitando una franja de protección.

Como resultado, se consolidó una zona de amortiguamiento ribereño (*riparian buffer*), caracterizada por una vegetación continua a lo largo del curso de agua, la cual cumple funciones ecológicas claves. Entre estas se incluyen el rol como biofiltro frente a contaminantes agrícolas (Lowrance, 1992; Hoffmann *et al.*, 2009), y la provisión de hábitat terrestre y acuático debido a la dinámica hídrica asociada a inundaciones, flujo subterráneo y escorrentía superficial (Oakley *et al.*, 1985), entre otras funciones.

Estas zonas de amortiguamiento desempeñan un papel fundamental en la conservación de la biodiversidad, especialmente en paisajes agroforestales sujetos a perturbaciones antrópicas constantes.

Análisis Remoto

Para evaluar el área restaurada se realizó un análisis remoto, utilizando imágenes de Google Earth Pro correspondientes al año 2008, 2018 y 2024. En forma complementaria, se descargaron imágenes satelitales de Landsat-7 para el año 2008 y del Sentinel-2 para los años 2018 y 2024, mediante Google Earth Engine. Con la finalidad de evaluar la productividad primaria del área de restauración antes y después de haber realizado el *riparian buffer* se utilizó el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por su sigla en inglés).

Si bien las imágenes satelitales de Landsat-7 cuentan con una resolución de 30 metros, no son ideales para el análisis de áreas de pequeña escala, por lo mismo solo fueron utilizadas en este estudio para obtener un contexto histórico del área de interés, y por representar la única opción con acceso gratuito disponible para el año 2008. En contraste, las imágenes del satélite Sentinel-2, con una resolución de 10 metros, resultan más adecuadas para estudios enfocados en zonas de menor extensión.

Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)

De forma complementaria al análisis remoto, se aplicó en terreno el índice QBR (Munné *et al.*, 1998) para evaluar el estado y la calidad de la vegetación ribereña del área restaurada y de la ribera testigo sin restauración, ubicada aguas abajo de la primera. Este índice se enfoca en evaluar cuatro características importantes de los ecosistemas ribereños, ordenadas en cuatro bloques: (1) grado de cobertura vegetal; (2) estructura de la cobertura vegetal; (3) calidad de la cobertura vegetal; y (4) grado de naturalidad del canal fluvial.

La cobertura de vegetación evalúa el porcentaje de cobertura presente en toda la zona ribereña y la conectividad entre el área ribereña y los ecosistemas terrestres adyacentes. La estructura de la cobertura vegetal evalúa la complejidad estructural del ecosistema ribereño, considerando que la heterogeneidad ambiental pueda aumentar la biodiversidad animal y vegetal de la zona. La calidad de la cobertura vegetal permite determinar la naturalidad de las formaciones vegetacionales presentes, dependiendo del número de especies nativas presentes en el área y del tipo geomorfológico de la zona ribereña. El grado de naturalidad del canal fluvial considera principalmente las alteraciones o modificaciones de origen antrópicas que afectan el cauce y el hábitat ribereño.

Cada uno de los bloques recibe una puntuación entre 0 y 25, y la suma de los cuatro bloques corresponde a la puntuación final del índice. Cada bloque es evaluado de forma independiente uno del otro.

Los valores de calidad resultantes se distribuyen en cinco rangos, los cuales se detallan en el **Cuadro 1**.



Cuadro 1: Rangos de calidad según la puntuación del índice QBR.

| Nivel de calidad | QBR | Color representativo |
|---|-------|----------------------|
| Bosque de ribera sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural. | ≥ 95 | Azul |
| Bosque ligeramente perturbado, calidad buena. | 75-90 | Verde |
| Inicio de alteración importante, calidad intermedia. | 55-70 | Amarillo |
| Alteración fuerte, mala calidad. | 30-50 | Naranja |
| Degradación extrema, calidad pésima | ≤ 25 | Rojo |

(Fuente: Elaboración propia en base a Munné *et al.*, 1998).

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis Remoto

Utilizando Google Earth Pro se logró visualizar las condiciones en que se encontraba el área restaurada en el año 2008, la cual correspondía a una zona ribereña con escasa o nula vegetación, ya para el año 2018 y 2024 la presencia de vegetación era mayor.

La productividad primaria del área restaurada se evaluó en las primaveras de los tres años considerados en el estudio (2008, 2018 y 2024) mediante el cálculo de NDVI (**Cuadro 2**).

Cuadro 2. Valores mínimos y máximos del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) en el área de estudio durante el periodo de evaluación.

| Año | NDVI Mínimo | NDVI Máximo | Imágenes |
|------|-------------|-------------|------------|
| 2008 | 0,5 | 0,7 | Landsat-7 |
| 2018 | 0,5 | 0,9 | Sentinel-2 |
| 2024 | 0,5 | 0,8 | Sentinel-2 |

(Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos).

En el año 2008 la productividad primaria del área restaurada alcanzó un máximo de 0,7, pero que no es uniforme en toda la superficie, predominando una productividad menor, con valores de hasta 0,5 como mínimo, indicando que en el área existe presencia de vegetación, la cual corresponde a pastizales o bosques degradados (**Figura 2**).

En los años 2018 y 2024 se alcanzó una productividad primaria superior a 0,5 y cercana a 1, sugiriendo que el ecosistema se encuentra en buenas condiciones, lo que se puede interpretar como la presencia de vegetación densa y saludable (**Figura 3 y 4**).

Al analizar visualmente el índice mediante el mapa, se observa que en el año 2024 la mayor productividad primaria se concentra en las zonas más cercanas al arroyo. En contraste, al año 2018 la productividad primaria se distribuye de manera más uniforme en toda el área de estudio.

Por otra parte, analizando el sector aledaño al área restaurada, este corresponde a una matriz productiva, caracterizada por la presencia de tierras de cultivo estacional. Debido a esto, su productividad primaria se ha mantenido estable a lo largo del tiempo, lo que indica que el paisaje analizado no ha experimentado una disminución en su capacidad productiva.

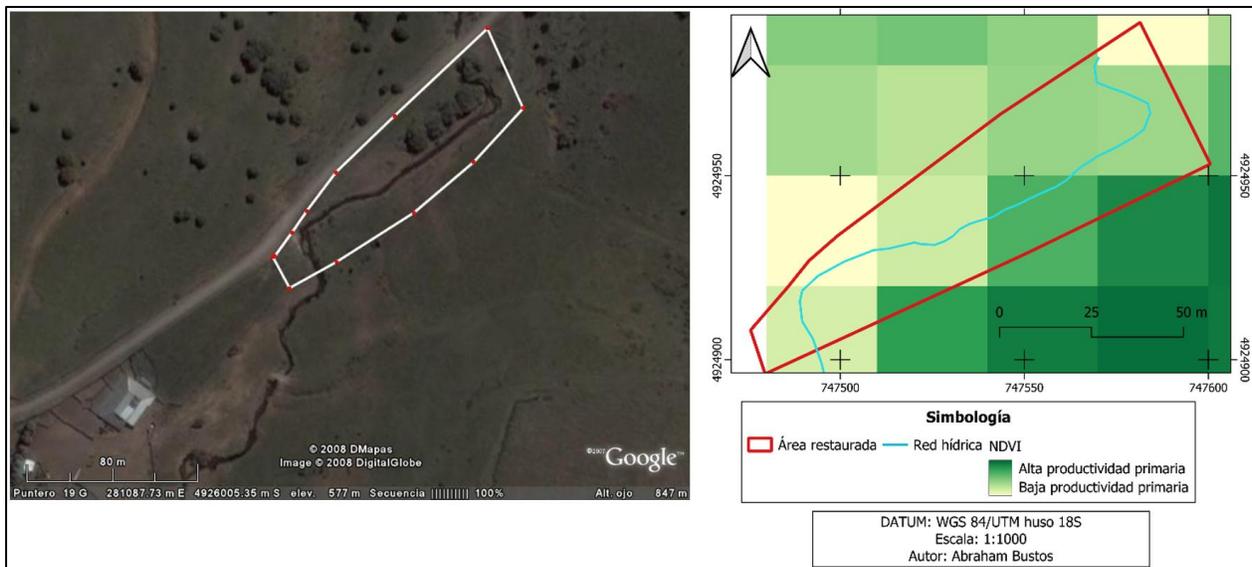


Figura 2. Estado del área restaurada en el año 2008, visualizada mediante Google Earth (izq.) y NDVI generado a partir de una imagen satelital de Landsat-7 (der.).

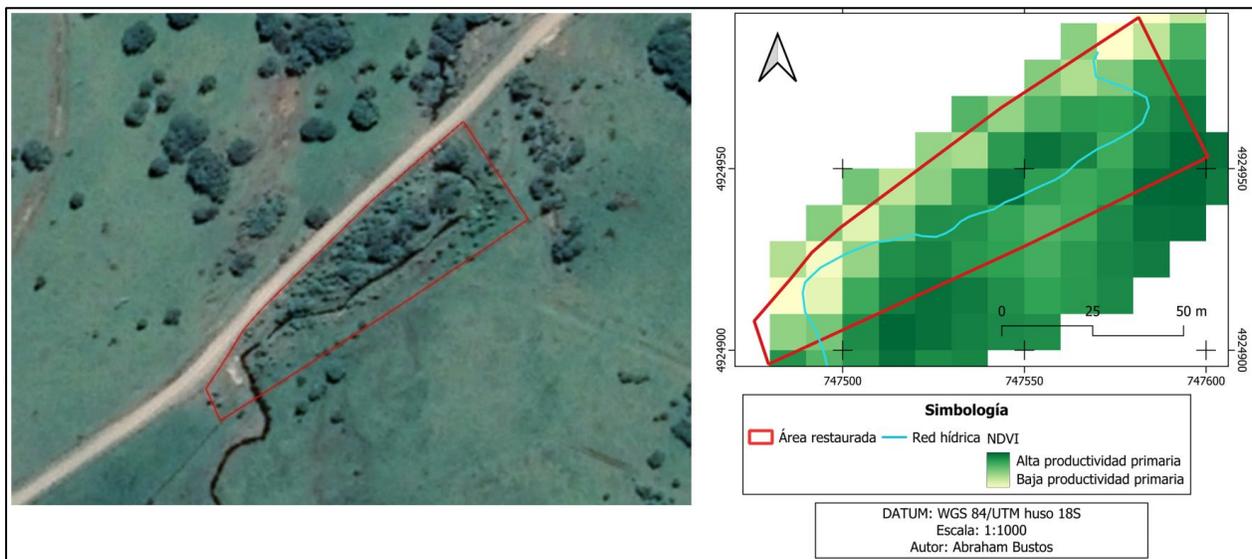


Figura 3: Estado del área restaurada en el año 2018, visualizada mediante Google Earth (izq.) y NDVI generado a partir de una imagen satelital de Sentinel-2 (der.).

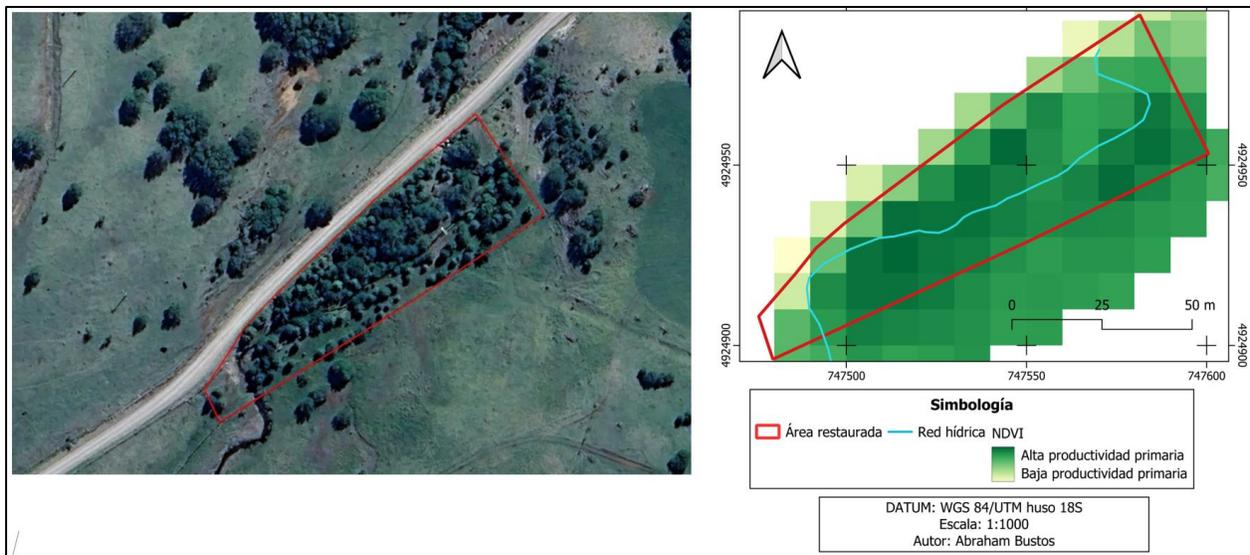


Figura 4: Estado del área restaurada en el año 2024, visualizada mediante Google Earth (izq.) y NDVI generado a partir de una imagen satelital de Sentinel-2 (der.).

Índice de Calidad del Bosque de Ribera (QBR)

El área restaurada presentó un QBR de 55, lo que indica que el ecosistema ribereño posee una calidad intermedia (**Cuadro 3**). Esta condición se relaciona con la restauración realizada en el año 2008, la cual incorporó tanto especies nativas como exóticas. Si bien la presencia de especies introducidas como *Salix spp.* y *Pinus spp.* redujo la puntuación del índice, se observó una baja erosión actual de la ribera y una regeneración favorable de especies nativas, como ñirre (*N. antarctica*).

Salix spp. juega un rol importante al momento de restaurar zonas anegadas ya que, gracias a su desarrollo radicular logra disminuir la velocidad del agua (Datri *et al.*, 2015), reduce los niveles de radiación solar y la erosión eólica, debido a la cobertura de dosel (Datri *et al.*, 2013). También genera un importante aporte de materia orgánica al suelo (Serra *et al.*, 2013).

Las características mencionadas de *Salix spp.* son favorables para realizar restauración en ecosistemas ribereños, donde la degradación es elevada. No obstante, se debe tener presente que este género se encuentra dentro de las especies de plantas vasculares exóticas/asilvestradas (PNUD, 2017); la especie presenta comportamiento invasor, pudiendo llegar a ocupar espacios con o sin vegetación preexistente, y crecer mucho más rápido que las especies nativas (Lewerentz *et al.*, 2019). Posee una reproducción vegetativa que favorece su dispersión aguas abajo, ya que los desganches al detenerse en zonas de ribera comienzan a generar raíces (Thomas & Leyer, 2014).

Estos resultados sugieren que la implementación de una restauración mixta (especies nativas y exóticas), puede ser una estrategia viable para mejorar ciertas condiciones ecológicas de la ribera, particularmente cuando se prioriza la estabilización del suelo y se facilita la recuperación de la vegetación nativa producto del efecto nodriza.

Por el contrario, el área testigo de ribera sin restauración, ubicada aguas abajo de la zona restaurada, presentó un QBR de 25, indicando que el ecosistema ribereño posee una calidad pésima (**Cuadro 3**). Se constató la ausencia total de árboles y arbustos, situación indicativa de un estado de degradación avanzado y una cobertura vegetal insuficiente para cumplir funciones ecológicas básicas, como la protección contra la erosión, provisión de hábitat, mantención de la biodiversidad del área, entre otras.

Cuadro 3: Valores obtenidos para el índice QBR para la ribera restaurada y no restaurada.

| Ribera | Nivel de calidad | QBR | Color |
|---------------|--------------------|-----|----------|
| Restaurada | Calidad intermedia | 55 | Amarillo |
| No restaurada | Calidad pésima | 25 | Rojo |

(Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados obtenidos).

En las **Figuras 5** y **6**, se presentan imágenes representativas del área de estudio, antes y después de la restauración, y también de la zona testigo de ribera no restaurada.



Figura 5: Estado de la ribera antes y durante el proceso de restauración: (A) Ribera degradada, sin intervenciones de restauración. (B) Ribera con mejoramiento de taludes de 45 grados y muros de sacos como parte del inicio del proceso de restauración. (C) Ribera con presencia de vegetación tras la restauración.



Figura 6: Estado de la ribera después del proceso de restauración. (A) y (B) Condición actual de la ribera intervenida tras el proceso de restauración. (C) Ribera no restaurada ubicada aguas abajo, adyacente a la zona restaurada.

CONCLUSIONES

El análisis de la evolución del área restaurada mediante la implementación de un *riparian buffer* muestra un cambio significativo a lo largo del tiempo. En un principio, en el año 2008, la cobertura vegetal era escasa o nula, lo que daba como resultado una productividad primaria baja, como se pudo corroborar en las imágenes satelitales de ese año.

Cabe mencionar que el análisis para el año 2008 no es del todo preciso, debido a la baja resolución de Landsat-7. Aun así, permite tener un contexto del área que se restauró y poder contrastarla con la productividad primaria que presenta actualmente la zona ribereña intervenida.

Con el tiempo, la vegetación se desarrolló de manera progresiva, favorecida por la restauración de la zona ribereña. Este crecimiento permitió una mejora en la estructura y densidad de la vegetación, dando como resultado un aumento de la productividad primaria en los años siguientes.

En la actualidad, el área restaurada presenta una mayor cobertura vegetal y una productividad primaria significativamente más alta, lo que indica que el ecosistema ribereño ha recuperado parte de su funcionalidad. Este proceso es indicativo de un ecosistema más saludable, capaz de brindar servicios ecosistémicos importantes, tales como, filtrar sedimentos y pesticidas de tierras agrícolas, refugio y alimento para animales, protección de cultivos por inundaciones, mejoramiento del paisaje, entre otros.

Cabe destacar que este estudio se llevó a cabo a una escala espacial reducida y en condiciones ambientales específicas correspondientes a una formación de bosque de ñirre (*N. antarctica*) en transición hacia la estepa patagónica, en la comuna de Coyhaique.

Fomentar la aplicación de zonas de amortiguamiento ribereño (*riparian buffer*) a escala operacional, es un desafío prioritario para la institucionalidad silvoagropecuaria y ambiental. Su implementación masiva se puede materializar mediante la priorización de prácticas agroambientales en los instrumentos de fomento vigentes.

RECOMENDACIONES

Actualmente, la ribera intervenida muestra signos positivos de restauración, con un aumento en la cantidad de hábitat disponible dentro del paisaje. Sin embargo, para mejorar su calidad ecológica, es fundamental avanzar en la remoción de especies exóticas, ya que su presencia puede limitar el establecimiento y desarrollo de especies nativas, tanto en el mismo lugar, como aguas abajo. Las técnicas recomendadas para reducir la densidad de individuos exóticos incluyen la corta o anillado. No obstante, es importante considerar el rol funcional que cumple cada individuo en el sitio. Por ejemplo, si un árbol exótico se encuentra en un sector con alta densidad de especies nativas, su extracción es recomendable. En cambio, si dicho individuo contribuye a la estabilización del suelo en zonas propensas a la erosión, se sugiere conservarlo de manera temporal, complementando su presencia con la plantación de especies nativas que ya habitan el área.

Un aspecto favorable de este enfoque es que el área de ribera en restauración es de pequeña escala, lo que permite utilizarla como un espacio experimental para evaluar la respuesta de las especies y validar los efectos de las prácticas de manejo propuestas, además de un área demostrativa para realizar transferencia técnica.

Por otra parte, como posibles líneas de evaluación complementarias a la información presentada, se sugiere incorporar un censo de avifauna y mamíferos que habitan de forma permanente o esporádica en el área restaurada. También se recomienda medir el hábitat fluvial mediante la aplicación del Índice de Evaluación de Hábitat Fluvial (IHF, por su sigla en inglés) y evaluar la presencia de macroinvertebrados para caracterizar la calidad biológica del agua del arroyo, utilizando el índice del grupo de trabajo para el monitoreo biológico ibérico (IBMWP, por su sigla en inglés) (Jáimez-Cuéllar *et al.*, 2002).

Finalmente, la medición de la calidad del agua en tres puntos del arroyo (aguas arriba, en el área restaurada y aguas abajo) permitiría comparar las diferencias en su calidad y determinar si la zona restaurada cumple efectivamente una función de biofiltro.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de esta publicación agradecen al Ministerio de Agricultura de Chile, por el apoyo financiero que permite la investigación de mediano y largo plazo en temáticas ligadas a la restauración de ecosistemas agroforestales patagónicos de Chile. Se agradece al propietario Sr. Juan Ramon Pradenas por su constante disposición y apoyo a INFOR. También se agradece a los técnicos de INFOR Bernardo Acuña y Exequiel Díaz por su apoyo en las mediciones de terreno.

REFERENCIAS

- Balensiefer, M., Rossi, R., Ardinghi, N., Cenni, M., & Ugolini, M. (2004).** SER international primer on ecological restoration. Society for Ecological Restoration, Washington.
- Datri, L.A., Faggi, A.M. & Gallo, L. (2015).** Modelo de invasión no lineal y funciones bioingenieras de *Salix fragilis* en Patagonia (Argentina). *European Scientific Journal*, 11(10). <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/5562>
- Datri, L.A., Maddio, R.A., Faggi, A.M., & Gallo, L. (2013).** Bosques ribereños y su relación con regímenes hidrológicos en el norte patagónico. *Revista de la Asociación Argentina de Ecología de Paisajes*, 4(2): 245-259.
- DGA (Dirección General de Aguas). (2004).** Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad: Cuenca del río Aysén. Ministerio de Obras Públicas, Gobierno de Chile.
- DGA (Dirección General de Aguas). (2004).** Cuenca del Río Aysén. Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. Dirección General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas. Chile. Realizado por CADE-IDEPE.
- Dudgeon, D. (2019).** Multiple threats imperil freshwater biodiversity in the Anthropocene. *Current Biology*, 29(19): R960-R967. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.002>
- Gann, G.D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C.R., Jonson, J., Hallet, J. et al. (2019).** International principles and standards for the practice of ecological restoration. *Restoration Ecology*, 27(S1): S1–S46. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>
- González, E., Felipe-Lucia, M.R., Bourgeois, B., Boz, B., Nilsson, C., Palmer, G. & Sher, A.A. (2017).** Integrative conservation of riparian zones. *Biological Conservation*, Vol. 211, part B. Pp: 20–29. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.10.035>
- Hoffmann, C. C., Kjaergaard, C., Uusi-Kämpä, J., Hansen, H. C. B., & Kronvang, B. (2009).** Phosphorus retention in riparian buffers: review of their efficiency. *Journal of environmental quality*, 38(5): 1942-1955. <https://doi.org/10.2134/jeq2008.0087>
- Jáimez-Cuéllar, P., Vivas, S., Bonada, N., Robles, S., Mellado, A., Álvarez, M., ... & Alba-Tercedor, J. (2002).** Protocolo GUADALMED (PRECE). *Limnetica*, 21(3-4): 187-204. <https://doi.org/10.23818/limn.21.25>
- Lewerentz, A., Egger, G., Householder, J.E., Reid, B., Braun, A.C., & Garófano-Gómez, V. (2019).** Functional assessment of invasive *Salix fragilis* L. in north-western Patagonian flood plains: A comparative approach. *Acta Oecologica*, Vol. 95. Pp: 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2019.01.002>
- Lowrance, R. (1992).** Groundwater nitrate and denitrification in a coastal plain riparian forest. *Journal of Environmental Quality*, 21(3): 401-405. <https://doi.org/10.2134/jeq1992.00472425002100030017x>
- Martínez, E. (1996).** La restauración ecológica. *Ciencias*, 43(1): 56-61.
- Meli, P., Ruiz, L., Aguilar, R., Rabasa, A., Rey-Benayas, J.M., & Carabias, J. (2017).** Bosques ribereños del trópico húmedo de México: un caso de estudio y aspectos críticos para una restauración exitosa. *Madera y Bosques*, 23(1): 181–193. <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2311118>

- Munné, A., Solá, C., & Prat, N. (1998). QBR: An index to evaluate the quality of riparian ecosystems; QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. *Tecnología del Agua*, 175.
- Naiman, R.J., Decamps, H., & Pollock, M. (1993). The role of riparian corridors in maintaining regional biodiversity. *Ecological applications*, 3(2): 209-212. <https://doi.org/10.2307/1941822>
- Oakley, A. L., Collins, J. A., Everson, L. B., Heller, D. A., Howerton, J. C., & Vincent, R. E. (1985). Riparian zones and freshwater wetlands. Management of wildlife and fish habitats in forests of western Oregon and Washington. Part, 58-80.
- Orsi, F., Geneletti, D., & Newton, A.C. (2011). Towards a common set of criteria and indicators to identify forest restoration priorities: An expert panel-based approach. *Ecological Indicators*, 11(2): 337–347. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.06.001>
- Piczak, M.L., Perry, D., Cooke, S.J., Harrison, I., Benitez, S., Koning, A., Peng, L. *et al.* (2023). Protecting and restoring habitats to benefit freshwater biodiversity. *Environmental Reviews*, 32(3): 438-456. <https://doi.org/10.1139/er-2023-0034>
- PNUD (2017). Catálogo de las especies exóticas asilvestradas/naturalizadas en Chile. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB), Universidad de Concepción. Proyecto GEF/MMA/PNUD. Santiago, Chile. 61 p.
- Riis, T., Kelly-Quinn, M., Aguiar, F.C., Manolaki, P., Bruno, D., Bejarano, M.D., Clerice, N. *et al.* (2020). Global overview of ecosystem services provided by riparian vegetation. *BioScience*, 70(6): 501–514. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaa041>
- Serra, M.N., Albariño, R. & Díaz Villanueva, V. (2013). Invasive *Salix fragilis* alters benthic invertebrate communities and litter decomposition in northern Patagonian streams. *Hydrobiologia*, Vol. 701. Pp: 173-188. <https://doi.org/10.1007/s10750-012-1270-2>
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M. & De Haan, C. (2009). La larga sombra del ganado: problemas ambientales y opciones. La Iniciativa para Ganadería. Medio Ambiente y Desarrollo (LEAD) and FAO. Rome, Italy. 464 p.
- Suárez, M.L., Vidal-Abarca, M.R., Sánchez-Montoya, M.D.M., Alba-Tercedor, J., Álvarez, M., Avilés, J., Bonada, N. *et al.* (2002). Las riberas de los ríos mediterráneos y su calidad: el uso del índice QBR. *Limnetica*, 21(3–4): 135-148. <https://doi.org/10.23818/limn.21.22>
- Thomas, L. K., & Leyer, I. (2014). Age structure, growth performance and composition of native and invasive Salicaceae in Patagonia. *Plant Ecology*, Vol. 215. Pp: 1047-1056. <https://doi.org/10.1007/s11258-014-0362-7>
- Woinarski, J.C.Z., Brock, C., Armstrong, M., Hempel, C., Cheal, D. & Brennan, K. (2000). Bird distribution in riparian vegetation in the extensive natural landscape of Australia's tropical savanna: a broad-scale survey and analysis of a distributional database. *Journal of Biogeography*, 27(4): 843-868. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2000.00439.x>