

Restauración ecológica de las riberas del Arroyo Morales (Cuenca Matanza-Riachuelo, municipio de Marcos Paz, Buenos Aires, Argentina)

Ecological restoration of the banks of Morales stream (Matanza-Riachuelo Basin, Marcos Paz municipality, Buenos Aires, Argentina)

DOI: 10.34188/bjaerv4n1-092

Recebimento dos originais: 20/11/2020

Aceitação para publicação: 20/12/2020

Laura de Cabo

Doctorado en Ciencias Biológicas-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Universidad de Buenos Aires)

Institución: Museo Argentino de Ciencias Naturales “B. Rivadavia”

Dirección: Av. Angel Gallardo 470 (1405) CABA. Argentina

E-mail: lauradecabo64@yahoo.com.ar

Patricia Marconi

Doctorado en Ciencias Biológicas-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Universidad de Buenos Aires)

Institución: Universidad Maimónides

Dirección: Hidalgo 775, 6° piso, CABA (1405). Argentina

E-mail: marconi.patricialaura@maimonides.edu

Patricia Perelman

(Doctorado en Ciencias Biológicas-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-Universidad de Buenos Aires)

Institución: Museo Argentino de Ciencias Naturales “B. Rivadavia”

Dirección: Av. Angel Gallardo 470 (1405) CABA. Argentina

E-mail: patriperelman@gmail.com

Alberto Santos Capra

(Master en Gestión Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín)

Institución: Secretaría de Minería de la Nación

Dirección: Balcarce 186 (1087) CABA. Argentina

E-mail: ascapra@produccion.gob.ar

Anahi Escala

(Master en Gestión Ambiental-Instituto Tecnológico de Buenos Aires).

Institución: Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo

Dirección: Esmeralda 255 PB, (1035) CABA. Argentina

E-mail: aescala@acumar.gov.ar

Eugenio Gustavo Coconier

(Licenciatura en Ciencias Biológicas-Facultad de Ciencias Exactas y Naturales-UBA)

Institución: Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo

Dirección: Esmeralda 255 PB, (1035) CABA. Argentina

E-mail: ecoconier@acumar.gov.ar

Beatriz Itten

(Doctorado en Ciencias Naturales-Universidad de Zurich, Alemania)
Institución: Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo
Dirección: Esmeralda 255 PB, (1035) CABA. Argentina
E-mail: beaitten@gmail.com

Carlos Nadra

(Master en Ingeniería Ambiental-Universidad Católica Argentina)
Institución: Universidad Nacional de Tres de Febrero (UNTREF)
Dirección: Juncal 1319. Recoleta. CABA. (1062) Argentina
E-mail: carlos.nadra@gmail.com

RESUMEN

En el marco de Plan de Saneamiento Ambiental generado para la Cuenca Matanza-Riachuelo (MR), en noviembre 2018 se culminó con el cierre de los últimos macrobasurales de la cuenca. Se seleccionó un predio de 7 ha lindante al Ao. Morales, afluente del MR, que había sido ocupado durante más de 30 años por un basural a cielo abierto en el Partido de Marcos Paz. Luego de la remoción de la basura se colocaron 15600 m³ de tosca y 5200 m³ de suelo. A lo largo de 5 visitas realizadas durante el invierno y primavera de 2018 se analizó la cobertura vegetal (3 %) y se estimaron los servicios ecosistémicos por un modelo de estimación relativa (0 a 100) siendo estos nulos. En diciembre 2018 se plantaron 355 individuos de 20 especies de plantas nativas y se instalaron biorrollos con vegetación palustre en la margen del arroyo. Las especies fueron distribuidas en el predio siguiendo sus requerimientos ambientales de tolerancia a sequía o anegamiento. Al mes de la intervención la cobertura vegetal se incrementó casi 38 % (39.9%), aumentando a 92% en marzo de 2019. Se contabilizaron 48 especies de las cuales 40 eran nativas. Se registró supervivencia de todas las especies implantadas siendo las especies con supervivencia superior al 80%: *Sesbania punicea*, *Solanum granuloso-leprosum*, *Phytolaca dioica*, *Ficus luschnathiana* y *Celtis ehrenbergiana*. Las especies con supervivencia inferior al 40% fueron: *Erythrina crista-galli*, *Ludwigia bonariensis* y *Vachellia caven*. La oferta Total de Servicios Ecosistémicos pasó a 76.82 en el término de 4 meses desde el inicio de la intervención y proporciona a la comunidad servicios ecosistémicos de regulación (prevención de la erosión, retención de contaminantes evitando que pasen a las aguas superficiales y subterráneas, mejoramiento de la calidad del suelo). Además, muchas de las especies identificadas en el predio son polinizadas por aves e insectos. De esta manera, la estrategia aplicada permitió asegurar la sustentabilidad del proyecto, optimizar los recursos a lo largo del proceso de biorremediación, eliminar los residuos superficiales reduciendo los olores y recuperar servicios ecosistémicos en un plazo de 5 meses.

Palabras clave: plantas nativas, servicios ecosistémicos, basural.

ABSTRACT

In the framework of the Environmental Sanitation Plan generated for the Matanza-Riachuelo (MR) river Basin, in November 2018 the closing of the last macro-garbage dumps in the basin was completed. Morales stream is a tributary of the MR. An area of 7 ha bordering the Morales stream was selected, which had been occupied for more than 30 years by an open dump in the Marcos Paz District. After removing the garbage, 15,600 m³ of limestone and 5,200 m³ of soil were placed. Throughout 5 visits made during the winter and spring of 2018, the vegetation cover (3%) was analyzed and the ecosystem services were estimated by a relative estimation model (0 to 100), these being null. In December 2018, 355 individuals of 20 species of native plants were planted and biorrolls with marsh vegetation were installed on the riverbank. The species were distributed on the

area according to their environmental requirements of tolerance to drought or waterlogging. One month after the intervention, the vegetation cover increased almost 38% (39.9%), increasing to 92% in March 2019. Forty eight species were counted, of which 40 were native. Survival of all implanted species was recorded, with the species with survival greater than 80%: *Sesbania punicea*, *Solanum granuloso-leprosum*, *Phytolaca dioica*, *Ficus luschnathiana* and *Celtis ehrenbergiana*. The species with survival less than 40% were: *Erythrina crista-galli*, *Ludwigia bonariensis* and *Vachellia caven*. The Total supply of Ecosystem Services increased to 76.82 within 4 months from the start of the intervention and provides the community with regulatory ecosystem services (erosion prevention, retention of pollutants, preventing them from entering surface and groundwater, improvement soil quality). In addition, many of the species identified on the area of intervention are pollinated by birds and insects. In this way, the strategy applied made it possible to ensure the sustainability of the project, optimize resources throughout the bioremediation process, eliminate surface waste by reducing odors, and recover ecosystem services within 5 months.

Keywords: native plants, ecosystem services, garbage dump.

1 INTRODUCCIÓN

La restauración ecológica es el proceso que propicia al restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. Es una intervención intencional que busca reiniciar procesos que fueron interrumpidos y que sólo pueden llevar a cabo organismos vivos, a fin de lograr sistemas resilientes y auto-sostenibles. En este sentido, la restauración ecológica conecta un ecosistema degradado con su futuro, dado que reanuda su trayectoria ecológica histórica, no su ecosistema histórico (Clewell & Aronson, 2013). La restauración de ambientes acuáticos basada en la revegetación con especies nativas asegura el restablecimiento de la cobertura vegetal, lo cual se traduce en una disminución de la erosión costera y en una mejora de la calidad del agua al decrecer el ingreso de contaminantes por escorrentía, ya que la vegetación actúa como estabilizadora de contaminantes al acumularlos fundamentalmente en sus tejidos subterráneos (Arreghini et al., 2017; Basilico et al., 2016; de Cabo et al., 2015). Además, permite el restablecimiento de fauna, especialmente aves e insectos, los cuales utilizan la cubierta vegetal como áreas para reproducirse, anidar, alimentarse y refugiarse. Asimismo, la presencia de áreas riparias vegetadas favorece la sedimentación, ya que la velocidad de flujo disminuye especialmente en el entramado de raíces. Esta característica incrementa la probabilidad de instalación de bancos de semillas que resulta beneficiosa para el ecosistema acuático. Así, las interacciones que tienen lugar en las áreas ribereñas favorecen la aparición de microhábitats que promueven la heterogeneidad espacial y la biodiversidad. La unión de estos microhábitats forman biocorredores, espacios del territorio en los que se recupera la conectividad ecológica, articulando hábitats fragmentados (<https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredoresbio.html>). En la cuenca Matanza-Riachuelo, se han proyectado varios corredores verdes que incluyen al bosque ribereño del Río de

la Plata y al pastizal pampeano. Uno de los parches verdes del biocorredor que sigue el trayecto del Ao. Morales es un predio que sirvió de basural del pueblo de Marcos Paz por 30 años. ACUMAR, el Municipio de Marcos Paz y la Coordinación Ecológica Área Metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE) coordinaron el cierre del basural en 2017. En el marco de Plan de Saneamiento Ambiental generado para la Cuenca Matanza-Riachuelo (MR), el predio (7 ha) fue limpiado por remoción de la basura superficial y se colocaron 15600 m³ de tosca y 5200 m³ de suelo. Sin embargo, después de 1 año de su limpieza, la basura emergía entre la tierra y no se observaba mejora alguna sumado a un olor desagradable e intenso.

La presencia de basurales a cielo abierto es una de las principales causantes de la destrucción de estos ambientes. Un primer análisis del predio a restaurar mostró un paisaje rural con algunas especies de bajos ribereños, presencia de especies exóticas, baja densidad poblacional. El objetivo de este trabajo fue diseñar un proceso de restauración ecológica de la ribera del Arroyo Morales en el predio antiguamente ocupado por un basural a cielo abierto, con el propósito de desarrollar un biocorredor para la cuenca del Matanza-Riachuelo (CMR).

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el predio “Batalla de Villamayor” (-34.83869, -58.83168) de 7 ha, Municipio de Marcos Paz, Prov. Buenos Aires.

Durante el año 2018 se realizaron 5 visitas al predio para evaluar el impacto del basural y se programaron las medidas para la restauración.

En diciembre 2018, se plantaron 355 individuos de árboles, arbustos y herbáceas pertenecientes a 20 especies nativas. Las especies seleccionadas pertenecen al bosque ribereño (Tabla 1). Las especies arbóreas eran ejemplares de un año. Las no arbóreas, en su mayoría eran plantas pequeñas, al igual que las gramíneas.

En la línea de costa del Arroyo Morales se intervino bajo la modalidad de biorrollos que son estructuras cilíndricas de yute con especies nativas enraizadas previamente que contribuyen a disminuir la erosión de los márgenes, y retienen contaminantes presentes en las aguas y sedimentos (Basilico et al., 2016). Se instalaron 36 biorrollos vegetados con: *Commelina erecta*, *Tripogandra diuretica*, *Hydrocotyle ranunculoides*, *Hydrocotyle bonariensis* y *Typha domingensis*.

Tabla 1. Especies de árboles, arbustos y herbáceas implantadas durante la intervención de Diciembre de 2018.

especie	Nº de individuos
<i>Vachellia caven</i> (espinillo, aroma)	10
<i>Caesalpinia gilliesii</i> (Barba de chivo)	10
<i>Myrsine laetevirens</i> (canelón)	5
<i>Celtis ehrenbergiana</i> (tala)	30
<i>Commelina erecta</i> (flor de Santa Lucia)	15
<i>Erythrina crista-galli</i> L. (ceibo)	27
<i>Ficus luschetiana</i> (higuerón)	2
<i>Lantana camara</i> (Lantana)	2
<i>Lippia alba</i> (Salvia morada)	12
<i>Lycium cestroides</i>	10
<i>Ludwigia bonariensis</i> (duraznillo de agua)	50
<i>Schinus molle</i> (falso pimentero)	5
<i>Phytolaca dioica</i> (Ombú)	115
<i>Rodophiala bifida</i>	8
<i>Senna corimbosa</i> (sen del campo)	10
<i>Sesbania punicea</i> (acacia mansa)	4
<i>Sesbania virgata</i> (acacia café)	20
<i>Sida rhombifolia</i> (escoba dura)	5
<i>Solanum granuloso-leprosum</i> (Fumo bravo)	5
<i>Tradescantia fluminensis</i> (flor de Santa Lucia)	10
TOTAL	355

Se aplicó un modelo de estimación relativa de servicios ecosistémicos a partir de Producción Primaria Neta (PPN), la disponibilidad de cuerpos de agua loticos y lénticos, la pendiente del terreno, la tasa de infiltración, la temperatura media y la altura sobre el nivel del mar (Viglizzo et al.,2011).

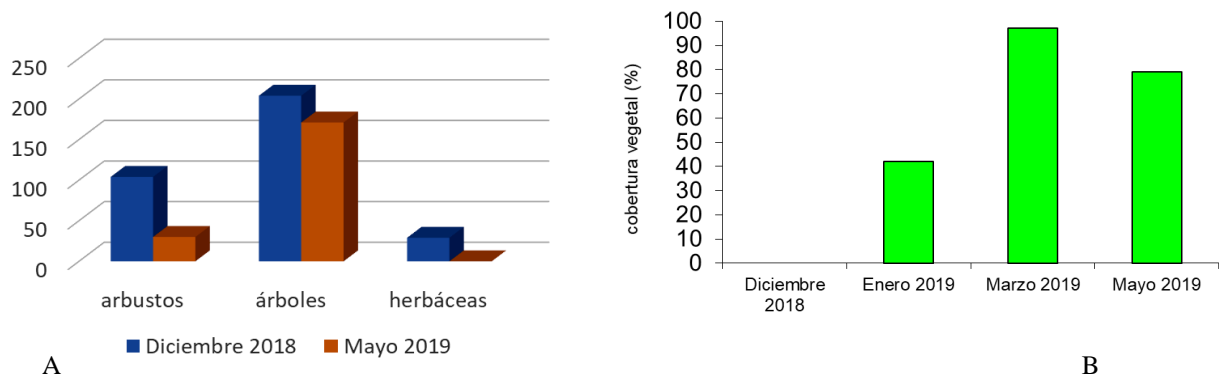
La evolución de la cobertura vegetal se estimó a partir de la aplicación del programa ImageJ utilizando imágenes satelitales en coincidencia con las fechas de muestreo: 31/01/2019; 22/03/2019 y 03/05/2019 y respecto a marzo de 2017 y 2018.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el monitoreo de la cobertura y del estado de la vegetación implantada en 17 puntos distribuidos sobre 7 transectas en 3 ocasiones: 31/01/19; 22/03/19 y 3/05/19. La Tabla 1 muestra las especies implantadas durante la intervención de diciembre de 2018 y la figura 1A la distribución de los hábitos de crecimiento de las mismas. Los árboles sobrevivieron en su mayoría (83%, Fig. 1A) siendo las especies con supervivencia superior al 80% *Sesbania punicea*, *Solanum granuloso-leprosum*, *Phytolaca dioica*, *Ficus luschetiana* y *Celtis ehrenbergiana*. Las especies con supervivencia inferior al 40% fueron: *Erythrina crista-galli*, *Ludwigia bonariensis* y *Vachellia caven*. Solo el 23% de los arbustos sobrevivieron al trasplante y las herbáceas implantadas no sobrevivieron (misma figura).

A partir de las imágenes satelitales, se estimó la evolución de la cobertura vegetal. En 2017 fue del 4%, en marzo de 2018 disminuyó a 3% debido a la remoción de la basura y agregado de tosca y tierra. En enero de 2019, a un mes de la intervención, la cobertura se establece en 39.9%, aumentando a 76% en mayo de 2019. Estos datos son coincidentes con la estimación de la cobertura vegetal realizada a partir del análisis de las variables de condición registradas en los 18 sitios de muestreo. Así, se estimó que la cobertura se duplicó en los 2 primeros meses de realizada la intervención, alcanzando 92% de cobertura en marzo 2019 (Figura 1B). Teniendo en cuenta que la cobertura vegetal se alcanzó con herbáceas que emergieron espontáneamente ya que las implantadas en diciembre de 2018 no sobrevivieron (Fig. 1).

Figura 1. Datos de la evolución de los individuos (número) por hábito de crecimiento (A) y cobertura vegetal medida en porcentaje (B) al inicio y durante 5 meses posteriores a la intervención.



En los sucesivos muestreos, se identificaron 26 especies que crecieron espontáneamente en el predio, de las cuales 21 son nativas (Tabla 2). Se identificaron individuos adultos y renovales de *Gleditsia triacanthos* que es una especie leñosa perteneciente a la familia de las fabáceas, originaria de América del Norte, y se la considera invasora en Argentina y Uruguay. Su presencia en el predio constituye un riesgo para el éxito de la intervención, ya que reemplaza la vegetación nativa en pradera, pajonales y bosques de la región.

De los 36 biorrollos instalados en diciembre 2018, en el muestreo de mayo 2019 se contabilizaron solamente 9 vegetados en 30% por *Cyperus sp.*, *Commelina erecta*, *Tripogandra diurética* e *Hydrocotyle ranunculoides*. La disminución del número de biorrollos se debió a la importante crecida del río durante diciembre 2018 que arrastró las estructuras.

Tabla 2. Especies registradas en el predio no implantadas ni sembradas durante la intervención de Diciembre de 2018.
Especie (nombre vulgar)

<i>Cirsium vulgare</i> L. (Cardo Negro)	introducida
<i>Cypella herbertii</i> (Lirio del bajo)	Nativa
<i>Dichondra microcalyx</i> (oreja de ratón)	Nativa
<i>Dichondra repens</i> (oreja de ratón)	Nativa
Diclíptera tweediana (canario rojo)	Nativa
<i>Gleditsia triacanthos</i> (Acacia negra)	introducida invasora
<i>Grindelia pulchella</i>	Nativa
<i>Heliotropium amplexicaule</i> (borraja del campo)	Nativa
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> (redondita de agua)	Nativa
<i>Matricaria</i> sp. (margarita)	introducida
<i>Maxilaria picta</i> (orquidea)	Nativa
<i>Medicago sativa</i> (alfalfa)	introducida
<i>Panicum bergii</i> (paja voladora)	Nativa
<i>Pennisetum latifolium</i>	Nativa
<i>Physalis viscosa</i> (camambú-tomatillo)	Nativa
<i>Pilularia</i> sp.	Nativa
<i>Pluchea sagittalis</i> (Yerba lucera)	Nativa
<i>Sida rhombifolia</i> (escoba dura)	Nativa
<i>Solanum nigrum</i> (revienta caballos)	Nativa
<i>Solidago chilensis</i> (vara de oro)	Nativa
<i>Trifolium repens</i> (trébol)	Nativa
<i>Verbena bonariensis</i> (verbena)	Nativa
<i>Verbena gracilescens</i> (verbena)	Nativa
<i>Xhantium</i> sp. (abrojo)	Nativa
<i>Zephyrantes candida</i> (Azucenita de río)	Nativa

Las lluvias durante el mes de diciembre 2018 incrementaron el agua caída en 13 veces respecto al mismo mes del año anterior (datos estación meteorológica ACUMAR). Esto provocó inundaciones en el predio quedando 30% de superficie anegada durante, al menos, 12 días en la semana siguiente a la intervención. Esto podría haber favorecido el transporte de semillas desde aguas arriba y la germinación de semillas de especies propia de zonas anegables. Durante los meses de enero y febrero de 2019, el régimen de precipitaciones reveló un aporte importante de agua: 74 mm respecto a 22.6 mm para enero de 2018, 3 veces más y 39.8 mm respecto a 28 mm para febrero de 2018, 1.4 veces más. El incremento de la precipitación favoreció el crecimiento tanto de la vegetación implantada como de la vegetación que se desarrolló espontáneamente en el predio (Fig. 1B). En la campaña realizada el 3 de mayo se produjo una leve disminución de la cobertura vegetal en pleno otoño del Hemisferio Sur (Fig. 1B). Además, solamente se registraron 28 mm de agua caída en 30 días previos, de los cuales 26 mm cayeron el 26 de abril.

La disponibilidad de biomasa y los flujos que de ella derivan (expresables como PPN) son una fuente generadora de bienes y servicios ecosistémicos. Varios de ellos, como la protección del suelo, la regulación de los gases y del clima, la regulación de aguas, el ciclado (liberación y retención) de nutrientes, la provisión de hábitat y refugio, la producción de alimentos, materias primas y recursos genéticos, la provisión de recursos medicinales y ornamentales, y otros vinculados a la cultura (Costanza et al. 1997). Buena parte de estos bienes y servicios son también provistos por los recursos acuáticos presentes en los ecosistemas terrestres. Estos tienen, además, la capacidad

de regular la dinámica hídrica regional (inundaciones), mejorar la calidad del agua, proveer alimento (peces), regular la dinámica de nutrientes esenciales, proveer hábitat y contribuir a la biodiversidad, y generar una vía de transporte (Daily 1997). La mayoría de estos servicios pueden ser explicados y representados a través de dos indicadores dinámicos que varían en el espacio y en el tiempo: 1) la PPN, y 2) la disponibilidad de cuerpo de agua lóticos y lénticos, con sus franjas ribereñas e interfluviales. Luego de la intervención realizada en el predio de “Batalla de Villamayor”, la cubierta vegetal alcanzó 92% (Fig. 1) constituida mayoritariamente por especies nativas. El porcentaje del área intervenida ocupada por el arroyo Morales varió entre 14% y 9% dependiendo del caudal del arroyo. Teniendo en cuenta estos datos se aplicó un modelo de estimación relativa de servicios ecosistémicos (Latterra et al., 2011) (con variación dentro de un rango de 0 a 100) resultando una Oferta Total de Servicios Ecosistémicos (S)=76.82.

4 CONCLUSIONES

La intervención resultó exitosa teniendo en cuenta el incremento en la cobertura vegetal. El éxito de la intervención se puede constatar a través del incremento en la diversidad de especies presentes en el predio y de la oferta total de servicios ecosistémicos. Sin embargo, la cobertura de los taludes no siguió el mismo patrón, debido al insuficiente número de biorrollos y a fallas en su instalación.

Las leñosas implantadas crecieron satisfactoriamente, *especialmente Sesbania punicea, Solanum granuloso-leprosum, Phytolaca dioica, Ficus luschetiana y Celtis ehrenbergiana.*

El predio recuperado presenta una notable oferta de servicios ecosistémicos: abastecimiento, soporte, regulación y culturales. La intervención constituye el primer paso hacia el biocorredor de la CMR que contribuirá a la regulación de los flujos de agua, disminuyendo los riesgos de inundaciones, mejoras de calidad del agua, y de la calidad de aire en términos de captación de Gases de Efecto Invernadero e incremento de la biodiversidad. Además, contribuirá a la recuperación de los servicios ecosistémicos culturales: actividades de recreo, salud física y mental; turismo; apreciación estética y sentimiento de pertenencia de los habitantes de la CMR.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo se realizó bajo un STAN (Servicio Tecnológico de Alto Nivel) firmado entre ACUMAR y CONICET. Fue parcialmente subsidiado los proyectos PICT 2017-2638 (ANPCyT) y PIP 11220170100082 (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina-CONICET). El Municipio de Marcos Paz colaboró con las tareas de plantación y mantenimiento del predio. Parte de los ejemplares plantados fueron donados por el Jardín Botánico del Municipio de Marcos Paz.

REFERENCIAS

1. Arreghini, S., de Cabo, L., Serafini, R., & de Iorio, A. F. (2017). Effect of the combined addition of Zn and Pb on partitioning in sediments and their accumulation by the emergent macrophyte *Schoenoplectus californicus*. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(9), 8098-8107.
2. Basílico, G., de Cabo, L., Faggi, A., & Miguel, S. (2016). Low-tech alternatives for the rehabilitation of aquatic and riparian environments. In *Phytoremediation* (pp. 349-364). Springer, Cham.
3. Clewell, A. F., & Aronson, J. (2013). *Ecological restoration: principles, values, and structure of an emerging profession*. Island Press.
4. Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & Van Den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *nature*, 387(6630), 253-260.
5. Daily, G. C. (1997). Introduction: what are ecosystem services. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*, 1(1).
6. de Cabo, L., Serafini, R., Arreghini, S., & de Iorio, A. F. (2015). On-site and full-scale applications of phytoremediation to repair aquatic ecosystems with metal excess. In *Phytoremediation* (pp. 27-40). Springer, Cham.
7. L terra, P., Jobbágy, E. G., & Paruelo, J. M. (2011). Valoración de servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial (No. P01 INTA 18477). INTA.
8. Viglizzo, E. F., Frank, F. C., Carreño, L. V., Jobbagy, E. G., Pereyra, H., Clatt, J., ... & Ricard, M. F. (2011). Ecological and environmental footprint of 50 years of agricultural expansion in Argentina. *Global Change Biology*, 17(2), 959-973.