



Gestión de la biodiversidad en los agroecosistemas

Desafíos y estrategias para su implementación



ISBN 978-987-1513-33-8



9 789871 513338

Gestión de la biodiversidad en los agroecosistemas

Desafíos y estrategias para su implementación

Coordinador general: Federico G. Fritz

Coordinadores técnicos: Natalia G. Fracassi, A. Sofía Nanni y Santiago L. Poggio

Autores

Martín R. Aguiar
Roxana Aragón
David Bilenca
Micaela Bonafina
Celina Braccini
Alejandro D. Brown
Noelia C. Calamari
Natacha Chacoff
Cecilia Casas
Mariano Codesido
María Jimena Damonte
Federico Fritz
Adrián S. Di Giacomo
Facundo Gandoy
Gregorio Gavier
Pamela Graff
Pablo M. Grilli
Lucas Landi
Eugenia Magnasco

Lucio R. Malizia
Giselle Mangini,
Gustavo D. Marino
Nicole Michard
Carolina Monmany Garzia
Sabine Papendieck
José A. Portela
Juan Radrizzani
Andrés F. Ramírez Mejía
Marcela Sánchez
Federico Schäfer
Manuel Sferco
Miguel Ángel Silva
Laura María Solari
Daniel Somma
Romina P. Suárez
Mayra Varela Ituarte
Juan Ignacio Whitworth Hulse
María Elena Zaccagnini

Con el apoyo técnico de:



.UBA AGRONOMÍA
Facultad de Agronomía



Auspician:



Reino de los Países Bajos



Gestión de la biodiversidad en los agroecosistemas / Federico Fritz ... [et al.] ; Coordinación general de Federico Fritz. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola - AACREA, 2025.
120 p. ; 26 x 20 cm.

ISBN 978-987-1513-33-8

1. Biodiversidad. I. Fritz, Federico II. Fritz, Federico, coord.
CDD 570.7

Fecha de catalogación: abril 2025.

CREA
Área de Comunicación
Sarmiento 1236, 4º piso (C1041AAZ)
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
www.contenidoscrea.org.ar
(54-11) 4382-2076/79

Director editorial: Mariela L. Suárez
Diseño de tapa e interiores: René Durand
Foto de tapa: Pablo G. Grilli.
Fotografías interior: Adobe stock.

ISBN: 978-987-1513-33-8
Hecho el depósito que indica la ley 11.723
Impreso en la Argentina

Primera edición: mayo 2025.



Todos los derechos están reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, en todo ni en parte, ni registrada o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea este mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, sin permiso previo por escrito de CREA.

Contenidos

Prólogos	<i>Pág. 05</i>
Capítulo 1. Gestión de la biodiversidad en los agroecosistemas	<i>Pág. 09</i>
Capítulo 2. Espacios de conservación en los paisajes productivos	<i>Pág. 21</i>
Capítulo 3. Impacto de las prácticas de manejo agrícolas y ganaderas en la biodiversidad	<i>Pág. 27</i>
Capítulo 4. Monitoreo y evaluación	<i>Pág. 37</i>
Capítulo 5. Estudios de la biodiversidad en paisajes productivos	<i>Pág. 65</i>
Capítulo 6. Experiencias en campos CREA agrícolas y ganaderos	<i>Pág. 85</i>
Capítulo 7. Gobernanza para la conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas	<i>Pág. 93</i>
Bibliografía	<i>Pág. 109</i>

Prólogos

El agro enfrenta hoy el gran desafío de satisfacer una demanda creciente de alimentos de alta calidad, energía y biomateriales. Esta meta debe alcanzarse minimizando el impacto ambiental negativo, reduciendo el uso de recursos no renovables y adaptándose a un entorno cada vez más estresante e impredecible debido al cambio climático. Además, las acciones emprendidas deben contribuir de manera positiva al desarrollo socioeconómico de las comunidades y del país en su conjunto. En este escenario complejo, actores bien informados y con una actitud proactiva pueden liderar el camino hacia sistemas productivos más sostenibles y resilientes.

CREA es una asociación civil sin fines de lucro, integrada, conducida y financiada por productores agropecuarios que forman parte de una red con más de 60 años de experiencia en el trabajo colaborativo. La entidad reúne a cerca de 2200 productores distribuidos geográficamente en todo el país, quienes se organizan en aproximadamente 240 grupos de entre 8 y 12 integrantes. Cada grupo sigue una metodología específica para compartir conocimientos y encontrar soluciones conjuntas a problemáticas comunes, en un proceso de aprendizaje colectivo apoyado por asesores técnicos.

De alcance nacional y con profundo arraigo territorial, CREA abarca distintas regiones agroecológicas y sistemas productivos diversos. Actualmente, sus grupos de productores se organizan en 19 regiones, según su ubicación geográfica. Además, la institución se distingue por su aporte al desarrollo de temáticas estratégicas para el sector: uno de sus objetivos centrales es la generación y transferencia de conocimiento, colaborando activamente con el crecimiento del agro argentino. Las empresas CREA, integradas a sus comunidades, son referentes de innovación y trabajan por el desarrollo sostenible de sus actividades, de sus localidades y del país.

La entidad impulsa la generación de información útil para producir más, con mejores resultados ambientales, promoviendo la trascendencia de las empresas agropecuarias y facilitando el diseño de soluciones de vanguardia. Para ello, busca identificar las necesidades de los productores, recopilar y procesar datos de campo y ensayos de manera ágil y trazable, e interactuar con organismos de ciencia y técnica, impulsando el trabajo interdisciplinario.

La dimensión ambiental ha sido una constante en la historia de CREA. Desde sus primeros años —cuando la erosión de suelos en el oeste bonaerense era un problema urgente—, la organización ha promovido buenas prácticas agropecuarias y desarrollado iniciativas de mitigación y adaptación al cambio climático. Actualmente, el Área de Ambiente de la Unidad de Investigación y Desarrollo trabaja en la creación de herramientas y procesos que integren la dimensión ambiental en la toma de decisiones productivas, avanzando hacia sistemas cada vez más sostenibles.

Estas acciones se enmarcan en el programa Gestión Ambiental CREA, un proceso de mejora continua que permite medir y optimizar el desempeño ambiental de los establecimientos agropecuarios. El enfoque incluye la autoevaluación de procesos y el análisis del impacto sobre las personas y los recursos naturales a través de un sistema de indicadores ambientales. Esta metodología facilita la identificación y priorización de mejoras cualitativas y cuantitativas, considerando componentes clave del vínculo entre producción y ambiente, como el bienestar de las personas, el manejo de animales, el cuidado del clima (aire), del suelo, del agua, de los insumos externos y de la biodiversidad.

En esta línea, InBioAgro es el proyecto de CREA orientado a sensibilizar, tanto dentro como fuera de su red, sobre la importancia de gestionar adecuadamente la biodiversidad. El proyecto incorpora prácticas e indicadores específicos a la Gestión Ambiental CREA para fomentar su mejora y conservación.

CREA desarrolla estas acciones en interacción con especialistas y referentes en ciencia y técnica. El presente manual es fruto de ese trabajo conjunto y pretende ser una fuente de consulta para tomadores de decisiones que buscan mejorar la sostenibilidad de los sistemas productivos.

■ **Ing. Agr. M. Sc. Dr. Guillermo A. García**
Área Ambiente, Unidad de Investigación
y Desarrollo, CREA

■ **Ing. Agr. M. Sc. Ariel R. Angeli**
Unidad de Investigación y Desarrollo, CREA

Vivimos en una época en la que la producción de alimentos, fibras y energía debe reinventarse para no comprometer las bases ecológicas que la sustentan. La biodiversidad, lejos de ser un lujo o un agregado estético en los paisajes rurales, es un componente esencial del funcionamiento de los agroecosistemas y, por lo tanto, del bienestar humano. Sin embargo, esta biodiversidad se encuentra hoy amenazada por prácticas que, en su afán por maximizar rendimientos en el corto plazo, socavan los servicios ecológicos que garantizan la productividad a largo plazo.

Este libro es una herramienta valiosa para revertir esa tendencia. Ofrece evidencia, experiencias concretas y lineamientos prácticos para gestionar la biodiversidad en los agroecosistemas desde una perspectiva que combina el rigor científico con el conocimiento aplicado. Su enfoque integra múltiples escalas: del lote al paisaje, de la especie al ecosistema, y propone intervenciones viables tanto en campos agrícolas como ganaderos a lo largo y ancho de la Argentina.

Uno de los aspectos más destacados de esta obra es que surge del diálogo entre productores, asesores téc-

nicos e investigadores de diversas disciplinas e instituciones. Esta articulación entre conocimiento científico y práctica productiva resulta clave para avanzar hacia sistemas más resilientes, equitativos y sostenibles.

Iniciativas como InBioAgro, que articula monitoreo, restauración, formación y evaluación de impacto constituyen un ejemplo concreto de transformación basada en ciencia, cooperación y compromiso.

Gestionar la biodiversidad en los paisajes rurales no es una opción: es una necesidad. Y es también una oportunidad para recuperar vínculos, no sólo entre especies y ecosistemas, sino también entre quienes producen, quienes investigan y quienes toman decisiones. Que este libro inspire a más personas a sumarse a ese desafío común.

■ **Dr. Lucas Garibaldi**

Instituto de Investigaciones en Recursos Naturales,
Agroecología y Desarrollo Rural,
Universidad Nacional de Río Negro. CONICET.

Innovación y sostenibilidad en el Gran Chaco: InBioAgro y la conservación de la biodiversidad

La transición hacia sistemas productivos más sostenibles es un desafío global que requiere alianzas estratégicas, innovación y compromiso con la gestión responsable de los recursos naturales. En este contexto, el Land Innovation Fund (LIF) ha respaldado la iniciativa de CREA y ACSOJA con un enfoque integral que abarca la sostenibilidad ambiental, social y económica en la producción agropecuaria del Gran Chaco Argentino.

Uno de los hitos más importantes de este proyecto ha sido el fortalecimiento de InBioAgro, una iniciativa clave para la medición y el monitoreo de la biodiversidad en los agroecosistemas. A través del seguimiento de aves, polinizadores, mamíferos y de la calidad del suelo se estableció una línea de base que permite evaluar el impacto de las prácticas agrícolas sobre la fauna y flora de la región. Este esfuerzo ha sido crucial para generar conciencia en los productores respecto del rol estratégico de la biodiversidad en la productividad agrícola y la estabilidad de los agroecosistemas.

El monitoreo de biodiversidad desarrollado en establecimientos CREA permitió identificar especies clave y detectar áreas naturales con alto valor ecológico. En varios de estos sitios se encontraron especies en riesgo y en peligro de extinción, lo que evidencia la importancia de proteger y gestionar adecuadamente los espacios de vegetación nativa dentro de los sistemas productivos. Además, la implementación de talleres de sensibilización con productores y expertos ha promovido el intercambio de conocimientos y la adopción de prácticas de manejo que favorecen la conservación y regeneración de estos hábitats.

La articulación con instituciones científicas como CONICET e INTA ha sido de fundamental importancia para el desarrollo de protocolos de monitoreo adaptados a la realidad del Gran Chaco. Estos protocolos no solo han contribuido a mejorar la comprensión del estado actual de la biodiversidad, sino que también sientan las bases para futuras estrategias de conservación y

manejo sostenible del territorio. Además, la adopción del proceso de Gestión Ambiental CREA ha permitido consolidar datos y facilitar la toma de decisiones para avanzar hacia un modelo más resiliente y sostenible.

El enfoque de sostenibilidad del proyecto no ha abordado únicamente la dimensión ambiental, sino también la social y la económica, fortaleciendo el compromiso de los productores con la mejora continua. La incorporación de indicadores sociales en la evaluación de la sostenibilidad permitió identificar aspectos clave, como las condiciones de empleo en las empresas, la relación con proveedores y el impacto en las comunidades locales, promoviendo prácticas más justas y equitativas en el sector agropecuario. Este enfoque integral demuestra que la conservación de la biodiversidad y la rentabilidad de la producción pueden avanzar de la mano, beneficiando a toda la cadena productiva.

Para Land Innovation Fund, el éxito de InBioAgro refuerza la importancia de abordar la sostenibilidad desde una perspectiva basada en ciencia y colaboración. La conservación de la biodiversidad no solo es un compromiso ambiental, sino también una estrategia para fortalecer la resiliencia de los sistemas productivos frente al cambio climático y las fluctuaciones del entorno agrícola. Iniciativas complementarias dentro del proyecto, como el análisis de brechas de productividad y la gestión eficiente de los recursos naturales, han demostrado que es posible integrar producción y conservación de manera eficiente.

Desde LIF seguiremos apoyando iniciativas que promuevan la integración de la producción y la conservación, impulsando modelos de agricultura regenerativa que beneficien tanto a los productores como a los ecosistemas. InBioAgro es un ejemplo de cómo la innovación y la cooperación pueden transformar la manera en que producimos, asegurando un futuro más sostenible para el Gran Chaco y más allá.



Una visión común

Los Países Bajos y CREA comparten una visión común: una producción agropecuaria sostenible que conviva en armonía con la naturaleza y la biodiversidad. Estamos convencidos de que el trabajo interdisciplinario entre productores y profesionales de distintos ámbitos, junto con el intercambio de conocimientos entre países es clave para impulsar prácticas innovadoras y responsables.

El mundo enfrenta una crisis ambiental debido al desarrollo de actividades humanas no sostenibles, que contribuyen significativamente a la pérdida de biodiversidad y al cambio climático global. Esta degradación tiene consecuencias económicas y sociales que afectan a la producción agropecuaria, a la salud y al bienestar de las personas.

Ante esta realidad, los mercados internacionales demandan cada vez más compromiso con el medioambiente, y desde la Oficina Agrícola de la Embajada de los Países Bajos apoyamos iniciativas que aborden este

desafío. A lo largo de los años hemos colaborado con CREA en diversos proyectos para enfrentar problemáticas como el cambio climático, la escasez de recursos naturales y la pérdida de biodiversidad sin perder de vista la creciente demanda de alimentos de calidad y el rol fundamental de los productores y las comunidades locales en relación a este objetivo.

En este contexto, el proyecto InBioAgro representa una oportunidad clave para demostrar que la producción agropecuaria argentina está a la altura de estos desafíos. La Argentina es un actor estratégico en la provisión global de alimentos de calidad. A través de prácticas sostenibles puede consolidarse como un líder en producción responsable sin comprometer el equilibrio ambiental. Apostamos a que el proyecto sirva como modelo para demostrarle al mundo que es posible compatibilizar productividad y conservación de la biodiversidad promoviendo un sistema agroalimentario más resiliente y responsable.

1 Gestión de la biodiversidad en los agroecosistemas



Conservación de la biodiversidad

■ **Biól. M. Sc. Natalia G. Fracassi**

E.E.A. Delta del Paraná, Centro Regional Buenos Aires Norte, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

■ **Prof. Dr. Santiago L. Poggio**

Cátedra de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. IFEVA-CONICET.

La biodiversidad se encuentra globalmente amenazada por cambios en el uso de la tierra, sobreexplotación, el cambio climático, la contaminación y la inva-

sión de especies exóticas. Esto genera una pérdida de resiliencia en el agroecosistema que resulta en una mayor utilización de insumos e impactos negativos sobre el ambiente. Frente a este panorama es imprescindible generar enfoques en relación a la producción, que impliquen una visión sistémica y de paisaje para minimizar el impacto sobre la biodiversidad y favorecer la incorporación de las contribuciones que la naturaleza puede efectuar a la sostenibilidad ambiental, social y productiva de los territorios.

El aumento de la productividad agropecuaria registrado en la segunda mitad del siglo XX fue el logro más importante de la agricultura moderna. Productores, técnicos y científicos concentraron sus esfuerzos en la mejora de unos pocos cultivos altamente demandados a nivel mundial, lo que condujo a la obtención de elevados rendimientos. Junto con la mejora genética de los

cultivos, este incremento de la productividad agrícola también se logró a partir de la provisión de recursos limitantes, básicamente, la fertilización y el riego, y de la protección de los cultivos mediante el manejo y control de las adversidades bióticas que reducen sus rindes. Por otro lado, la intensificación de la agricultura y su expansión hacia tierras marginales redujo considerablemente la biodiversidad como consecuencia de la pérdida de hábitats seminaturales y la homogeneización de los paisajes rurales, pero también de la degradación de las tierras, la desertificación y sobreexplotación de recursos.

En el área productiva núcleo del país, la pérdida de hábitats fue resultado del aumento de la superficie cultivada logrado a partir de la reducción de áreas pastoriles y de bosques u otros ambientes naturales, de la remoción de alambrados y del cultivo de los márgenes de rutas y caminos.

Al mismo tiempo, la simplificación de los sistemas productivos contribuyó a una homogeneización de los paisajes rurales. De este modo, la producción agrícola actual se concentra en unos pocos cultivos con una base genética estrecha y alto potencial de rendimiento. A su vez, las prácticas agrícolas se han estandarizado y su aplicación tiende a ser espacialmente sincrónica y homogénea, tanto en lo que respecta al manejo agronómico del cultivo como a su protección contra adversidades bióticas.

En este marco, la mayor parte de los organismos que brindan servicios de regulación clave para la agricultura y la ganadería se ven restringidos a las áreas seminaturales no cultivadas. Sin embargo, a menudo ocurre que estos hábitats seminaturales son eliminados para facilitar el uso de la maquinaria moderna, o bien se convierten en nuevas áreas de cultivo para incrementar aún más la producción, lo que resulta en poblaciones cada vez más reducidas de estos organismos, y con ello, en una pérdida de resiliencia de los agroecosistemas. Estos cambios tecnológicos afectan a la biodiversidad en general, pero también impactan en el funcionamiento de distintos procesos ecológicos (como las interacciones bióticas y los procesos biogeoquímicos) a distintas escalas espaciales y temporales.

En la actualidad, el sector agropecuario mundial, y el argentino en particular, enfrentan el desafío de intensificar aún más los sistemas productivos, pero aportando a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que fomentan modalidades de consumo y producción sostenibles e intentan desvincular el crecimiento económico de la degradación ambiental, promoviendo una mayor eficiencia en el uso de los recursos y estilos de vida sostenibles.

Además de sostener e incrementar la productividad agrícola, la intensificación sostenible exige contemplar los procesos ecológicos de manera integral y reducir su impacto ambiental. Simultáneamente, debe asegurarse la viabilidad socioeconómica y el bienestar de las poblaciones rurales en el largo plazo. Por otro lado, en el desarrollo de sistemas agrícolas más sostenibles es central incorporar acciones de conservación de la biodiversidad orientadas a proveer servicios ecológicos y a generar hábitats para especies clave, que hoy se ven amenazadas.

En este contexto, gestionar la biodiversidad en los paisajes rurales requiere el abordaje de metas de naturaleza interdependiente, que demandan la generación de conocimiento acerca de la biodiversidad en sí misma y los procesos ecológicos asociados que sustentan prácticas de manejo amigables con el ambiente y con la vida silvestre, la gestión de sistemas productivos sostenibles basados en buenas prácticas agrícolas, y acciones de educación ambiental en sentido amplio. La toma de conciencia y capacitación de los actores involucrados es fundamental para alcanzar el éxito en cualquier iniciativa de gestión de la biodiversidad en sistemas agropecuarios basados en el ordenamiento ambiental de los agroecosistemas, la evaluación de los procesos a escala local y de paisaje y en prácticas con menor impacto ambiental.

Este capítulo introductorio tiene como objetivo ofrecer un panorama general que visibilice la importancia de la biodiversidad en los agroecosistemas. Se abordarán en primer lugar las definiciones de biodiversidad y de los servicios ecosistémicos asociados. Luego, se destacará la importancia de la biodiversidad para la agricultura entendida en sentido amplio; esto es, incluyendo a toda actividad agrícola y ganadera, tanto extensiva como intensiva. En particular, se pondrá el énfasis en el vínculo entre la biodiversidad y el funcionamiento de los agroecosistemas. Por último, se buscará poner en valor la gestión de la biodiversidad en el conjunto de acciones tendientes a lograr sistemas productivos más sostenibles.

¿Qué es la biodiversidad?

La biodiversidad puede ser definida como: “la variabilidad entre los organismos vivos de todo tipo u origen, incluyendo, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros sistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte”. Este concepto incluye la diversidad dentro de las especies (*variabilidad genética*), entre las especies (*específica*) y los distintos ecosistemas y biomas identificados en la biósfera (*ecológica*) (figura 1). Esta definición, elaborada en 1992 en el marco del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), es la adoptada

actualmente por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

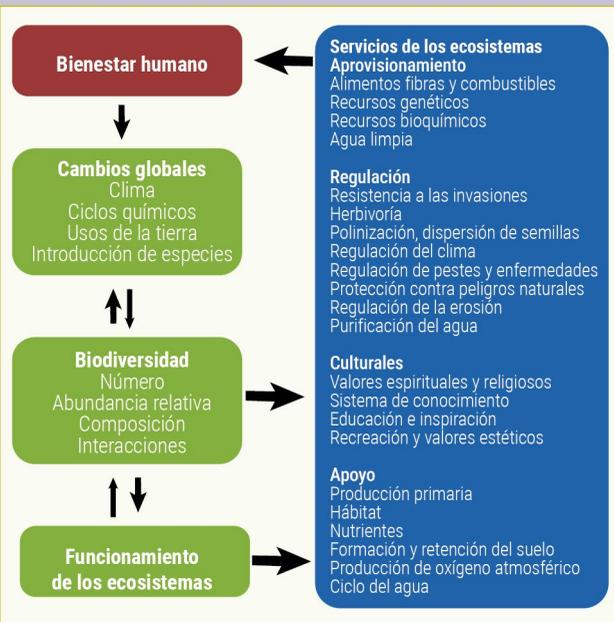
¿Cuáles son los servicios ecosistémicos provistos por la biodiversidad?

Los servicios ecosistémicos son definidos como “los beneficios que la sociedad obtiene como resultado del funcionamiento de los ecosistemas, los que se consideran esenciales para el bienestar humano” (*Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005*). Este concepto intenta vincular la funcionalidad de los ecosistemas con las necesidades de la sociedad. Los servicios provistos por los ecosistemas se clasifican en cuatro tipos principales: de provisión, de regulación, culturales y de apoyo o soporte (figura 2).

Los servicios de provisión están relacionados con los productos que la sociedad obtiene de los ecosistemas: alimentos, fibras y combustibles, agua potable y los recursos genéticos. A su vez, los servicios ecosistémicos de regulación se asocian con procesos involucrados en la regulación del clima, el control de la erosión del suelo, la polinización y regulación biológica de plagas, la purificación de la calidad del aire y el agua potable. Por su parte, los servicios culturales son los beneficios inmateriales que la sociedad valora sobre la base de sus experiencias cognitivas, estéticas, recreativas y espiritua-

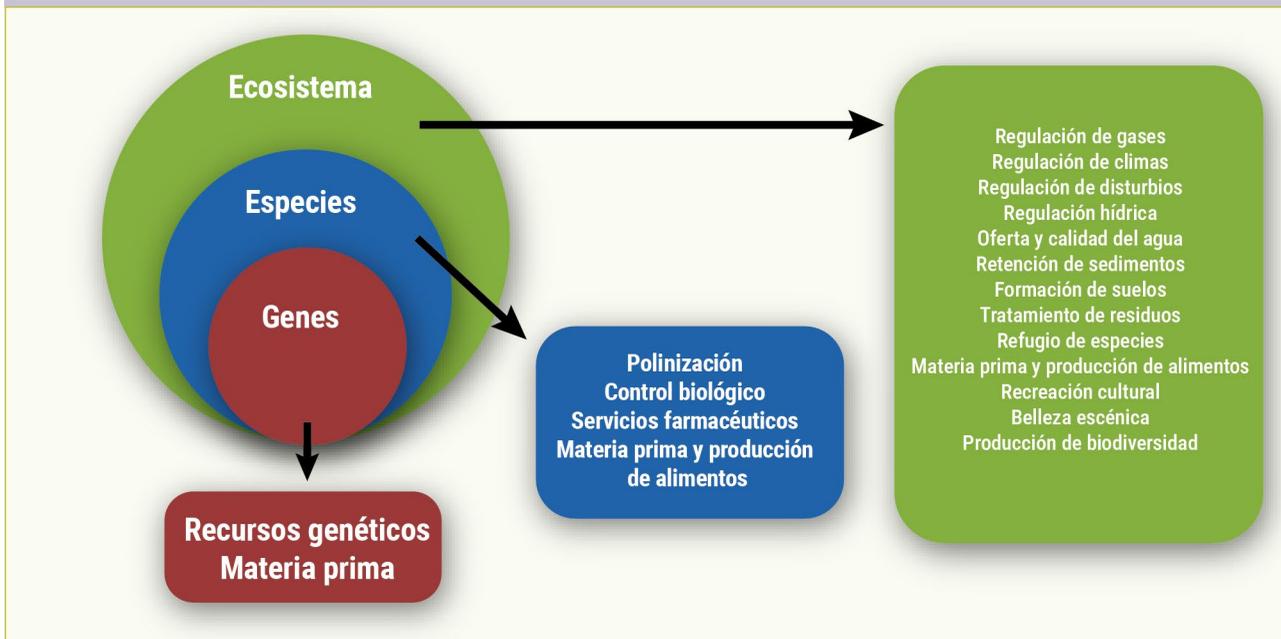
les, las que se relacionan con atributos particulares de la biodiversidad, como puede ser la apreciación y disfrute de los paisajes, las bellezas naturales y la vida silvestre en ambientes naturales. Por último, los servicios de soporte

Figura 2. Los servicios de los ecosistemas y su relación con el bienestar humano



Fuente: Pujol Lereis, 2007 en Fracassi et al. 2013.

Figura 1. Estructura analítica para los servicios que ofrece la diversidad biológica en los diferentes niveles jerárquicos



Fuente: Adaptado de Barrantes 2001 en Fracassi et al., 2013.

son aquellos que sostienen la producción de los demás servicios ecosistémicos, por ejemplo, la producción primaria, la concentración de oxígeno, la estructuración del suelo y el ciclado de nutrientes. Estas cuatro categorías de servicios ecosistémicos se encuentran estrechamente relacionadas, por lo que la pérdida de biodiversidad y la degradación de los ecosistemas, tanto naturales como manejados, atentan contra la provisión de tales servicios.

¿Qué es la biodiversidad agrícola?

La biodiversidad agrícola comprende la variedad de especies de animales, plantas y microorganismos a nivel genético y específico. Es resultado de la intervención humana, que comenzó aproximadamente hace 13.000 años, luego de la última glaciación.

Los cultivos evolucionaron junto con las sociedades humanas como resultado de la domesticación y selección de especies silvestres y de las transformaciones sufridas por los sistemas productivos. Sin embargo, en la actualidad, cerca de un cuarto de las especies terrestres se encuentra en peligro de extinción por efecto de las actividades humanas. Este conjunto incluye especies que dieron origen a plantas cultivadas y animales domésticos, junto con sus variedades y razas locales. Tal pérdida de biodiversidad pone en riesgo la seguridad alimentaria global, ya que no sólo incrementa la susceptibilidad de los sistemas agrícolas ante la incidencia de plagas y patógenos, las invasiones biológicas y el cambio climático, sino que también reduce la diversidad genética sobre la que podría sustentarse una mejora de los cultivos y animales domésticos. En este contexto, la mitigación del impacto ambiental de la agricultura sobre la biodiversidad y los procesos ecológicos asociados exige acciones específicas de conservación, restauración y manejo que sean diseñadas para cada agroecosistema en particular.

¿Por qué la biodiversidad es importante para la agricultura?

Más de la mitad del PIB mundial se genera en sectores que son alta o moderadamente dependientes de los servicios que brindan los ecosistemas, como la polinización, la filtración de agua y la provisión de materias primas. El capital natural renovable, que incluye activos “de la tierra” -como los bosques y suelos agrícolas- y los denominados activos “azules” -como los recursos pesqueros y los manglares- representa el 23% de la riqueza de los países de ingresos bajos y el 10% en los países de ingresos medianos a bajos.

La biodiversidad es esencial para la agricultura por sus dos aportes fundamentales: los recursos genéticos y los procesos ecológicos que sostienen la productividad. La biodiversidad presente en los agroecosistemas sostiene las interacciones bióticas entre especies y con el ambiente, los recursos genéticos y la dinámica de los ciclos biogeoquímicos. A su vez, estos procesos ecológicos interactúan con el manejo de los sistemas agropecuarios por parte de las comunidades rurales. Así, la biodiversidad resulta fundamental para sostener la productividad de los agroecosistemas, la seguridad alimentaria, el desarrollo sostenible y la provisión de servicios ecosistémicos para las sociedades humanas desde el nivel local al mundial. La diversidad de plantas y animales adaptados a condiciones locales aseguran la viabilidad socioeconómica de los agricultores ante cambios de condiciones climáticas, incidencia de plagas y enfermedades. Además, la biodiversidad agrícola muchas veces juega un rol cultural importante, por ejemplo, en la herboristería tradicional.

En los agroecosistemas es posible identificar dos componentes de la biodiversidad. Esta clasificación agrupa a las especies desde una perspectiva centrada en la producción agropecuaria. Uno de estos elementos, denominado *biodiversidad planificada*, está directamente involucrado en la determinación de la productividad. Incluye a todas las especies de plantas cultivadas y animales domésticos que los productores introducen y manejan en los agroecosistemas con un propósito productivo.

El segundo componente, llamado *biodiversidad asociada*, incluye a todas las especies que están presentes de manera espontánea en los agroecosistemas. A su vez, este componente puede ser clasificado en función de los efectos que tales especies ejercen sobre la producción. Algunas de ellas contribuyen positivamente a la productividad agropecuaria, pero lo hacen en forma indirecta, sin que sea necesaria la intervención de los productores. Esta categoría incluye, por ejemplo, la flora y fauna del suelo, responsables de la descomposición de la materia orgánica, y los insectos benéficos que polinizan los cultivos o regulan las poblaciones de plagas insectíles. Por otro lado, se reconoce una parte de la biodiversidad asociada que reduce la productividad de los agroecosistemas. Integran este grupo las especies de malezas, las plagas animales y los microorganismos patógenos. Éstos son el blanco de prácticas de manejo orientadas a disminuir su abundancia y, en consecuencia, a evitar la reducción de los rendimientos, con efectos a veces nocivos sobre especies que no constituyen el blanco de tales acciones.

¿Cómo lograr sistemas productivos que fomenten la gestión de la biodiversidad?

La expansión y la intensificación de los sistemas productivos agropecuarios han provocado una degradación y pérdida de hábitats naturales, así como una reducción de la biodiversidad terrestre. En consecuencia, se han visto alteradas también muchas de las funciones ecológicas asociadas. Sin embargo, la agricultura puede ser parte de una solución a través del diseño integral de sistemas productivos sostenibles, sean éstos convencionales, regenerativos, holísticos o agroecológicos. Éstos deberían satisfacer la demanda presente y futura de bienes y servicios agropecuarios producidos con menor impacto ambiental, garantizando la equidad social, la viabilidad económica de las comunidades rurales, el acceso a mercados más restrictivos en términos de trazabilidad y buenas prácticas sobre los recursos naturales, manteniendo

la capacidad productiva y la integridad de los agroecosistemas y los territorios donde se desarrollan.

En el diseño de sistemas agropecuarios sostenibles que mantengan una mirada integral de los procesos ecológicos juega un rol central la gestión de la biodiversidad. Esto permite responder a la demanda de los distintos sectores de la sociedad para restaurarla y conservarla en los ambientes productivos aportando también a la conectividad a escala regional de las especies. En estos nuevos escenarios, el sector agropecuario y los consumidores en su conjunto tienen un rol central. Las personas involucradas -tanto directamente en la producción como aquellas que habitan las zonas rurales- desempeñan un rol clave como custodios de la biodiversidad en los paisajes rurales. Es necesario tomar conciencia del importante rol que prestan las comunidades rurales en la conservación de la biodiversidad y los recursos naturales que sostienen la producción agropecuaria.



De la ecorregión al paisaje: escalas para el abordaje de la biodiversidad

■ **Biol. Dra. A. Sofía Nanni**
Instituto de Ecología Regional (IER, CONICET, UNT)

Una frase habitualmente utilizada para destacar la necesidad de comprender los factores que influyen sobre los ambientes naturales señala que “sólo se protege y se conserva lo que se conoce y se valora”. Esto implica que la conservación de la naturaleza y sus recursos para las presentes y futuras generaciones debe basarse, en primera instancia, en el conocimiento de los procesos ecológicos que la rigen y su relación con otros factores (sociales, económicos y culturales). En otras palabras, es fundamental el entendimiento de la situación ambiental o socioambiental (un término más adecuado, ya que reconoce el estrecho vínculo entre ambiente y sociedad).

Pero la situación socioambiental de una región no es una, sino muchas, porque depende de la unidad ambiental de interés. Detrás de esta idea, un concepto clave es el de *escala*, o nivel espacial o temporal en el que un fenómeno de interés ocurre o es descripto. La escala a la que deberemos explorar un determinado atributo relacionado con la conservación de la biodiversidad dependerá de nuestro objetivo: por ejemplo, algunos proyectos, como, la restauración de una cortina, pueden abordarse a escala de predio o de paisaje, mientras que la identificación de sectores de conservación prioritarios, por ejemplo, en el Chaco, deberá abordarse a escala ecorregional. En esta sección exploraremos dos unidades de especial relevancia para el abordaje de la biodiversidad, los procesos que la originan y los factores que la afectan: la *ecorregión* y el *paisaje*.

Ecorregiones

Una ecorregión es un territorio geográficamente definido en el que dominan condiciones ambientales (geomorfología, suelo, clima, etc.) relativamente uniformes, y que, por lo tanto, definen determinadas comunidades naturales o semi naturales que comparten la gran mayoría de sus especies y dinámicas ecológicas. A diferencia de los biomas, las ecorregiones, además, presentan continuidad geográfica. Por su tamaño, su coherencia espacial y su relativa homogeneidad ecológica y biofísica, las ecorregiones constituyen un nivel de organización biológica apropiado para analizar,

evaluar y planificar la conservación del ambiente a nivel regional y nacional.

En general, las características ambientales que definen los límites de las ecorregiones (por ejemplo, clima, suelo) condicionan los usos de la tierra. Por esta razón, la caracterización de usos de la tierra también se puede basar en las ecorregiones como referencia. Por ejemplo, la agricultura mecanizada extensiva tiene mayor incidencia en ecorregiones llanas de suelos fértiles, como las Pampas, antes que en ecorregiones áridas y montañosas, como la Puna o los Altos Andes.

La Argentina está subdividida en 18 ecorregiones, de las cuales 15 corresponden al área continental y 3 al área marítima. Las diferentes ecorregiones varían en sus niveles de protección y transformación, lo que sumado a la enorme heterogeneidad ecológica promueve diferentes presiones ambientales en cada una de ellas. Típicamente, la superficie de las ecorregiones se encuentra en el orden de millones de hectáreas, aunque hay entre ellas diferencias de tamaño significativas. Considerando todas las ecorregiones terrestres argentinas, una evaluación basada en criterio experto publicada en la revista *Ecología Austral* identificó a la ganadería y la agricultura comerciales a gran escala como las principales presiones asociadas al uso de la tierra de mayor impacto, encontrándose dentro de las tres presiones principales en alrededor de 8 de las 15 ecorregiones terrestres del país (figura 3). Esto refleja la enorme incidencia de las actividades productivas a gran escala, principalmente en ecorregiones llanas de suelos de alta calidad, como las Pampas, el Espinal, y más recientemente el Chaco Seco y el Chaco Húmedo. Al mismo tiempo, cada ecorregión mostró un conjunto distintivo de presiones asociadas al uso de la tierra dominante, lo cual refleja cómo en un país extenso y diverso como la Argentina son necesarias distintas estrategias de conservación que atiendan a las situaciones particulares de las distintas ecorregiones.

Finalmente, otro aspecto importante es que los límites político-administrativos de nuestro país, en el marco de los cuales se toman usualmente muchas decisiones, no necesariamente coinciden con los límites ecorregionales: por ejemplo, el artículo 14 de la Constitución Nacional Argentina, en su reforma de 1994, determina que la soberanía de los recursos naturales es de cada provincia, por lo cual, la gestión y la legislación relacionada a los mismos se realiza a este nivel, mientras que típicamente una misma ecorregión involucra distintos sectores de distintas provincias en mayor o menor medida. Esta situación ilustra la necesidad de planificar el uso de la tierra mediante instrumentos aplicables a una escala que exceda a la provincial.

Paisajes

El área geográfica que abarcan las ecorregiones es demasiado extensa para la toma de decisiones o el entendimiento de procesos ecológicos o socioecológicos que tienen lugar a nivel local. Por ello, en muchos casos, como en la planificación para la conservación de la biodiversidad en sistemas productivos, resulta más útil el abordaje a nivel de *paisaje*.

Un paisaje se define como un mosaico espacial de componentes biofísicos y socioeconómicos que interactúan entre sí (por ejemplo, representado por diferentes tipos de coberturas y usos de la tierra, como bosques, cuerpos de agua, áreas urbanas, áreas productivas) y actores sociales asociados. Si bien teniendo en cuenta esta definición, las ecorregiones podrían considerarse también paisajes, la diferencia radica en la escala a la que los procesos y componentes de ambas categorías operan. Típicamente, una ecorregión involucra diversos paisajes.

Los paisajes productivos pueden ser más simples o más complejos, en función de las características de los usos y manejos de la tierra que tengan lugar en ellos. Esta complejidad puede definirse sobre la base de tres atributos: la *composición*, la *configuración* (ambos vinculados a la estructura del paisaje) y la *conectividad* (figura 4). La *composición* del paisaje se refiere a la cantidad de cada cobertura/uso de la tierra. La *configuración* involucra la disposición o arreglo espacial de las distintas coberturas/ usos de la tierra, mientras que la conectividad es el grado en el que el paisaje facilita o dificulta el movimiento entre parches de recursos. La conectividad, entonces, involucra a la *conectividad estructural*, que considera las características físicas que pueden permitir o dificultar el movimiento, mientras que la *conectividad funcional*, se refiere al movimiento o flujo específico de organismos de interés entre o a través de las distintas coberturas.

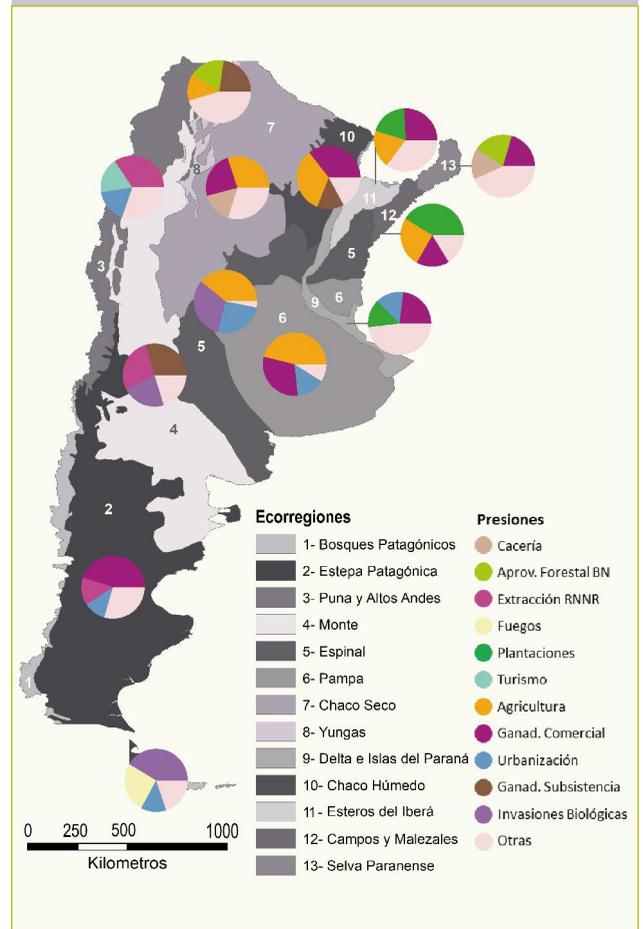
Elementos del paisaje: parches, corredores y matriz

Desde la perspectiva de la conservación y la ecología, los paisajes productivos presentan tres elementos estructurales principales: la matriz, los parches y los corredores. La matriz es el elemento paisajístico más extenso y conectado; es decir, el tipo dominante de cobertura/uso de la tierra en el paisaje. Por lo tanto, este elemento determina buena parte de la dinámica de los paisajes (en la figura 3 puede observarse que la matriz corresponde a cultivos de distinto tipo).

Un parche representa un área homogénea de un cierto tipo de cobertura/uso de la tierra distinto de la matriz (por ejemplo, los remanentes de bosque de la figura 3), con características específicas como tamaño y forma, en general considerado más apto para proveer hábitat a los distintos organismos.

A su vez, los corredores son áreas generalmente alargadas que conectan dos o más parches y que, en general, presentan una composición, estructura y funcionalidad que se asemejan a la de los parches que unen antes que a la matriz (por ejemplo, los bordes de cultivo y la cortina de remanentes de bosque de la figura 4).

Figura 3. Representación de las presiones principales y su incidencia relativa, y de la sumatoria de las incidencias relativas de las presiones restantes ("Otras") en cada una de las ecorregiones terrestres de la Argentina



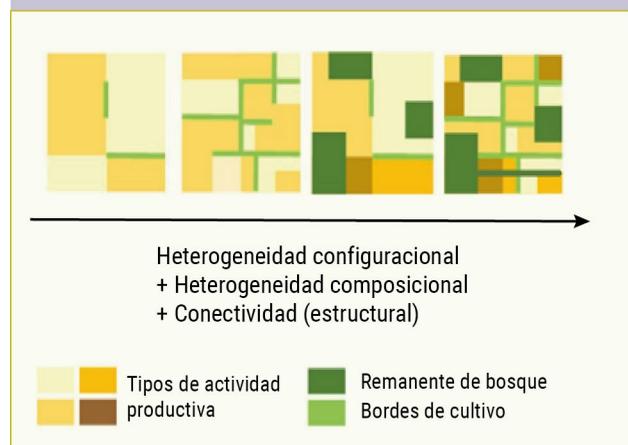
Referencias: Ganad. Comercial: Ganadería Comercial; Urbanización: Urbanización e Infraestructura; Ganad. Subsistencia: Ganadería de Subsistencia; Extracción RNNR: Extracción de Recursos Naturales No Renovables; Aprov. Forestal BN: Aprovechamiento Forestal de Bosques Nativos; Fuegos: Fuegos de Origen Antrópico. Fuente: Tomado de Nanni et al. (2020).

Es importante tener en cuenta que la estructura del paisaje (determinada por estos elementos y su disposición en el espacio) está estrechamente ligada a su capacidad para conservar la biodiversidad y otros servicios ecosistémicos. Sin embargo, otros aspectos, como el manejo y gestión del paisaje también son esenciales para garantizar su sostenibilidad.

Paisajes multifuncionales

A través del tiempo, se ha establecido que la multifuncionalidad es una característica deseable en los paisajes productivos. Entendemos como *paisajes multifuncionales* a aquellos que pueden cumplir con distintos objetivos y funciones simultáneamente. Típicamente, estos paisajes integran y combinan diferentes usos del suelo, como agricultura, conservación y desarrollo de infraestructura de manera sostenible para maximizar beneficios ambientales, sociales y económicos. De este modo, buscan optimizar la coexistencia de actividades humanas y usos del suelo variados, promoviendo una sinergia entre la producción de alimentos, la conservación de la biodiversidad, la recreación y otros servicios ecosistémicos. En lugar de enfoques sectoriales, se centran en la integración para lograr un equilibrio sostenible entre las necesidades humanas y la conservación del medio ambiente.

Figura 4. Representación de paisajes con menor (izquierda) y mayor (derecha) heterogeneidad composicional y configuracional, y conectividad estructural



Fuente: Adaptado de Fahrig et al. 2011.

Gestión de la biodiversidad en establecimientos productivos CREA

Ing. Agr. Federico G. Fritz

Proyecto InBioAgro, Área de Ambiente, Unidad de Investigación y Desarrollo (CREA). Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.

Desde el Área de Ambiente de la Unidad de Investigación y Desarrollo de CREA, en el año 2021 se creó el proyecto InBioAgro, con el objetivo de incorporar la conservación de la biodiversidad como meta dentro de los establecimientos de los productores de la Red CREA, entendiendo que la preservación de la flora y la fauna dentro de los campos es fundamental, no sólo por su valor intrínseco sino también para la propia sostenibilidad de las actividades productivas en el largo plazo.

Hoy en día, los productores carecen de mecanismos y herramientas que les permitan incorporar mejoras en el manejo y soluciones innovadoras para lograr una producción más sostenible. Para ello, desde InBioAgro, se busca identificar de manera conjunta las prácticas a escala de establecimiento que resulten más adecuadas para mantener y mejorar la biodiversidad, según el mejor conocimiento científico-técnico disponible. En este contexto, entendemos a las buenas prácticas agropecuarias como instrumentos que establecen los mejores modos de llevar a cabo la producción sostenible.

Desde sus inicios, el abordaje del proyecto contó con una perspectiva transdisciplinaria, a partir del aporte e intercambio con expertos en Biodiversidad, en su mayoría, biólogos de diferentes instituciones que son verdaderos referentes en el tema, como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), institutos del CONICET como el Instituto de Ecología Regional (IER-UNT) de Tucumán, el IFEVA de la Facultad de Agronomía de la UBA, y distintas ONG como Fundación Vida Silvestre, The Nature Conservancy, ProYungas y Aves Argentinas. La interacción entre productores y asesores CREA con expertos en Biodiversidad nos desafía a diseñar y evaluar una metodología más integral y participativa para abordar esta temática en las diferentes regiones del país y contribuir a lograr sistemas productivos más sostenibles.

Conforme a la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, el proyecto InBioAgro CREA contribuye en mayor medida con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2

(“Poner fin al hambre”), 12 (“Garantizar el consumo y la producción sostenible”), 13 (“Adoptar medidas contra el Cambio Climático”) y 15 (“Gestionar sosteniblemente los ecosistemas terrestres”). Al mismo tiempo, está alineado con las metas 7 y 10 (ver capítulo 8) del Marco de Biodiversidad adoptado por el Convenio sobre la Diversidad Biológica de Naciones Unidas celebrado en 2022 en Montreal, Canadá. También aporta a los ejes 1, 2, 3, 4 y 6 de la Estrategia Nacional de Biodiversidad (2025-2030).

El objetivo general del proyecto es diseñar estrategias concretas (desarrollos en espacios de conservación y prácticas de manejo) y realizables para la mejora de la biodiversidad en los establecimientos CREA. Para alcanzar esta meta, se desarrolló una metodología de trabajo participativo y de colaboración (ver infografía en pág. siguiente) que comienza con (1) la realización de una autoevaluación y una primera caracterización del campo, que son utilizadas en los talleres interdisciplinarios donde se definen estrategias y necesidades para implementar mejoras en los establecimientos. El foco de las estrategias para la gestión de la biodiversidad está puesto alrededor de dos ejes principales: los espacios de conservación y las prácticas de manejo. El proceso continúa con la definición de un protocolo de monitoreo y la realización del muestreo (2) de los dife-

rentes grupos biológicos presentes en los espacios de conservación (mamíferos, aves, polinizadores, anfibios, macro y microartrópodos del suelo y de la vegetación) en función de la ecorregión y del sistema productivo para lograr la definición de una línea de base en cada establecimiento.

En virtud del informe de línea de base se definen objetivos para la conservación de la biodiversidad (3) y se diseñan e implementan (4) estrategias de mejora en los espacios de conservación presentes en el campo y en las prácticas de manejo. Luego se identifican indicadores (5) para evaluar el estado de la biodiversidad y el impacto de esas mejoras en el tiempo, para lo cual también se desarrollan protocolos de monitoreo de mediano y largo plazo. Estos indicadores resultan de importancia a la hora de comunicar los resultados de la gestión de los agroecosistemas a los agentes no relacionados.

Tanto las buenas prácticas agropecuarias como los indicadores pueden ser ajustados o modificados en virtud de dos factores: (a) la generación de nuevo conocimiento científico-técnico (que determine que una nueva práctica es mejor que otra para mantener o mejorar una característica o funcionalidad de alguna dimensión) y (b) la evolución de las demandas del hombre en relación a la producción agropecuaria.



InBioAgro: biodiversidad para una

¿Cómo lo hacemos?

1

Identificar espacios de conservación y prácticas de manejo que impactan en la biodiversidad.



2

Monitorear la biodiversidad para establecer una línea de base.



¿Por qué conservar la biodiversidad?



Evitar la extinción de especies
Muchas especies están amenazadas. Si no actuamos, podrían desaparecer.



Patrimonio natural y cultural
Es parte de lo que somos y del legado a las próximas generaciones.



Equilibrio ecosistémico
Garantiza el funcionamiento y equilibrio de los ecosistemas, incluyendo a las actividades productivas.

¿Dónde trabajamos?

- Región NOA - NEA
- Región CENTRO
- Región CUYO
- Región PAMPEANA



producción sostenible



3

Definir objetivos de biodiversidad y poponer aspectos de mejora.



4

Diseñar e implementar estrategias de manejo y las mejoras propuestas en cada campo.



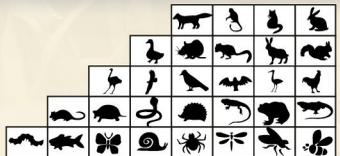
5

Evaluar el desempeño de las mejoras implementadas, a través de indicadores de fácil medición.

¿Cómo son los atributos ecológicos de cada paisaje productivo?

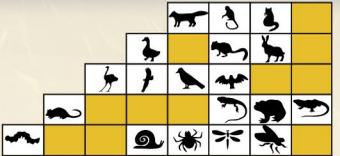
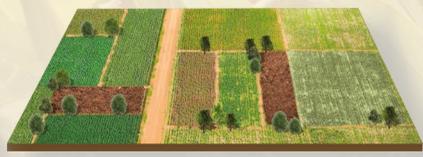
Paisaje multifuncional

- ✓ Muchas cadenas tróficas
- ✓ Ciclado dinámico
- ✓ Funciones completas



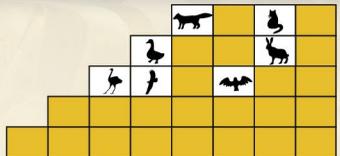
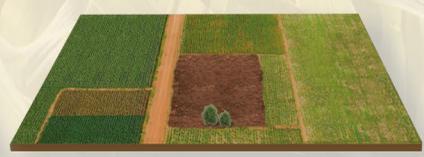
Paisaje agrícola más especializado

- ✓ Menos cadenas tróficas
- ✓ Ciclado menos dinámico
- ✓ Funciones reducidas



Paisaje muy simplificado (monocultivo)

- ✓ Muy pocas cadenas tróficas
- ✓ Dificultad de ciclado
- ✓ Funciones deprimidas



(Adaptado de van Koesveld, 2022)



¿Quiénes participan?

Los productores CREA participan de InBioAgro comenzando por un taller inicial realizado en función de la ubicación de sus establecimientos y de su interés en la temática. A nivel país delimitamos cinco macrorregiones: Chaco, Litoral, Pampa (Centro), Cuyo y Patagonia, las cuales involucran a las 19 Regiones CREA (definidas por las características edafoclimáticas y afinidad productiva). En la actualidad, hay todo un espectro de productores y asesores CREA que ya están participando en algunas de las líneas de trabajo bajo la temática de Biodiversidad, por ejemplo, de talleres virtuales y presenciales que se realizan desde 2021, particularmente en las regiones chaqueña y pampeana.

Con respecto a los investigadores y expertos en Biodiversidad, CREA participa desde hace muchos años de diversos proyectos de investigación junto con grupos de investigación de INTA, FAUBA, IER CONICET-UNT, UNRN, entre otros. En 2021 se realizaron 27 entrevistas a expertos en la materia para hacer un primer relevamiento de indicadores a campo. Asimismo, en 2021 y 2022 se llevaron adelante talleres virtuales y presenciales en conjunto con INTA, FAUBA y The Nature Conservancy (TNC), los cuales tuvieron una repercusión altamente positiva entre los participantes, quienes destacaron la necesidad de continuar trabajando activamente en la dirección de un plan consensuado para gestionar la biodiversidad en los establecimientos productivos.

Entre los años 2023 y 2025 se llevaron adelante dos temporadas de monitoreo de biodiversidad en 25

campos CREA, 12 de los cuales pertenecían a la región Chaqueña y Espinal, y 13 a la región Pampeana.

Resultados esperados

El proyecto InBioAgro permitió crear una red de expertos en Biodiversidad vinculados a los sistemas de producción y definir estrategias de manejo concretas y factibles para los sistemas productivos agrícolas y ganaderos insertos en el paisaje con el objetivo de mejorar el estado de la biodiversidad.

Durante el proceso se elaboraron dos protocolos de monitoreo, uno para la región chaqueña y otro para la región pampeana (ver capítulo 4). El análisis de los datos recolectados contribuirá a definir indicadores que permitan evaluar el estado de la biodiversidad en los paisajes rurales y a evaluar las mejoras implementadas en cada establecimiento. Para ello será necesario validar una metodología de trabajo que permita sensibilizar y escalar los objetivos y resultados de este proyecto a otros productores agropecuarios y también a actores de otros sectores que estén interesados en la temática.

Conclusiones

InBioAgro surge como una propuesta orientada a generar conocimiento y experiencias a escala territorial allí donde se establece la posibilidad de reconstruir los sistemas de producción de alimentos de la mano de la conservación de la biodiversidad. Dada la importancia que reviste esta temática para los sistemas agrícolas y ganaderos en las diferentes regiones, entendemos que el proyecto podría generar información crucial para la construcción de nuevos modelos productivos más sostenibles.

2 Espacios de conservación en los paisajes productivos



- **Biól. M. Sc. Natalia G. Fracassi**
E.E.A. Delta del Paraná, CRBAN. (INTA)
- **Lic. Biod. Dra. Noelia C. Calamari**
EEA PARANA, Entre Ríos (INTA)
- **Biol. Dra. Romina P. Suárez**
IRB, INTA-CNIA Castelar (INTA)
- **Biól. M. Sc. PhD Gregorio Gavier**
Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales,
Córdoba (INTA-CONICET)
- **Ing. Agr. PhD Daniel Somma**
E.E.A. Delta del Paraná, CRBAN. (INTA)

Una gestión de la biodiversidad tendiente a lograr sistemas productivos sostenibles debe fundamentarse en prácticas agropecuarias que combinen acciones de manejo a escala de lote, sector, establecimiento y paisaje orientadas a mejorar tanto la biodiversidad planificada como la biodiversidad benéfica asociada.

Una forma de lograr esa calidad de manejo es a través de la conservación, restauración y/o creación de espacios con flora nativa que desempeñen funciones específicas para la biodiversidad. De este modo, se propenderá al diseño e implementación de agroecosistemas multifuncionales que permitan incrementar la sostenibilidad del sistema en su conjunto.

El presente artículo propone, como parte de la gestión de la biodiversidad en los agroecosistemas, la implementación de espacios de conservación. Como se detallará

más adelante, esta propuesta contribuye al diseño de paisajes productivos con objetivos múltiples, que involucran a actores clave del territorio, funciones ecosistémicas y una diversidad de miradas para la provisión de servicios ecosistémicos esenciales para la sociedad y el agro.

Espacios de conservación en agroecosistemas

Los espacios de conservación son ambientes naturales¹, seminaturales² o artificiales de los establecimientos productivos que promueven la conservación de la biodiversidad a través del mantenimiento, restauración o incluso, creación de hábitats, y del fomento de recursos específicos (alimento, refugio, agua) para diversos grupos de flora y fauna.

Los espacios de conservación pueden asumir diversos tamaños, formas y composiciones, dependiendo de las funciones ecosistémicas que se busque promover y de los objetivos que el productor agropecuario plantee en sus planes de gestión sobre conservación o promoción de la biodiversidad.

A escala local, estos espacios pueden ofrecer hábitat temporal o permanente para diferentes especies o bien algunos de los recursos requeridos por ellas en función de su historia de uso y sus características estructurales (tamaño, composición y configuración espacial). Sin embargo, tales características y la biodiversidad asociada también se verán afectadas por su ubicación en el paisaje y en la región (el entorno o matriz de paisaje circundante, los tipos de ambientes o usos del suelo), la superficie que abarque el espacio analizado (parche), su historia de uso y las prácticas locales de manejo.

De manera que, si estos espacios se planifican contemplando su estructura y el contexto regional y de paisaje, pueden también reducir el efecto de “fragmentación” de los ambientes naturales, optimizar la conectividad funcional de diferentes especies, reducir la distancia entre áreas remanentes o áreas naturales protegidas y mejorar el flujo de individuos entre ellas.

Espacios de conservación en paisajes integrados de biodiversidad

Existen dos visiones prevalentes acerca del modo de conservar e integrar la biodiversidad en los agroecosistemas a diversas escalas, y de seleccionar o ubicar estos espacios de conservación.

Una visión propone la *estrategia de usos separados* (también conocida como *landsparing*), que sugiere dividir las áreas destinadas a conservar la biodiversidad de las áreas bajo manejo productivo dentro del paisaje agropecuario. Por ejemplo, a gran escala, las áreas para la biodiversidad podrían ser reservas o parques nacionales rodeados de cultivos o pasturas. A escalas espaciales menores, las áreas para la biodiversidad podrían ubicarse en un lote o sectores de un lote.

Un aspecto clave del uso separado es que los espacios de conservación no deben ser sometidos al manejo productivo, a fin de garantizar un hábitat de mejor calidad y una biodiversidad elevada. Por su parte, las áreas o lotes productivos comprenden sistemas muy intensivos con altos rendimientos que compensan la falta de producción de las áreas de conservación. Este sistema asume que la frontera agropecuaria está estabilizada (que cada espacio es estático en el tiempo), es decir, que la expansión de las áreas productivas no avanza sobre los espacios de conservación.

La segunda visión propone una *estrategia de uso compartido* (conocida como *landsharing*). En este sistema la biodiversidad ocupa el mismo espacio en que se desarrolla la producción agropecuaria. Podría ser el caso de una plantación de café o de cacao donde los árboles son dispuestos bajo el dosel de la selva. Otro ejemplo son los sistemas silvopastoriles, en los que la producción ganadera extensiva se desarrolla en bosques nativos, donde, a su vez, se reduce la cobertura de arbustos para propiciar el crecimiento de herbáceas. En algunos casos, incluso, se siembran pasturas tratando de mantener una estructura del bosque que conserve sus funciones vitales.

En este sistema de uso compartido -donde la producción podría no ser tan intensiva- el área en producción debe ser comparativamente mayor, respecto del área de conservación para obtener similares rendimientos que en el área separada.

Existen diversos argumentos a favor y en contra de cada propuesta. Algunos estudios han establecido que los sistemas de uso separado permiten un desarrollo de biodiversidad mayor que los de uso compartido, ya que favorecen la presencia de especies que demandan hábitats de grandes superficies (especies raras o de gran tamaño) o sin disturbios humanos. Esto sería posible siempre y cuando el tamaño de los espacios de conservación sea suficientemente extenso para mantener poblaciones viables de esas especies. Además, en el sistema de uso separado las áreas

¹ Ambiente natural: es un área que no ha sido significativamente modificada por la acción del ser humano y conserva aún las características del bioma o ecorregión a la que pertenece.

² Ambiente seminatural: es un área modificada o creada por actividades humanas, que puede poseer características similares a las de un ambiente natural. Puede tratarse de hábitats creados artificialmente, donde se desarrollan procesos ecológicos de manera natural y que pueden hospedar especies de plantas y animales autóctonos que son encontrados comúnmente en la región.

productivas reciben una menor influencia de los beneficios provistos por algunas especies de la biodiversidad, además de ser más vulnerables a procesos erosivos y depender de un uso excesivo de productos agroquímicos.

Por su parte, el uso compartido -dependiendo del manejo- sólo permitiría la presencia de especies comunes y generalistas, adaptadas a vivir en hábitats con cierto grado de disturbio, pero no protegería a especies raras o amenazadas. Sin embargo, este sistema incluye y hace uso de los servicios ecosistémicos de la biodiversidad, como la polinización y el control de potenciales plagas por parte de aves e insectos.

Recientemente, se ha propuesto una visión que integra ambas perspectivas para que sus beneficios compensen las limitaciones de cada sistema por separado. Esta visión integradora propone *Paisajes integrados de conectividad*. Este agroecosistema posee espacios de conservación sin uso y de diferentes tamaños. Encierra áreas de producción intensiva combinadas con sistemas compartidos de baja intensidad. En las áreas intensificadas se propone el uso de los pequeños espacios de conservación con vegetación espontánea, como banquinas, bordes de lotes, bordes de alambrados, curvas de nivel o franjas vegetadas con vegetación espontánea o natural remanente. De esta forma, los espacios de conservación contendrían individuos de diferentes especies, capaces de proveer servicios ecosistémicos a las áreas intensivas circundantes y constituirse en una fuente de nuevos individuos que se dispersen por el paisaje a través de las áreas de uso compartido y los elementos lineales en las áreas intensificadas. De este modo, las áreas de uso compartido proveerían servicios ecosistémicos a las áreas de producción intensiva.

El paisaje integrado de conectividad propone una diversidad de usos en agroecosistemas y de elementos del paisaje con espacios de conservación y de manejo a diferentes escalas, pero dispuestos con un diseño que permite conectar los espacios de conservación entre sí y con las áreas productivas.

Para evaluar si el paisaje del agroecosistema donde se encuentra un establecimiento y los espacios de conservación están integrados y conectados, se puede tomar el Modelo de Forman (1995), que considera a los paisajes como un mosaico compuesto por tres elementos: los parches, los corredores y la matriz. Este modelo, llamado de Parche-Corredor-Matriz, tiene foco en la composición geográfica de los paisajes donde cada elemento tiene características, formas y funciones específicas. La matriz (el elemento dominante) sería el área productiva del establecimiento y su entorno, mientras que los parches (elementos minoritarios) serían los es-

pacios de conservación que, conectados mediante corredores, mantendrían la integridad del paisaje.

Entonces, los Espacios de Conservación en Agroecosistemas propuestos por INTA contribuirían a la implementación de un agroecosistema multifuncional o “paisaje integrado de conectividad”. Sin embargo, la funcionalidad de estos espacios depende de acciones de manejo a diferentes escalas, por lo que, incluso en predios de pocas hectáreas podrían implementarse espacios de conservación pequeños que, debido a su distancia respecto de otros, permitan generar un paisaje integrado de conectividad a escalas espaciales mayores.

En este sentido, estudios científicos demuestran que, incluso pequeños espacios de conservación permiten mantener una proporción sustancial de la biodiversidad original y especies benéficas para la agricultura y la producción en general. Estas áreas podrían denominarse *Islas de biodiversidad*, ya que poseen una elevada diversidad biológica dentro de paisajes manejados prioritariamente para la producción. Estas islas pequeñas y grandes de biodiversidad actúan como refugios, áreas protegidas o reservas dentro del paisaje y presentan una riqueza de biodiversidad que supera ampliamente la del paisaje productivo circundante (agroecosistema). Detectarlas en los establecimientos podría resultar crucial.

El arreglo de ubicaciones, tamaños y formas de los espacios de conservación y sus características intrínsecas aportará a diferentes grupos y tamaños de especies, por lo que caracterizar y definir previamente los ambientes y especies blanco del espacio de conservación resulta de vital importancia.

Espacios de conservación seminaturales

Parques o áreas multifuncionales: son áreas pequeñas (0,25-2 hectáreas) integradas en un establecimiento con vegetación natural o cultivada. Suelen abarcar parte de un campo, por ejemplo, el parque del casco del establecimiento, un vivero, monte frutal o una huerta.

Parches seminaturales (o refugios): son áreas pequeñas dentro de un establecimiento, donde hay vegetación espontánea, ya sea nativa o exótica. Su tamaño puede variar entre 1 y 5 hectáreas.

Bordes de cultivo o de alambrado: franjas de vegetación nativa o espontánea ubicadas en los bordes de cultivos o alambrados. Generalmente tienen un ancho de 3 a 6 metros.

Franjas vegetadas o naturales: franjas con vegetación espontánea o implantada en lotes de cultivos. Tienen un ancho de 6 a 12 metros y una longitud de 200 a 400 metros.

Supuestos básicos

- Espacios de conservación grandes y conectados permiten albergar mayor biodiversidad que áreas pequeñas y aisladas.
- La presencia y permanencia de especies de flora o fauna en los espacios de conservación no depende únicamente del manejo a escala de sitio, sino también de la matriz del paisaje (por ejemplo, del uso de agroquímicos) y de su conectividad o fragmentación, que favorece la conexión de ese espacio de conservación con otros similares.
- El tiempo de implementación de los espacios de conservación puede influir en la presencia o permanencia de ciertas especies.

Bordes de caminos rurales (veredas): franja de vegetación en los bordes de caminos y préstamos. El ancho puede variar considerablemente, desde 2 a 40 metros.

Terraplenes o bordes de vías férreas: franjas de vegetación espontánea ubicadas en los bordes de las vías férreas. Suelen tener una longitud considerable, atravesando grandes trayectos.

Cortinas: refiere a árboles ubicados linealmente, también conocidos como trincheras. Pueden formar parte de un establecimiento o paisaje.

Cercos vivos: plantaciones en línea utilizadas para separar parcelas que, por lo general, forman parte de un lote.

Espacios de conservación naturales

Parches naturales (o refugios): áreas pequeñas de vegetación nativa (< 1-5 ha), ya sean remanentes del ambiente original o una porción natural restaurada o enriquecida con plantas nativas que puede funcionar como hábitat para la fauna. Pueden estar asociadas a humedales temporales o semipermanentes o bien formar parte de un lote con rendimientos limitados. Su superficie puede abarcar parte de un establecimiento o predio.

Áreas naturales: extensiones naturales de mayor superficie (> 5 ha) que representan el ambiente natural de una ecorregión. Pueden ser delimitadas como reservas, áreas protegidas o zonas que requieren un manejo especial, con presencia de parches de diferentes ambientes y tamaños. Comprenden parte de un establecimiento.

Bordes o franjas ribereñas: franjas de vegetación espontánea ubicadas en los bordes de cursos o cuerpos de agua. Pueden involucrar diversas escalas dentro del establecimiento o del paisaje.

Franjas de bosque nativo: franjas remanentes de bosque nativo tras el cambio de uso del suelo hacia la producción agropecuaria. El largo aproximado de estas franjas, así como su ancho promedio (100-150 metros), depende de la provincia y del ordenamiento de los bosques nativos (OTBN). Su escala corresponde a parte de un establecimiento.

Corredores

Corredores tipo Continuo-Lineal: espacios naturales delimitados, generalmente lineales, que conectan dos ambientes similares y facilitan el movimiento de las especies. Estos corredores pueden generar conectividad entre áreas naturales o seminaturales, como los bordes de caminos, bordes de alambrado, franjas vegetadas, cortinas, cercos vivos, bordes ribereños, y bordes de vías. Su escala puede ir desde un establecimiento hasta el paisaje.

Corredores tipo Trampolín-Areal: espacios naturales delimitados, que conectan parches o relictos de un mismo ambiente mediante pequeños parches o elementos aislados. La distancia necesaria para asegurar la conectividad depende de las especies o ambientes que se desee conectar. Estos corredores pueden generar conectividad entre áreas naturales o seminaturales, como los parches o las áreas naturales. Su escala también puede comprender desde el establecimiento hasta el paisaje.

Otras estrategias para propiciar biodiversidad

Otras estrategias que contribuyen al incremento de la biodiversidad a nivel de sitio o manejo del cultivo son las siguientes:

Estructuras clave: estructuras que proporcionan recursos, refugio o servicios cruciales a pequeña escala. Se encuentran en sitios específicos: postes de luz, líneas de media y alta tensión, molinos, aguadas, árboles muertos en pie, árboles caídos, roquedales y hoteles de insectos.

Franjas vegetadas intracultivo (interfila): vegetación espontánea nativa o exótica que se sitúa entre las filas de los cultivos brindando alimento y refugio a especies bené-

ficas. Se encuentran comúnmente en la interfila de cultivos de frutales, plantaciones forestales y huertas.

Franjas vegetadas intracultivo (no cultivadas): áreas de vegetación espontánea que se dejan sin cultivar con el propósito de reducir el tamaño de los lotes, creando franjas más pequeñas que favorecen el desarrollo de insectos polinizadores y controladores naturales. Estas franjas no cultivadas pueden tener un ancho variable.

ESPACIOS DE CONSERVACIÓN EN AGROECOSISTEMAS

¿Cuáles son y qué aportan?

<ul style="list-style-type: none"> 1 Parques o áreas multifunción 2 Parche seminatural (o Refugio) 3 Bordes de cultivo o de alambrado 4 Franja vegetada o natural 5 Bordes de caminos rurales (vereda) 6 Terraplén o bordes de vías férreas 	<ul style="list-style-type: none"> 7 Cortinas 8 Cercos vivos 9 Parche natural (o Refugio) 10 Área natural 11 Bordes ribereños 12 Franjas de bosques nativos 	<p>APORTES AL SISTEMA NATURAL Y PRODUCTIVO</p> <ul style="list-style-type: none"> ☙ Posaderos para aves rapaces 🌱 Dispersión de semillas 🐝 Hábitat para insectos benéficos 🍌 Recursos alimentarios para otras especies 🏠 Soporte para nidos y dormitorios 🌿 Flora para polinizadores 	<ul style="list-style-type: none"> 🌳 Reservorio de flora nativa 🛡️ Ambientes de resguardo 🐛 Hábitat para especies pequeñas 🦋 Hábitat para fauna mediana y grande 🌳 Captura de carbono 🚰 Filtrado de aguas residuales y escorrentía 📶 Conectividad entre hábitats
---	---	---	---



Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

▶ **DESCARGAR INFOGRAFÍA**
<http://bit.ly/4bw9taT>



Beneficios que ofrecen los espacios de conservación a los agroecosistemas

La creación de espacios de conservación no sólo tiene beneficios ambientales directos, sino que también puede aportar una amplia gama de servicios ecosistémicos y socioculturales como los siguientes:

- Hábitat para insectos benéficos y/o polinizadores de cultivos.
- Hábitat para especies en peligro o clave por sus funciones en el ecosistema.
- Aportes a la conectividad regional con otras áreas naturales.
- Hábitat para flora de importancia apícola.
- Reservorio de semillas o plantas interés productivo, natural o cultural.
- Secuestro de carbono.
- Control de la erosión eólica o hidrológica.
- Control de costas.
- Filtrado de aguas residuales.
- Áreas para educación ambiental.

Además de estos beneficios, la creación de espacios de conservación también puede cumplir con requisitos de certificación ambiental en sistemas productivos para la producción de soja responsable (por ejemplo, Agricultura Sustentable Certificada, RTRS (Round Table on Responsible Soy Association) o Forest Stewardship

Council). En algunos casos, dichos sistemas solicitan la presencia en los establecimientos de, al menos, un 10% de vegetación nativa (aunque Garibaldi et al. 2023 proponen un mínimo de 20% para paisajes multifuncionales) en áreas de conservación, la protección de recursos hídricos y humedales, prohibición de la cacería o comercio de especies nativas y el cumplimiento de legislaciones vigentes como el Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos (OTBN).

Asimismo, los espacios de conservación pueden contribuir al logro de metas globales de conservación de la biodiversidad establecidas por acuerdos internacionales, como el Convenio sobre la Diversidad Biológica (Acuerdo de Kunming Montreal, adoptado en la COP15 del Convenio sobre la Diversidad Biológica en 2022), al que la Argentina adhiere, y que dispone que, al menos un 30% de los espacios terrestres, aguas continentales y el océano sean protegidos y conservados para el año 2030. Además, la presencia de estos espacios en los agroecosistemas representa “Otras Medidas Efectivas de Conservación Basadas en Áreas (OMECA)” según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Las OMECA son áreas geográficamente definidas que no se consideran protegidas, pero están gobernadas y gestionadas de manera tal que se logren resultados positivos y sostenidos a largo plazo para la conservación in situ de la biodiversidad. Pero además de la biodiversidad consideran los valores culturales, espirituales, socioeconómicos y otros valores localmente relevantes.

3 Impacto de las prácticas de manejo agrícolas y ganaderas en la biodiversidad



La biodiversidad y su relación con la producción agropecuaria

■ Prof. Dr. Santiago L. Poggio

IFEVA, Universidad de Buenos Aires, CONICET.
Facultad de Agronomía, Cátedra de Producción Vegetal.

La agricultura y la ganadería son las actividades productivas que ocupan la mayor proporción de la superficie terrestre. La producción de materias primas agropecuarias, alimentos, insumos industriales, fibras y biocombustibles es sostenida por procesos ecológicos asociados a la biodiversidad de los agroecosistemas. Sin embargo, la expansión y la intensificación de la agricul-

tura y la ganadería son también las causas principales de la reducción de la biodiversidad, debida, sobre todo, a la transformación y pérdida de hábitats naturales. Esta situación impone la urgente necesidad de sostener la productividad mediante el diseño de sistemas que conjuguen la aplicación de prácticas de manejo eficientes para alcanzar los objetivos de producción, pero que, al mismo tiempo, tengan un impacto reducido sobre el ambiente, la biodiversidad y el funcionamiento de los agroecosistemas.

La agricultura y la ganadería modificaron la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas naturales al transformarlos y luego manejarlos como agroecosistemas. Esta conversión de los ecosistemas naturales, cuyo propósito fue implementar diversos tipos de producción agropecuaria, modificó el ambiente y los procesos

ecológicos asociados a la biodiversidad de los paisajes rurales. La introducción de la agricultura y la ganadería redujo la biodiversidad, principalmente por la pérdida de hábitats naturales, transformó y homogeneizó los paisajes prístinos, modificó procesos biogeoquímicos, como los ciclos del carbono, del agua y de los nutrientes del suelo, y alteró las interacciones bióticas, como la herbivoría, la depredación, el parasitismo y la polinización. Así, los agroecosistemas son el resultado de la expansión de la agricultura y la ganadería, y más recientemente, de su intensificación. Pueden, por lo tanto, ser definidos como ecosistemas manejados con fines productivos con características y propiedades nuevas que los distinguen de los ecosistemas naturales.

El inicio de las actividades agropecuarias en una región implica la alteración de la vegetación original, e incluso su eliminación mediante disturbios como la tala de bosques, el uso del fuego y las labranzas. Pero las transformaciones generadas por la agricultura y la ganadería no sólo alteran la fisonomía de la vegetación a través de los disturbios mencionados, sino también por la introducción de especies vegetales y animales domesticadas con propósitos productivos. De este modo, los bosques y los pastizales originales fueron convertidos en tierras de cultivo y de pastoreo, plantaciones frutales o forestales. Estos cambios en la estructura de la vegetación produjeron una disminución de la diversidad biológica debido a la pérdida de hábitats para la vida silvestre. Sumados a la reducción del número de especies nativas, los disturbios y la introducción de especies domésticas generaron condiciones propicias para las invasiones biológicas, lo que promovió la colonización y la naturalización de especies exóticas, muchas de ellas luego presentes como malezas y plagas de los cultivos. Además, muchas de las especies introducidas con fines productivos -como el sorgo de Alepo, la festuca y el raigrás- devinieron posteriormente en adversidades.

La introducción de especies domésticas también produjo cambios en los ciclos biogeoquímicos y en las interacciones bióticas. Los ejemplos más notorios son el impacto sobre los procesos biogeoquímicos debidos a la ganadería vacuna y ovina basada en especies europeas, o la abeja de la miel, que visita las flores de plantas cultivadas y espontáneas, tanto exóticas como nativas.

Los disturbios relacionados con las actividades agropecuarias dieron lugar a sucesiones secundarias en la vegetación. Una sucesión secundaria es un conjunto de cambios graduales, cíclicos y direccionales en la composición florística de las comunidades vegetales, que se producen tras la alteración de la vegetación preexistente por un determinado disturbio, por ejemplo, la tala de un

bosque o la quema de un pastizal para introducir la agricultura, la labranza de pastizales para establecer cultivos anuales o el abandono de un lote después de un período de agricultura continua.

Una vez que una determinada actividad agrícola o pecuaria es introducida en una región, uno o más disturbios son incorporados como prácticas repetidas anualmente para mantener los sistemas de producción en funcionamiento. Esto implica que las comunidades vegetales en los agroecosistemas permanezcan en determinado estado de las sucesiones secundarias. Por ejemplo, las labranzas y el uso de herbicidas mantienen los sistemas de producción de cultivos anuales en etapas tempranas de las sucesiones secundarias, donde usualmente predominan especies de plantas herbáceas con ciclos de vida efímeros. En sistemas de producción en los que no hay remoción periódica del suelo, como en el pastoreo de pasturas y pastizales o en la producción de cultivos de grano con siembra directa, la ausencia de labranzas genera condiciones que permiten el establecimiento de plantas leñosas, que, de mantenerse, podrían promover transiciones hacia tipos de vegetación dominados por arbustos o árboles.

Los sistemas de producción agropecuaria tienen propósitos específicos determinados por los tipos de productos en los que se especializan. De este modo, los insumos, las prácticas de manejo y los conocimientos técnicos involucrados están orientados a asegurar la predominancia de las especies de interés en las condiciones ambientales de los agroecosistemas.

En este marco, las diversas prácticas de manejo buscan cumplir los objetivos tendientes a alcanzar niveles de producción económicamente viables y a obtener la calidad de los productos requerida por los mercados. En el caso de las especies vegetales, esto implica proveer condiciones favorables para el desarrollo, crecimiento y generación de los rendimientos. Más específicamente, las prácticas de manejo en un sistema agrícola tienen como objetivo ajustar el ciclo de los cultivos a la oferta ambiental de la estación de crecimiento de una localidad (elección de la especie, genotipo y fecha de siembra), crear una estructura del cultivo que maximice la toma de recursos disponibles durante el ciclo del cultivo y su dominancia sobre las malezas (densidad y arreglo espacial de las plantas); asegurar la disponibilidad de recursos (riego, manejo de la nutrición con fertilizantes, abonos o enmiendas) y tomar medidas de protección ante la incidencia de factores que reduzcan los rendimientos (malezas, plagas y enfermedades). En el caso de las especies animales, las prácticas de manejo se orientarán a asegurar la nutrición y sanidad de los individuos y de los

rodeos, contemplando su comportamiento y bienestar. En suma, las prácticas de manejo adoptadas en sistemas agrícolas y ganaderos tienen cierto nivel de impacto sobre la biodiversidad y los procesos ecológicos asociados.

Este capítulo tiene como objetivo presentar un panorama general acerca del impacto sobre la biodiversidad de las prácticas de manejo en agroecosistemas especializados en producciones agrícolas y ganaderas. Dichas prácticas se abordarán en función de sus efectos sobre los procesos biogeoquímicos y las interacciones bióticas relacionadas con la disponibilidad de recursos, los aspectos sanitarios y la productividad de las especies vegetales y animales en los que se basan los sistemas de producción.

Factores determinantes del rendimiento y su relación con los servicios ecosistémicos

Los rendimientos de los cultivos, medidos como la cantidad de biomasa cosechable producida por unidad de superficie (kg/ha), son determinados por factores que influyen en la duración del ciclo del cultivo, el uso de recursos, las tasas de crecimiento y la partición de fotoasimilados entre estructuras vegetativas y reproductivas. El rendimiento potencial es el nivel máximo de rendimiento de un cultivo en determinado sitio sin limitaciones de agua y de nutrientes, y con un control efectivo de los factores bióticos que podrían reducirlo (figura 1).

Los rendimientos potenciales son definidos, por un lado, por factores ambientales propios de la localidad, como la duración de la estación de crecimiento (período libre de heladas), el CO₂ atmosférico y la variabilidad anual en la radiación solar incidente, las variaciones estacionales de la duración del día y la temperatura. Por otro lado, también están determinados por las características (genotípicas) de las plantas cultivadas: tasa de desarrollo (tipo de respuesta a la duración del día), tasa de crecimiento (tipo de metabolismo fotosintético), morfología y arquitectura (crecimiento, alometría reproductiva).

Tanto las condiciones ambientales como los atributos genotípicos de los cultivos pueden ser manejados hasta cierto punto en situaciones agrícolas normales. Los agricultores toman decisiones tácticas para maximizar el uso de los recursos disponibles durante la estación de crecimiento eligiendo variedades bien adaptadas y fechas de siembra óptimas que determinan el período de crecimiento hasta la madurez, así como la densidad de siembra y el arreglo espacial del cultivo.

A su vez, los factores limitantes del rendimiento son determinados por la disponibilidad de agua y de nutrientes en el suelo (figura 1). Los rendimientos limitados por

agua se obtienen generalmente de cultivos que se desarrollan en condiciones de secano, donde las limitaciones son impuestas por el clima (volumen anual de lluvias y su distribución estacional, estación seca, evapotranspiración, déficit de presión de vapor) y por factores del suelo (escorrentía, infiltración, capacidad de retención, profundidad del suelo).

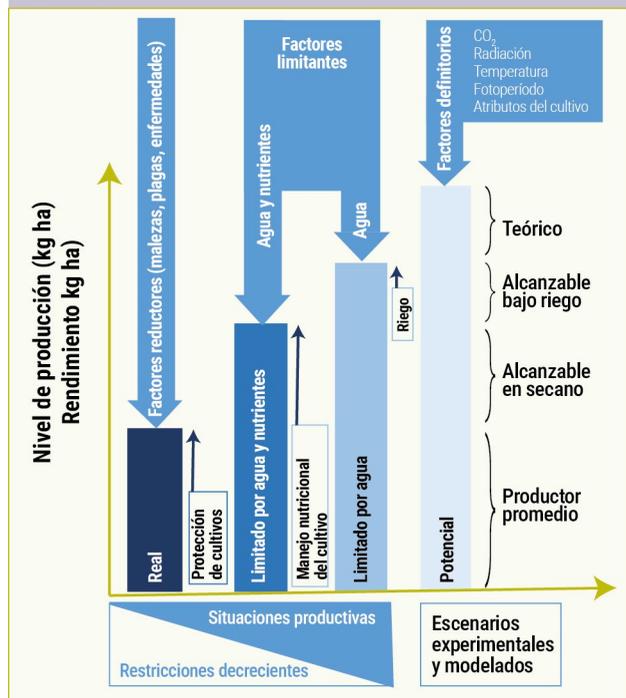
La limitación de nutrientes se debe, en cambio, a características del suelo que pueden afectar tanto la disponibilidad de nutrientes como la eficiencia de absorción de los cultivos (contenido de materia orgánica, reacción del suelo -pH- y salinidad). La actividad biótica del suelo también puede influir en la disponibilidad de nutrientes para los cultivos.

Los factores reductores del rendimiento comprenden agentes bióticos, como malezas, plagas y enfermedades, y factores de estrés abióticos, como los contaminantes, que reducen los rendimientos al dificultar la toma y el uso de los recursos, las tasas de crecimiento o la partición reproductiva (figura 1).

Los rendimientos reales a nivel de lote agrícola son el resultado de la combinación de factores definitorios, limitantes y reductores determinados por las condiciones climáticas del sitio, los suministros reales de agua y nutrientes y los niveles de protección contra las adversidades bióticas. Los agricultores pueden aumentar los niveles reales de rendimiento tomando medidas para superar los efectos de los factores que los limitan y reducen. Tales medidas consisten en proporcionar recursos: agua a través del riego, y nutrientes, mediante la aplicación de fertilizantes sintéticos o el manejo de la fertilidad y estructura del suelo (cultivos de cobertura, compostaje, abono verde). Las medidas de protección del rendimiento tienen como objetivo prevenir y reducir la incidencia de factores bióticos que reducen el crecimiento y el rendimiento de los cultivos. Estos pueden implicar un control directo mediante el uso de herramientas específicas o estrategias de gestión.

Los servicios ecológicos de soporte y de regulación en los agroecosistemas interactúan estrechamente con las medidas que toman los agricultores para incrementar la productividad y proteger los cultivos. Los servicios de soporte están relacionados con los procesos biogeoquímicos que rigen la descomposición de la materia orgánica, el ciclo de minerales y carbono, la porosidad y la estructura del suelo (cuadro 1). Si bien la fertilización es la principal medida para suplir la limitación de nutrientes, otras iniciativas tendientes a aumentar el rendimiento pueden involucrar estrategias para mantener o mejorar la materia orgánica del suelo, como la rotación de cultivos diversificados. Estas estrategias se aplican ex-

Figura 1. Factores determinantes de los niveles de producción agrícola y de rendimiento



clusivamente a escala de campo y pueden abarcar una sola temporada de crecimiento o varios años.

Los servicios de regulación se han asociado principalmente con el control biológico de plagas insectiles a través de la depredación y el parasitismo (cuadro 2). A diferencia de los servicios de soporte, la influencia de la heterogeneidad espaciotemporal (es decir, la complejidad del paisaje) es fundamental para garantizar el suministro de los servicios de regulación. Por lo tanto, la mayoría de las iniciativas tendientes a promover servicios de regulación en los agroecosistemas enfatizan el papel de los hábitats seminaturales para retener la biodiversidad, promoviendo así los procesos ecológicos en los mosaicos de tierras agrícolas. Además, la abundancia y la actividad de las poblaciones que brindan servicios de regulación pueden interactuar estrechamente con los agroquímicos que controlan las adversidades bióticas objetivo. La polinización animal, aunque se considera un servicio ecosistémico regulador, sería, en realidad, un factor esencial que define el rendimiento porque determina la producción de semillas y frutos en muchos cultivos.

Cuadro 1. Estrategias de gestión de aumento del rendimiento para superar la limitación de recursos que representan los sistemas agrícolas simplificados y complejos.

Los sistemas agrícolas simplificados se basan en pocos cultivos o, incluso, monocultivos manejados de manera estandarizada con alta dependencia de insumos externos. Los sistemas agrícolas complejos se basan en una elevada diversidad de cultivos y pueden involucrar actividades ganaderas. Ciertas prácticas de manejo pueden implicar una combinación de dos o más prácticas.

Factores	Sistemas simplificados		Sistemas complejos	
	Estrategias	Pros y contras	Estrategias	Pros y contras
Provisión y ciclado de nutrientes	Fertilizaciones de precisión (manejo sitioespecífico de la nutrición de los cultivos).	Reducción de costos. Disminución de la contaminación del agua.	Compostado, abonos verdes, enmiendas. Rotaciones con legumbres fijadoras de nitrógeno.	La demanda de cultivos podría quedar insatisfecha.
Secuestro de carbono Estabilidad de los agregados del suelo	Siembra directa. Rotaciones cortas	Alta flexibilidad.	Sistemas de producción mixtos (agrícola-ganaderos). Cultivos de cobertura. Rotaciones largas, intercalando ciclos agrícolas y pastoriles.	Difícil cuantificación de los beneficios económicos.
Biodiversidad edáfica	Mejora en las comunidades de descomponedores (microorganismos del suelo, micro y mesofauna) en el manejo de siembra directa.	Logro de niveles de respuesta limitados previo a la saturación.	Mejora en las comunidades de descomponedores en el manejo de siembra directa, rotaciones largas y períodos pastoriles.	Requerimiento de manejar los niveles de intensificación de los cultivos y del pastoreo.

Cuadro 2. Medidas de protección del rendimiento contra factores reductores del crecimiento que representan los sistemas agrícolas simplificados y complejos, estos últimos diseñados para asegurar la provisión de servicios ecológicos. Otras prácticas de gestión pueden implicar una combinación de dos o más prácticas.

	Sistemas simplificados		Sistemas complejos	
	Estrategias	Pros y contras	Estrategias	Pros y contras
Malezas	<p>Control con herbicidas.</p> <p>Cultivos genéticamente modificados (variedades de cultivos resistentes a glifosato).</p> <p>Rotación de ingredientes activos de herbicidas.</p>	<p>Desarrollo de biotipos de malezas resistentes a herbicidas.</p>	<p>Control mecánico.</p> <p>Variedades supresoras de malezas.</p> <p>Cultivos de cobertura,</p> <p>Intercultivos y cultivos mixtos.</p> <p>Rotaciones.</p>	<p>Dificultades de control en sistemas de producción orgánicos o de bajos insumos.</p>
Plagas insectiles	<p>Control con insecticidas.</p> <p>Cultivos transgénicos protegidos contra larvas de lepidópteros (Bt de híbridos de maíz y cultivares de algodón y soja).</p>	<p>Riesgos de desarrollo de resistencia.</p> <p>Facilidad de implementación en sistemas convencionales.</p> <p>Implementación de refugios.</p>	<p>Aumentar la cantidad de hábitats seminaturales en los paisajes.</p> <p>Promoción de bancos de escarabajos, plantaciones diversas en márgenes de campo o franjas de floración.</p> <p>Aumento de la diversidad a través de cultivos en franjas o cultivos intercalados.</p> <p>Reducción de plaguicidas para fomentar los enemigos naturales.</p>	<p>Beneficios extendidos más allá del sitio de acción (lotes vecinos, paisaje circundante).</p> <p>Reducción del riesgo asociado a una variedad de especies de plagas (no sólo una especie).</p>
Enfermedades	<p>Mejoramiento de variedades de cultivos para ganar resistencia a enfermedades.</p> <p>Tratamiento de semillas con fungicidas.</p> <p>Control con fungicidas.</p> <p>Rotación de cultivos para cortar el ciclo de enfermedades.</p>	<p>La resistencia no siempre es 100% efectiva y puede reducirse durante el ciclo de cultivo.</p> <p>Mayor riesgo de desarrollar resistencia.</p>	<p>Selección y mejoramiento de variedades resistentes a enfermedades.</p> <p>Rotación de cultivos.</p>	<p>Promoción de microorganismos del suelo y de la microfauna (suelos supresores de enfermedades, antagonismos).</p> <p>Limitación de los tipos de cultivo que se pueden desarrollar en el mismo campo a lo largo de los años.</p>



Conservación de la biodiversidad en establecimientos ganaderos

■ Dr. Pablo G. Grilli

Aves argentinas.

■ Dr. Adrián S. Di Giacomo

Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL, Conicet-UNNE) y Aves Argentinas.

La Argentina produce alimentos desde su nacimiento como país. Es parte de una economía global de sociedades industriales y superpobladas, que dejaron hace miles de años la caza y la recolección como medios principales para la obtención de alimentos, y se han dedicado a reemplazar y simplificar matrices ecológicas complejas para convertirlas en áreas productivas.

Ese proceso de reemplazo y modificación tuvo profundas implicancias sobre elementos originales de los ecosistemas, como el agua, el suelo y la vida silvestre. Los animales y plantas que evolucionaron en los ecosistemas naturales se vieron afectados de diferente manera por el avance de las fronteras productivas. Mientras algunas especies lograron adaptarse al nuevo escenario e, incluso, prosperaron, otras redujeron sus poblaciones llegando, en muchos casos, a extinguirse.

Con cerca del 80% de su superficie original sustituida o modificada por actividades humanas, los pastizales de la ecorregión de las Pampas son los ecosistemas terrestres más amenazados. En ellos, algunas especies animales exclusivas se encuentran al borde de la extinción, como el aguará guazú, el venado de las Pampas, el tordo amarillo y la loica pampeana. Pero el problema se hace más evidente al considerar que tan sólo el 2% de la superficie total está incluido en los sistemas de Áreas Naturales Protegidas. Por lo tanto, trabajar en la conservación de la biodiversidad de los pastizales de nuestro país implica colaborar con los propietarios de los campos donde estos ecosistemas todavía existen.

Para mantener en funcionamiento la compleja red de formas de vida que los pastizales sostienen hay que conservar la matriz ambiental completa. Para ello, por fuera de las escasísimas áreas naturales protegidas existentes, deberían implementarse formas de producción que se desarrollen en armonía con la naturaleza y sus procesos. Si la producción ganadera que se realiza sobre los pastizales se lleva a cabo bajo estándares de sostenibilidad, además de conservar la biodiversidad se producirá una serie de beneficios (muchos de ellos intangibles) que se

distribuirán de manera silenciosa en toda la sociedad y que vale la pena visibilizar:

- **Alimentos saludables:** Varios estudios científicos revelan que la carne producida sobre la base de una dieta exclusiva a pasto es mucho más sana que aquella que se produce a corral, con una dieta basada en granos. La cantidad de ácidos grasos omega-3 es mucho mayor, mientras que la prevalencia de microorganismos potencialmente patógenos, como los coliformes, es mucho menor, al igual que las grasas saturadas.

- **Purificación del agua:** Una de las principales funciones de los pastizales naturales, que puede ser considerada un servicio ecosistémico, es la purificación del agua. Los pastizales tienen un sistema de raíces muy profundo que ayuda a retener y filtrar el agua de lluvia, lo que reduce la erosión del suelo y la escorrentía de contaminantes hacia cuerpos de agua cercanos. Además, las especies de plantas de un pastizal pueden absorber y retener nutrientes y otros contaminantes, mejorando la calidad del agua que llega a los acuíferos. También reducen la carga de sedimentos y nutrientes en los cuerpos de agua cercanos actuando como zonas de amortiguamiento, protegiéndolos de la contaminación proveniente de actividades humanas, como la agricultura y la ganadería no sostenibles.

- **Captura de carbono:** Los pastizales naturales están conformados por una importante diversidad de plantas verdes y son un eficiente sumidero de carbono. El carbono es capturado por las plantas a través de la fotosíntesis y luego almacenado en la biomasa del suelo. Los pastizales naturales tienen la capacidad de almacenar grandes cantidades de carbono, debido a la alta cantidad de raíces que penetran en el suelo y que constituyen una fuente importante de materia orgánica. Además, existen formas de manejo ganadero que potencian aún más esa capacidad, aumentando la intensidad de crecimiento de las raíces. Por lo tanto, conservar los pastizales naturales y su funcionamiento a través de un adecuado manejo, es también conservar una potente maquinaria puesta al servicio de la captura de carbono atmosférico (CO₂).

- **Conservación de la cultura:** Por último, pero no menos importante, sobre los pastizales naturales se ha desarrollado una extensa historia cultural que vincula a la gente con el paisaje. El reemplazo y pérdida de los pastizales también atenta contra estas formas de vida. Por lo tanto, la conservación de los pastizales contribuye al arraigo de tradiciones y pautas tan amenazadas como los valores naturales.

Acciones de conservación

Puede ocurrir que el interés en contribuir a la conservación de la naturaleza en un establecimiento ganadero llegue después de implementar medidas de manejo que tiendan a lograr mejores resultados productivos. Dicho de otra forma, una vez que se resuelve un esquema de manejo ganadero se suma la necesidad de contribuir con la conservación y, en el mejor de los casos, de revertir procesos de deterioro. Sucede que la ganadería, como cualquier actividad productiva, tiene efectos negativos sobre el ambiente original: las vacas son la causa principal de estos efectos por el constante consumo de pasto, el pisoteo, la descarga de desechos fecales y de urea al suelo, el secuestro de fósforo y el consumo de agua de fuentes naturales, entre otros. Pero también se suman aquellos efectos derivados de la infraestructura propia de un establecimiento ganadero, ligada a la instalación de alambrados, caminos, líneas de cableado, galpones y dependencias, corrales, mangas, cargadores y arboledas implantadas que forman cortinas o islotes. La presencia permanente o semipermanente de personal, vehículos y perros, también generan parte de los efectos negativos que trae consigo la ganadería.

Aunque, en contraposición con otros usos de la tierra, como la agricultura o la forestación, la ganadería puede considerarse la actividad más amigable con las condiciones naturales del ambiente, a lo largo del tiempo el esquema productivo que se aplique en el campo determinará una muy variada serie de efectos. Por lo tanto, es importante reconocer que algunas formas de producción ganadera pueden ser muy negativas para la biodiversidad, mientras que otras podrían colaborar en alguna medida a su sostenimiento, como opción frente a la falta de Áreas Naturales Protegidas.

Una ganadería basada en el pastoreo continuo o que recurre a quemas anuales homogeneiza espacial y temporalmente el pastizal, reduciendo la oferta de recursos disponibles para las aves. A lo largo de los pastizales de toda América se ha demostrado que incrementar la heterogeneidad espacial y temporal de los pastizales y promover la variabilidad en la estructura de la vegetación a través del pastoreo y de diferentes manejos puede favorecer a las poblaciones de la fauna silvestre, en especial a las aves. Esto se debe a que las aves de pastizal son sensibles a las variaciones en la estructura de la vegetación y tienen distintos requerimientos de hábitat y alimentación. Los ensambles de aves de pastizal incluyen aves



Gentileza: Pablo G. Grilli.

costeras y migratorias que usan pastizales cortos; aves especialistas de pastizales altos; especies que utilizan pastos cortos para alimentarse y pastos altos para nidificar, y especies generalistas asociadas con diferentes hábitats.

Aves Argentinas viene liderando la Alianza del Pastizal, una iniciativa que trabaja en la Argentina, Paraguay, Brasil y Uruguay con el objetivo de conservar la naturaleza de los pastizales, con énfasis en las aves amenazadas de extinción. Para ello, y con la coordinación de BirdLife International, se ha logrado reconocer y destacar algunas formas de producción que contribuyen a mejorar el uso y la salud del pastizal mediante la implementación de tecnologías apoyadas en los procesos naturales del campo, a efectos de contar con ambientes que puedan sostener parte de la biodiversidad original y que a la vez produzcan una mayor calidad y cantidad de forraje para la hacienda.

Sistemas ganaderos sometidos a un adecuado manejo proporcionan beneficios tangibles para la producción, lo que se traduce en mejoras en los índices reproductivos, en la ganancia de peso y en la capacidad del campo para resistir inundaciones y sequías, asegurando al mismo tiempo una oferta forrajera más estable. También se incrementa la independencia respecto de insumos externos, lo que se traduce en una reducción de los costos de producción. Finalmente, sostener sistemas ganaderos con un buen manejo se presenta como una opción beneficiosa para el secuestro de CO₂. La sustitución de

pastizales por pasturas y cultivos forrajeros disminuye la capacidad de retención de CO₂ tanto de la vegetación como del suelo.

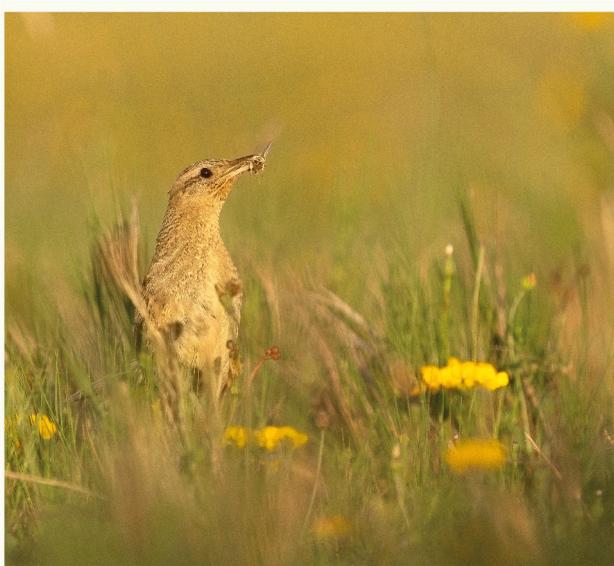
Por lo tanto, antes de pensar en acciones de conservación resulta conveniente que exista un esquema productivo que considere alguna forma de manejo como la mencionada. Dicho esquema debería contemplar que:

- El campo sea dividido en potreros que separen los diferentes ambientes, en lugar de seguir diseños rectangulares de líneas rectas. Cada ambiente tiene un potencial productivo diferente, que debe ser aprovechado en distintos momentos del año.
- Los animales estén agrupados en uno o pocos rodeos, respetando la categoría que corresponda.
- El rodeo se mueva por toda la extensión del campo durante el año, para dejar la mayor parte de los potreros en descanso.
- Exista un adecuado y ajustado manejo del agua superficial.
- En caso de aplicarse quemas para promover el rebrote, éstas deberían realizarse respetando las medidas de seguridad y concretarse sólo entre los meses de mayo y agosto para evitar la época de reproducción de aves.
- Se utilicen especies de pastos nativos como recurso forrajero, para lo cual pueden realizarse acciones de enriquecimiento con rollos de pasto provenientes de banquinas y áreas a las que la hacienda no tenga acceso, donde los pastos nativos puedan desarrollarse y producir semillas sin inconvenientes.

Como complemento a estas formas de gestión del campo, se presenta a continuación, una serie de medidas que pueden emplearse para contribuir a la conservación de la biodiversidad, en especial, de las formas de vida silvestre amenazadas:

a) Refugios: se trata de clausuras o áreas a las que la hacienda no puede ingresar por diversos motivos, donde la fauna silvestre puede refugiarse. El objetivo de un refugio puede ser el restablecimiento de las condiciones originales de una parte del campo, la conexión entre diferentes sectores, o la promoción de la presencia o permanencia de determinadas especies silvestres. A veces, determinados sitios del campo funcionan como re-

Foto 1. Espartillero pampeano.



Gentileza: Pablo G. Grilli.

fugios de manera espontánea: zonas bajas e inundables con vegetación, potreros pequeños o muy alejados del casco, piquetes o cultivos abandonados. En estos sitios, los valores naturales podrían ser protagonistas. Pero si se propone la creación de un refugio para promover la permanencia de especies puntuales, se deben considerar varios aspectos. Por ejemplo, si se deseara aumentar las chances de que el tordo amarillo establezca colonias de cría, debería clausurarse una faja del campo que abarque varios ambientes naturales, desde los bajos inundables donde podría nidificar, hasta las mediaslomas y lomas adonde iría en busca de alimento. Estas clausuras suelen ser acotadas, por lo que no inciden en el esquema productivo del campo.

Una acción como esta favorecerá también a otras especies. La clausura puede ser permanente, si se considera dejar excluida a la hacienda de ese espacio a perpetuidad, o temporal, por espacio de algunos meses o años. En el caso del ejemplo del tordo amarillo, la clausura debería instrumentarse entre los meses de agosto y febrero.

b) Manejo de los tiempos de disturbios: un corte para producir rollos, el fuego, la aplicación de herbicidas o incluso el ingreso de animales en un potrero que estaba en descanso representa un disturbio. Se trata de cambios importantes en la estructura y en el funcionamiento del ambiente. Antes de generar algún tipo de disturbio es importante constatar qué tipo de proceso natural tiene lugar en ese sector del campo. Si se encontraran nidos de alguna de las especies de interés, el disturbio seguramente determinaría el fracaso reproductivo para esa temporada. Por lo tanto, se deben ajustar los tiempos para que estas modificaciones no se solapen con procesos naturales importantes, como la nidificación de una especie de ave amenazada. Un retraso de apenas 40 días podría significar la diferencia entre una temporada reproductiva exitosa o una sin pichones de una especie en peligro de extinción.

c) Ubicación de comederos para el ganado. La actividad ganadera actual utiliza frecuentemente la suplementación de alimento para acelerar el destete, incrementar el peso de los novillos o llevar un animal al peso final de faena. La disponibilidad de alimento balanceado o de granos en los pastizales suele atraer aves como el tordo renegrido, que causa la pérdida de nidos en otras especies, y que en caso de ser especies amenazadas podría comprometer aún más a sus poblaciones. Se recomienda no instalar comederos abiertos en potreros adyacentes a refugios que contienen aves amenazadas.

d) Instalación de defensas de nidos para especies amenazadas: las defensas de nido son protecciones construidas con malla electrosoldada de forma cilíndrica, que se utilizan para evitar que los depredadores tengan acceso a los nidos de aves de interés. Estas defensas han tenido mucho éxito en la protección de nidos de especies amenazadas de pastizal, como el tordo amarillo, la loica pampeana y el espartillero pampeano. El tamaño de la malla permite el paso de los adultos y pichones, una vez que estos están listos para abandonar el nido.

e) Promoción a diente de brotes tiernos para herbívoros nativos amenazados: animales como el venado de las Pampas, que pastan sobre los mismos potreros en que lo hacen las vacas, tienen requerimientos muy específicos y no pueden alimentarse eficientemente en pastizales senescentes. Por lo tanto, van a seguir al rodeo buscando alimentarse del rebrote producido por el mismo ramoneo de las vacas.

f) Control completo de perros: los perros pueden ser útiles para algunas labores del campo, aunque varios especialistas sostienen que en realidad son completamente prescindibles. De cualquier forma, si se pretende contribuir con la conservación de la biodiversidad, debe restringirse su presencia al entorno habitacional. Son muchas las especies silvestres que se ven fuertemente afectadas por la presencia de perros en el campo.

Foto 2. Loica pampeana.



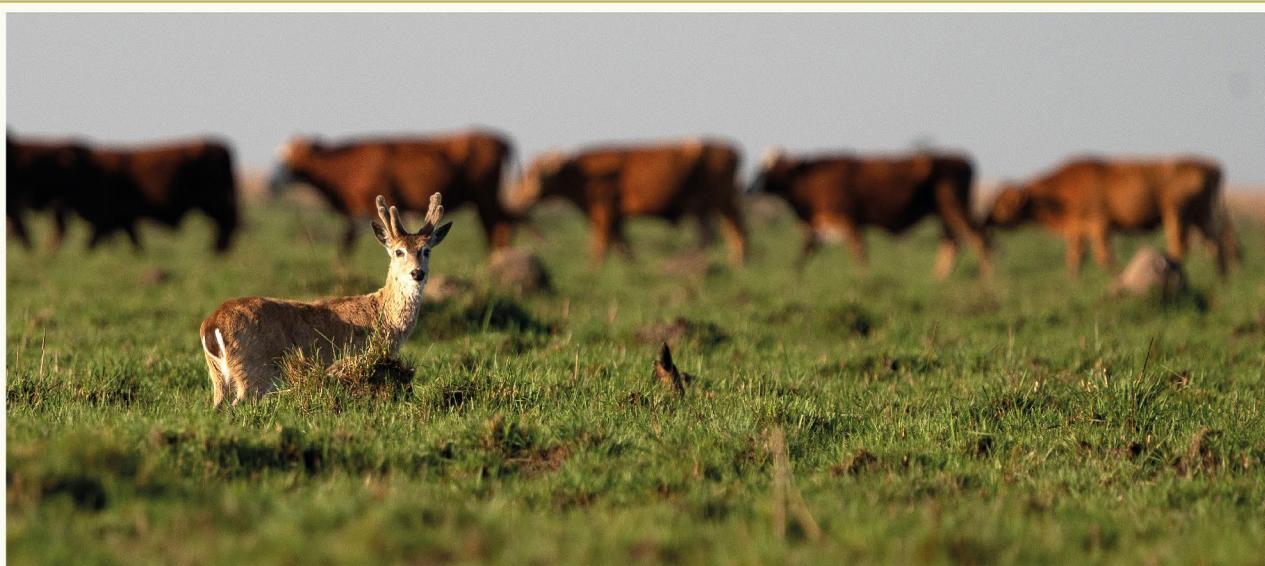
Gentileza: Pablo G. Grilli.

g) Control de especies exóticas invasoras: existe un importante número de especies que se establecen con éxito en ambientes donde no son originales, y terminan ocupando vastos territorios en poco tiempo. Muchas veces, estas especies interfieren con formas de vida locales, a las que desplazan por competencia, alimentándose de ellas o transmitiéndoles enfermedades. Intervenir en el control de estas especies es muy importante para reducir sus efectos sobre la flora y fauna nativas.

h) Involucrarse en proyectos de investigación y experiencias de manejo de especies amenazadas del pastizal: desde hace varios años, diferentes organizaciones trabajan en la investigación científica, el manejo de especies amenazadas, e incluso en la reintroducción de especies extinguidas localmente (*rewilding*). Ofrecer el campo como sitio para realizar estas experiencias puede contribuir fuertemente a la generación de conocimiento científico y la conservación de la biodiversidad original.

Para cualquiera de estas acciones es necesario el involucramiento del productor. Es importante que el propietario de un campo se considere a sí mismo como el gestor de un territorio, con todo lo que suceda en él, tanto sobre las variables productivas como en relación a los valores naturales y culturales. Esta forma de vínculo con el campo es una de las más gratificantes, y reproduce una manera de transmitir conocimientos y saberes de una generación a la siguiente, como se vino haciendo desde el nacimiento del país. Pero para alcanzar el mayor éxito posible es necesario vincularse con grupos de especialistas que trabajen en estos temas. Afortunadamente, la Argentina cuenta con varios grupos académicos y ONG integradas por profesionales y técnicos de primer nivel formados en las más prestigiosas universidades. Invitarlos a ser parte de proyectos donde la producción busque armonizar con la conservación de la naturaleza, es un gran paso para achicar la distancia que existe entre productores y conservacionistas.

Foto 3. El venado de las Pampas coexiste con el ganado bovino en los pastizales pampeanos.



Gentileza: Pablo G. Grilli.

4 Monitoreo y evaluación

■ **MSc. Prof. Biól. María Elena Zaccagnini**

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES)



El monitoreo de la biodiversidad no es otra cosa que un seguimiento, una mirada puesta en el espacio y en el tiempo sobre la biodiversidad en cualquiera de sus dimensiones -especies, poblaciones, comunidades- o funciones ecosistémicas, como la polinización, la depredación (el control de plagas) o la sanidad, entre muchas otras, que son prioritarias para la producción sostenible y la certificación de calidad ambiental.

Un monitoreo de la biodiversidad permite obtener una imagen de su estado en un sitio, un contexto y/o un momento determinado. La evaluación de la información generada en un proceso de monitoreo implica analizar si esa biodiversidad es estable, si ha cambiado, disminuido o aumentado en relación a determinados factores de interés, que pueden estar relacionados con las prácticas agronómicas dentro de diversos manejos agropecuarios, con el contexto ambiental o con las con-

diciones ambientales naturales, entre otros. Ese análisis, bien interpretado, es muy valioso para quienes desean tomar mejores decisiones, sobre todo si éstas pueden ser sostenidas en el tiempo, y conservar metodológicamente elementos que permitan una comparación válida.

Ese conjunto de decisiones basadas en información de calidad constituye un paso esencial en un proceso de manejo adaptativo, dado que es la base para el aprendizaje y la comprensión de los efectos producidos por factores de manejo y/o por variables ambientales en un mundo impredecible y cambiante.

Definir las dimensiones biológicas de los organismos a monitorear implica, según lo que nos interese conocer, distinguir si corresponde poner el foco en especies, poblaciones o comunidades. Podría ser de interés la presencia de una especie determinada, la dinámica de su población o bien su interacción con un conjunto de

otras especies que desempeñan funciones similares o complementarias en el sistema evaluado, sean estas actividades productivas u otras actividades humanas que se desarrollan en un determinado sitio. Antes de diseñar el monitoreo es muy importante, entonces, definir cuál será el objetivo, dado que los procesos biológicos de interés dependerán estrechamente de la escala biológica considerada y de su expresión en el tiempo y el espacio. Estos procesos definirán, entonces, la escala espacial y temporal del monitoreo que se realizará.

El ensamble de especies es muy importante cuando la atención está depositada en las funciones ecosistémicas. Por ejemplo, podría ser de interés monitorear el servicio de polinización de cultivos por la biodiversidad, en ese caso, será necesario hacer el seguimiento de las especies (de igual o distinta clase biológica) que proveen tal servicio por su función en el ecosistema. El monitoreo será, entonces, multiespecífico y su alcance deberá ser sensible a las escalas de expresión de las poblaciones o de la comunidad de polinizadores en el sistema bajo observación.

Implementación de un monitoreo

Cuando se diseña un esquema de monitoreo ambiental en un agroecosistema hay un conjunto de preguntas básicas que es necesario realizar antes de su planificación y ejecución: ¿Por qué monitorear? ¿Qué monitorear? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde? ¿A qué escala? A continuación, se responderán estos interrogantes de manera general.

¿Por qué monitorear?

Esta pregunta tiene múltiples respuestas, tantas como objetivos se planteen quienes desean generar información solvente acerca del sistema en cuestión. Tanto si se trata de un productor o un conjunto de ellos, o de una institución o grupo de instituciones, se debe partir de un porqué que sintetice el interés en transitar juntos este proceso. Ese porqué puede estar relacionado con razones de calidad ambiental de sus sistemas, con la necesidad de acceder a un mercado diferenciado que les exige información confiable acerca de la calidad de “su naturaleza puesta a producir bienes y servicios agroalimentarios”, o bien con el interés de generar un proceso productivo de mejora continua (mediante la incorporación de prácticas de manejo desean conservar naturaleza al tiempo que producen bienes y servicios, entre otras razones conociendo o requiriendo información sobre el estado de la biodiversidad en el sistema).

¿Qué monitorear?

Esta es una decisión que será atravesada por diversos factores y está en estrecha relación con el objetivo o interés definido en el porqué. Qué monitorear es una pregunta que motiva el seguimiento de la biodiversidad y dispara los próximos interrogantes, no sólo en términos de metodología, sino también de costos, esfuerzo, tecnologías y del nivel de pericia necesario para la ejecución del proceso.

Por ejemplo, se podría asumir que lo que se pretende es promover la conservación o recuperación de la biodiversidad en el ámbito agropecuario en términos de esfuerzos de restauración ambiental y/o de sus contribuciones al ecosistema o a la producción. Por lo tanto, se priorizarán intervenciones que tiendan a mejorar el “hábitat” para la ocurrencia de esa/s especies en la región.

Ahora bien, ¿sabemos qué quieren o que podrían privilegiar los productores? Algunos ejemplos de funciones que se quisieran alcanzar por una cuestión productiva o estratégica son los siguientes:

a) Riqueza o abundancia de polinizadores que garanticen una adecuada reproducción de las especies naturales o cultivadas (dependiendo del sistema de producción analizado).

b) Riqueza o abundancia de especies predatoras de otras especies perjudiciales para los cultivos (privilegiando el control biológico de plagas) o de especies de la fauna nativa de interés para la producción porque genera un recurso económico adicional asociado al sistema principal del establecimiento.

c) Abundancia de especies de interés en paisajes productivos representativos, ya que a los productores podría interesarles contribuir a su conservación en una ecorregión, un sistema típico o un área de particular valor.

Como se mencionó, este qué va a condicionar las próximas preguntas.

¿Cómo monitorear?

Este interrogante tiene varias aristas. Hay un cómo desde un punto de vista metodológico y un cómo desde un punto de vista de la implementación del monitoreo. Por ejemplo, si se cuenta con modelos de hábitat para la o las especies de interés, será de vital ayuda conceptual determinar qué conjunto de variables podrían ser indicadoras de la variable respuesta que se elige como objetivo.

Para ello, se propone tomar la información disponible en la región y, sobre la base del análisis de trabajos publicados y de la consulta con expertos, establecer un primer conjunto de variables a considerar (para una región, por ejemplo, el Chaco). Luego, en un primer taller

se puede poner en común la definición de objetivos, y en base a ello, un primer conjunto de variables (indicadoras) de la condición deseada que se ha consensuado.

¿Cuándo monitorear?

El cuándo impone al monitoreo la dimensión del tiempo: podría considerarse, por ejemplo, una semana clave en relación a la implementación de prácticas de manejo de interés (pulverizaciones, labranzas, implantaciones, poda), una estación del año, una campaña de cultivo, un ciclo de sequía o de años húmedos en un periodo de tiempo considerado, entre otros tantos criterios que se podrían determinar.

Luego, habría que consensuar cuándo se efectuaría la medición de las variables y su respuesta en el indicador de biodiversidad en relación al nivel de sensibilidad que tenga en términos temporales. Por ejemplo, antes y después de la implementación de esquemas de manejo (a escala de establecimiento) o en los distintos estados fenológicos de un cultivo. También podría realizarse un primer relevamiento como línea de base para comparar a futuro en un ciclo de años secos o húmedos. Lo importante es definirlo, porque la estrategia de relevamiento tiene que ser sensible a esas escalas temporales.

¿Dónde monitorear?

Tal como ocurre con el cuándo, la pregunta por el dónde exige una consideración de la escala espacial: ¿lotes? ¿establecimientos? ¿matriz del paisaje? ¿ecosistemas?

Obviamente, el esfuerzo de los relevamientos y la aproximación metodológica para la toma de datos a campo dependerá de la definición de las escalas temporal y espacial.

Por otra parte, es necesario cuidar la representatividad que pueda significar ese esfuerzo de monitoreo a escala regional. Por ejemplo, si el interés está en el Chaco habrá que considerar cualquier variación que se produzca en los ecosistemas o en los manejos que tengan lugar dentro de esa ecorregión, además de definir subregiones más homogéneas para que las estimaciones sean representativas.

En otras regiones podría ocurrir que la búsqueda de unidades espaciales más homogéneas se base en criterios de manejo productivo o en regímenes pluviométricos que podrían ejercer su influencia en la composición de especies y ensambles. En este caso, habrá que hacerse necesariamente algunas preguntas: la existencia de distintos tipos de paisajes allí donde confluyen sistemas ganaderos, agrícolas mixtos o agroforestales, tipos de paisaje dentro de una región o paisajes con similares proporciones de bosque o distintos grados de heterogeneidad espacial.

Todo esto debe ser definido, porque la heterogeneidad de cada aspecto contribuirá a sumar “ruido” o errores en las estimaciones de la biodiversidad. Esos ruidos enmascaran la interpretación de la información generada y pueden poner en riesgo el valor de la información para el propósito que se persigue.

Un aspecto no menor es la consideración de los recursos (monetarios, logísticos, humanos, alianzas estratégicas con la academia, etc.) disponibles para sostener un programa de monitoreo. La pregunta sería: ¿con qué recursos cuento para realizar el monitoreo de manera segura y metodológicamente rigurosa? Si bien contar con recursos monetarios suficientes para realizar los monitoreos es importante, es fundamental, además, contar con el acompañamiento de profesionales idóneos para la realización e identificación de las especies monitoreadas. Las alianzas con instituciones académicas o consultores privados dedicados a estas tareas es un aspecto a tener en cuenta.

Estas preguntas deberían ser revisitadas en un proceso de monitoreo continuo. Es muy habitual (aunque suele pasar inadvertido) que se produzcan desvíos respecto de las preguntas originales, y podría suceder que un esquema comience con un conjunto de intereses determinado, pero que luego la información generada no los responda adecuadamente si se desviaron del rumbo inicialmente planteado. Esto no quiere decir que en un proceso de monitoreo no se pueda cambiar el objetivo, y eso claramente generará cambios, pero estas modificaciones volverán a iniciar un proceso nuevo, diferente del planteado originalmente.

Definición de los sistemas de producción

Es preciso tener en claro cuáles serán los sistemas a analizar, cómo se compararán entre sí y con sitios testigo de conservación, por ejemplo, un Parque Nacional o una reserva provincial.

¿Qué se compararía? Las variables que explican el comportamiento del indicador (o un conjunto de indicadores) de biodiversidad entre campos y con un testigo, que representaría una condición ideal que implica la aplicación de todos los criterios de manejo y de conectividad espacial con el paisaje típico de la ecorregión de interés. Este se usaría como estándar de comparación con otros campos que no poseen esos atributos de manejo o conectividad con el paisaje.

Ejemplos:

a) ¿Campos con similares sistemas de producción vs. el estándar de comparación?

b) ¿Campos de manejos similares dentro de un sistema de producción predeterminado vs. el estándar de comparación?

c) ¿Campos con distintos tipos de manejo dentro de mosaicos de paisajes similares o con distintos gradientes de heterogeneidad espacio-temporal vs. un estándar de comparación?

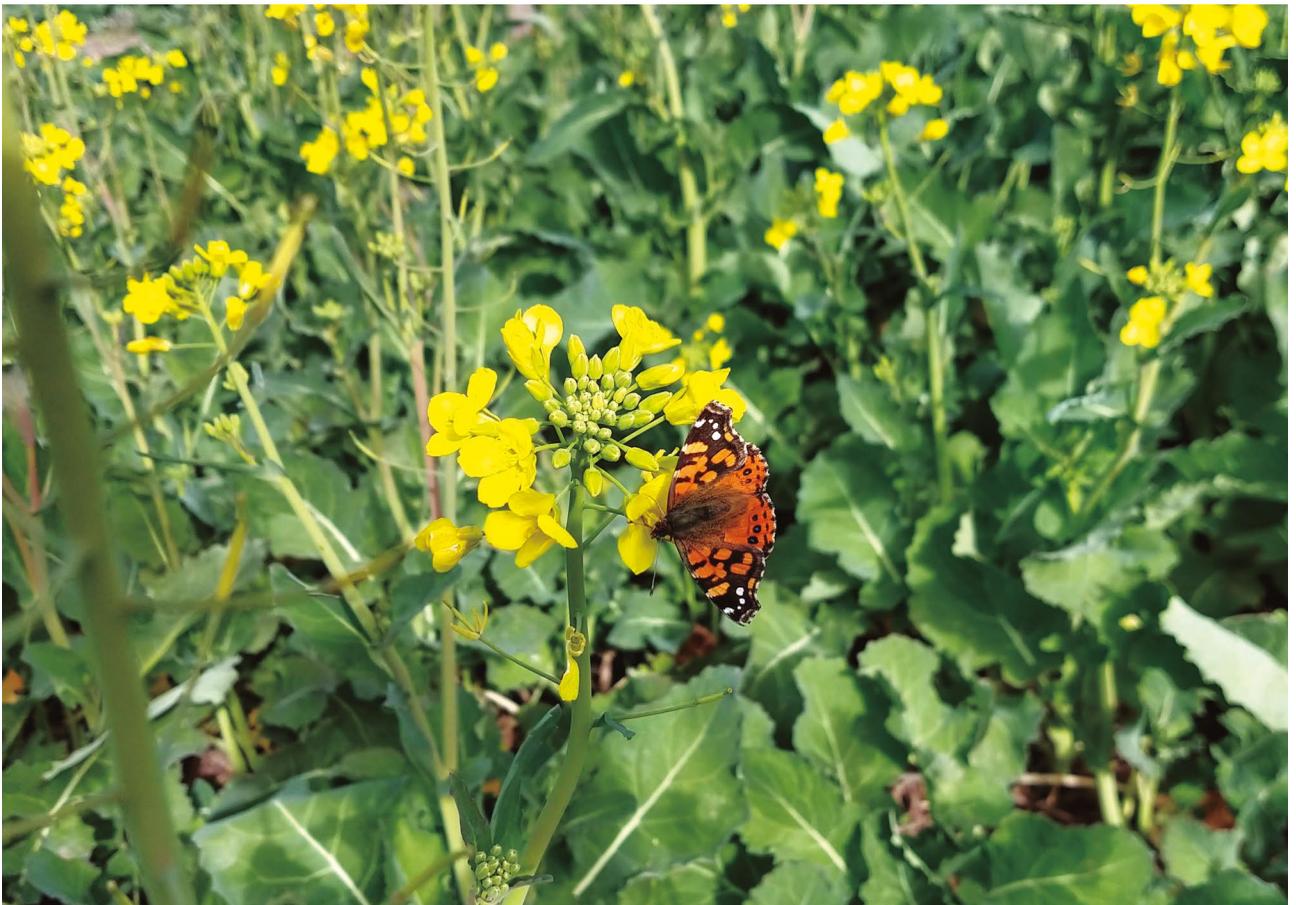
Una vez definido esto se pueden empezar a considerar los aspectos operativos: el nivel de pericia necesario, los recursos económicos que sostendrán los muestreos, la participación de un grupo de expertos que asegure la calidad de la información generada, los esfuerzos de capacitación para que los productores comprendan la importancia de la información y su significado en términos de los criterios de interés, etcétera. De este modo, el monitoreo será realmente una herramienta de toma de decisiones para una producción sostenible.

Limitantes

Antes de embarcarse en un plan de monitoreo hay que considerar que éste tiene sus limitaciones. En principio, porque depende totalmente del objetivo planteado; dentro de un sistema puede haber múltiples objetivos y no todos pueden ser atendidos con un seguimiento básico de biodiversidad.

Para generar información, el diseño del monitoreo debe ser lo suficientemente robusto (en términos cuantitativos) para explicar los efectos que se quieren analizar con la información de campo. No todos los diseños permitirán responder todas las preguntas. Esto es lo más difícil de transmitir a los actores involucrados, pero no es imposible si el planteo original se realiza con una capacitación o toma de conciencia adecuada.

El monitoreo suele ser caro y demanda conocimiento experto. Según los indicadores a seguir podría ser necesario contar con especialistas en los grupos biológicos de



Gentileza: Lucas Andreoni.

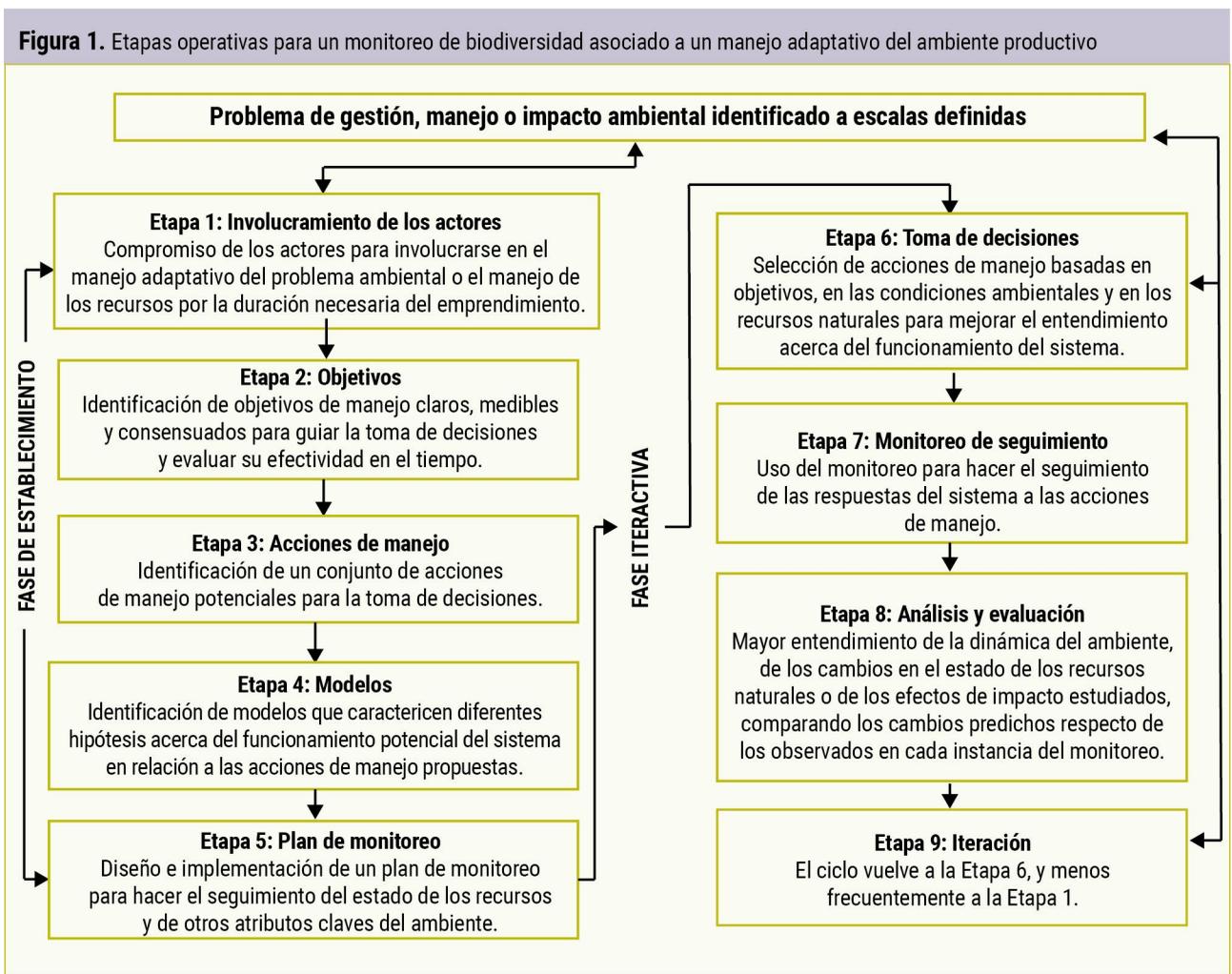
interés. Esto puede ser subsanado con metodologías adecuadas o con alianzas estratégicas con instituciones de ciencia y técnica o universidades que asisten a las organizaciones o productores con el *expertise* necesario.

Para que el monitoreo resulte útil debe ser sostenido en el tiempo en el proceso de toma de decisiones. Además, la información que se genera tiene que ser interpretada adecuadamente, sobre todo porque hay limitaciones metodológicas que pueden enmascarar efectos que vayan en dirección contraria al objetivo que se plantea una institución, un productor o un conjunto de ellos.

Los productores deben apropiarse de la información, generar sus propios registros e interpretar los resultados que se van obteniendo. El registro es la herramienta por excelencia para sostener una mirada de largo plazo. Si no hay registros, se los debe generar a través del plan de monitoreo, sólo así será posible *ver la película completa* en el campo y no la *foto* que significa un monitoreo de base en el establecimiento.

Etapas del plan de monitoreo

Un programa de monitoreo de biodiversidad adquiere sentido cuando se logra asociarlo a la gestión o manejo de un ambiente productivo. El plan puede estructurarse en nueve etapas agrupadas en dos fases: la primera es la de establecimiento del plan y sus primeros resultados serán la línea de base para el establecimiento o paisaje (según corresponda). La segunda es la fase iterativa (figura 1). Cada una de estas etapas debe ser debidamente documentada para hacer un seguimiento adecuado durante el proceso continuo de generación, evaluación e interpretación de los resultados. Las respectivas iteraciones generarán información vinculada a los ajustes realizados en las medidas de manejo y permitirán evaluar el resultado en la variable de interés de la biodiversidad



Protocolos para el monitoreo de la biodiversidad en agroecosistemas

■ Ing. Agr. Federico G. Fritz

Proyecto InBioAgro, Área de Ambiente, Unidad de Investigación y Desarrollo de CREA. Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.

Como parte del proceso de implementación del proyecto InBioAgro (ver capítulo 1) se decidió, junto con el equipo de expertos en Biodiversidad, diseñar protocolos de monitoreo acordes con los grupos biológicos de mayor importancia en las ecorregiones pampeana y chaqueña. El objetivo de dichos protocolos es valorar los diferentes espacios de importancia para la biodiversidad detectados en talleres, reuniones y visitas a campos de los productores CREA participantes. A continuación, se detallan ambos protocolos, los cuales podrán servir de referencia para facilitar el proceso de evaluación de la biodiversidad en los agroecosistemas de las regiones en cuestión.

Diagnóstico del estado de la biodiversidad en establecimientos agropecuarios CREA de la región pampeana

■ Dra. Romina Suárez, Dra. María Jimena Damonte, Dra. Laura María Solari, María Nicole Michard, Celina Braccini y M.Sc. Marcela Sánchez

Área de Ecología y Gestión Ambiental de la biodiversidad, IRB (INTA-CNIA).

■ Dra. Cecilia Casas

Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, Cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. IFEVA-UBA-CONICET.

■ Lic. Manuel Sferco

*Área de Ecología y Gestión Ambiental de la biodiversidad, IRB (INTA-CNIA).
Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, Cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.*

■ Ing. Agr. Federico Fritz

*Departamento de Recursos Naturales y Ambiente, Cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
Área de Ambiente, Unidad de Investigación y Desarrollo de CREA.*

La biodiversidad desempeña un papel fundamental para la salud y estabilidad de los agroecosistemas. Una mayor diversidad se asocia con una mayor provisión de servicios ecosistémicos esenciales, como el control biológico de plagas, la polinización, la estructura y fertilidad de suelos, la amortiguación de procesos de degradación y erosión, entre otros. A su vez, los efectos de la pérdida de biodiversidad sobre la productividad agrícola son cada vez más evidentes y ponen en riesgo la resiliencia de los agroecosistemas y la sostenibilidad de la producción.

El monitoreo de la biodiversidad en los establecimientos agropecuarios permite determinar el estado de referencia en cuanto a la riqueza y abundancia de vida. Es un proceso que tiene un rol fundamental en el plan de gestión ambiental de las empresas, ya que permite entender la evolución de la biodiversidad y los procesos ecosistémicos relacionados con el manejo productivo. Esta información será clave para evaluar y diseñar un proceso de mejora continua y manejo adaptativo.

Este documento describe el desarrollo de un protocolo de monitoreo para el diagnóstico del estado de la biodiversidad en establecimientos agropecuarios dedicados a la agricultura y ganadería extensiva de la región pampeana. Su desarrollo y puesta en práctica surgió de un proceso participativo del que participaron el Área de Ambiente de CREA, empresarios de la región pertenecientes al Movimiento y el grupo de investigadores del Área de Ecología y Gestión Ambiental de Biodiversidad del INTA.

De este proceso surgieron preguntas de interés, tanto para los productores que deseaban comenzar a cumplir con requerimientos de certificación ambiental, como para CREA y los investigadores involucrados. El protocolo fue diseñado en función de los objetivos derivados de estas preguntas, que fueron acordados entre productores y especialistas, los cuales están centrados en las funciones ecosistémicas que la biodiversidad aporta a la producción.

Las preguntas a las que intenta responder este estudio son las siguientes:

1. ¿Cuál es el nivel de biodiversidad actual del establecimiento luego de su historia de manejo productivo?
2. ¿Cuál es el aporte de la biodiversidad de los espacios con potencial de conservación presentes actualmente dentro del establecimiento?
3. ¿Qué relación guardan estos aportes con respecto a un nivel de referencia estándar de comparación definido para la zona de estudio?

Al traducir estas preguntas a objetivos específicos, se propone:

1. Estimar la diversidad de grupos biológicos funcionales presentes en cada establecimiento y en los distintos espacios con potencial de conservación.
2. Comparar la diversidad de los establecimientos evaluados y de los distintos espacios con potencial de conservación con respecto a un valor de referencia actual e histórico para la región.

En función de los objetivos propuestos se desarrolló el siguiente protocolo donde se detalla qué grupos biológicos es relevante monitorear, en qué momento y en qué sitios del establecimiento realizarlo, así como la metodología y diseño de muestreo empleados en cada caso.

¿Qué grupos biológicos monitorear?

Este protocolo se focaliza en las comunidades de distintos grupos biológicos de flora y fauna relacionados con funciones ecosistémicas clave para la sostenibilidad de la producción agrícola, y que, además, responden a las prácticas de manejo realizadas en los establecimientos y producen cambios en la condición

ambiental local y en la estructura del paisaje a corto y largo plazo (cuadro 1).

¿Cuándo realizar el monitoreo?

La temporada de monitoreo de los grupos biológicos mencionados se extiende de septiembre a abril, es decir, durante la primavera-verano, época de mayor actividad biológica y que coincide con los períodos de reproducción. Durante este período, las especies suelen tener distintos picos de actividad que por lo general coinciden con la mayor disponibilidad de algún recurso limitante, como la presencia de agua y la floración. Debido a esta variabilidad temporal es necesario realizar al menos dos muestreos en septiembre y abril (réplicas temporales) para aumentar la probabilidad de observación, captura o detección de las especies de interés.

¿Dónde monitorear?

Para comenzar, es necesario identificar en el establecimiento todos los espacios no productivos que tengan potencial para la conservación de los grupos biológicos de interés. Éstos se clasifican por su tamaño, forma y función. A partir de una imagen satelital y del conocimiento del propio establecimiento es factible identificarlos (figura 2).

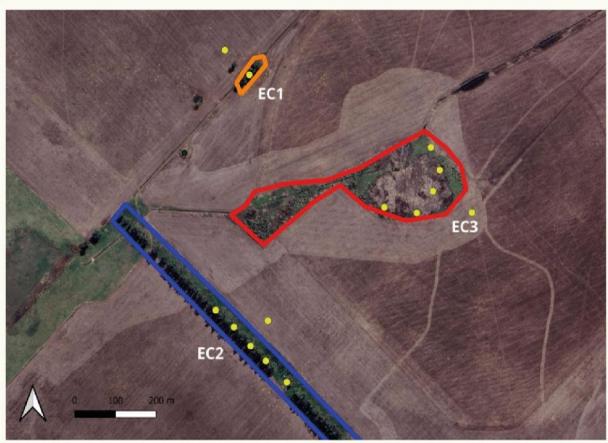
Cuadro 1. Grupos biológicos relevados y su contribución al agroecosistema y la resiliencia ambiental

Grupo biológico	Descripción	Contribución a los agroecosistemas
Vegetación	Especies de herbáceas, arbustos y árboles de crecimiento espontáneo o implantadas cuya cobertura, estructura y composición contribuye a la calidad de los ambientes y determina las comunidades de fauna benéfica asociada.	Recurso y/o hábitat para especies de fauna benéfica.
Aves	Especies de diversos hábitos y comportamientos que utilizan distintos tipos de ambientes, cumplen distintos roles ecológicos y son sensibles a la disminución de recursos, a la pérdida de su hábitat natural, a cambios en el paisaje y a la contaminación ambiental.	Indicadores de calidad ambiental local/paisaje. Control biológico de plagas de insectos. Polinización. Saneamiento ambiental. Dispersión de semillas. Disfrute.
Anfibios	Especies de anuros (ranas y sapos) exclusivamente insectívoros que requieren hábitats acuáticos y terrestres para completar su ciclo de vida. Son muy sensibles a los cambios en las condiciones locales de dichos ambientes y a la conectividad del paisaje, así como a la contaminación ambiental y al cambio climático.	Indicadores de calidad ambiental local/paisaje. Control biológico de plagas. Recurso alimenticio de importancia para aves y reptiles. Ciclado de nutrientes. Saneamiento ambiental.
Artrópodos aéreos	Especies de abejas, avispas, moscas, escarabajos y mariposas diurnas que poseen estrecha relación con la disponibilidad de recursos florales y sitios de nidificación (hábitat) que tienen importancia agronómica por su rol como polinizadores, predadores de plagas o parasitoides, y que son sensibles a la contaminación ambiental.	Indicadores de calidad ambiental local/paisaje. Polinización. Control biológico de plagas. Recurso alimenticio para aves y anfibios.
Artrópodos del suelo	Meso y macro invertebrados del suelo como artrópodos caminadores predadores y detritívoros (tritadores de hojarasca y coprófagos).	Ciclado de nutrientes. Fertilidad y estructura del suelo. Control de plagas.

¿Cómo realizar el monitoreo?

Para realizar el monitoreo es importante conocer las técnicas necesarias para relevar cada grupo biológico, pero también realizar un diseño del muestreo que permita responder nuestras preguntas. En este estudio, luego de identificar los “espacios de conservación”, se seleccionaron tres espacios de cada clase (EC1, EC2 y EC3) por establecimiento (figura 2).

Figura 2. Identificación de los tipos de espacios no productivos con potencial para la conservación de biodiversidad dentro de un establecimiento agropecuario



Referencias: EC1: Parche forestal, EC2: Cortina forestal, EC3: Bajo asociado a canal. En amarillo se observan los puntos de muestreo que conforman las unidades de muestreo en cada espacio de conservación.

Los espacios seleccionados deben estar distanciados al menos 400 metros entre sí para que los muestreos sean independientes. De esta forma, contamos con 3 repeticiones o réplicas por tipo de espacio, lo que permitirá tener una mejor representación de la biodiversidad presente en cada tipo de espacio y establecimiento.

En cada uno de los espacios seleccionados se ubica una “unidad de muestreo” (UM) donde se combinan distintos métodos de muestreo según el grupo biológico (figura 3). En el caso de espacios puntuales (EC1) se dispone una UM simple con un punto o estación de muestreo, mientras que en espacios de mayor superficie o lineales (EC2 y EC3) la UM consistirá en una transecta de 200 metros de largo con cinco puntos de muestreo.

Si hubiera lotes cultivados adyacentes, se deberá incluir un punto de muestreo extra, localizado a 50 metros del borde para el muestreo de artrópodos del suelo, ya que la diversidad de lote puede diferir de la presente en los espacios no productivos.

Métodos de muestreo

Dado que este estudio se focaliza en múltiples especies (comunidades) de distintos grupos biológicos, es necesario utilizar múltiples técnicas combinadas dentro de cada UM que permitan el registro de la mayor cantidad de especies posibles. En este caso, se utilizaron las metodologías rápidas de observación descritas en el Manual de Monitoreo Ambiental Rural de Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), las cua-

Espacios de conservación a monitorear en un establecimiento agropecuario

Dependiendo de la disponibilidad de estos espacios de conservación (EC), el estudio se focaliza en tres tipos de estructuras:

- **EC1: Elementos de área reducida o puntuales que funcionan como refugios de biodiversidad** (por ejemplo, estanques, molinos, pequeños remanentes de vegetación como esquinas de lote o taperas cuya superficie sea menor de una hectárea).
- **EC2: Elementos lineales que funcionan como refugios y pueden favorecer la dispersión de las especies** (borde de cultivo, márgenes de canales, vías vegetadas, franjas intercultivos, cortinas forestales, etc.).
- **EC3: Elementos de mayor área (poligonales) que funcionan como hábitat permanente o temporal** (pastizales, montes, lotes en descanso con vegetación espontánea, bajos, pajonales, humedales, etc.).

les fueron complementadas con técnicas de captura más específicas, definidas por los investigadores expertos en cada grupo biológico. Éstas permiten obtener datos básicos para generar distinto tipo de información. A continuación, se detalla el método utilizado para cada grupo biológico y la información obtenida en cada caso para la estimación de indicadores de biodiversidad.

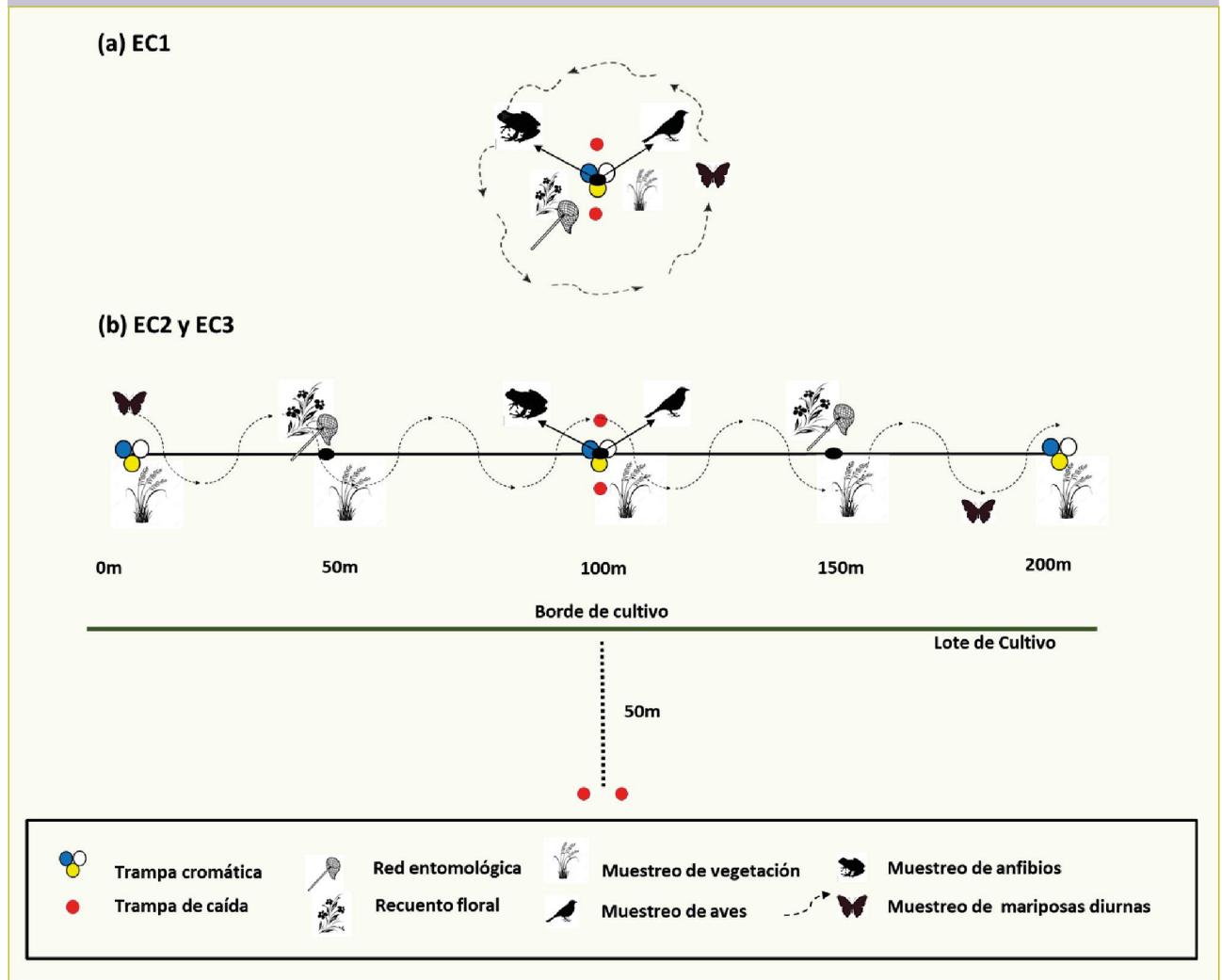
Muestreo de vegetación

Cuadrante por punto: se coloca un cuadrante de 1 m² sistemáticamente 1 metro delante de cada punto o estación de muestreo de la UM (fotos 1 a y b). Se dispone 1 punto por EC1 y 5 para EC2 y EC3 (figura 3). El muestreo de vegetación puede realizarse a lo largo de todo el día.

En cada cuadrante, se registra la proporción de suelo desnudo, materia orgánica seca o mantillo y vegetación viva como medida general de cobertura. Además, se consigna la presencia de especies o familias y su proporción en relación al total de materia viva para determinar la composición específica, el número total de especies (riqueza) y su frecuencia de observación. También se toman fotografías o se herborizan los ejemplares observados para su posterior identificación en caso de no poder determinarlos a campo.

La información registrada, se complementa con registros de presencia de especies realizados en un recorrido aleatorio dentro de los límites de la UM demarcada. **Otras mediciones de interés:** se pueden registrar observaciones acerca del estado fenológico y carac-

Figura 3. Unidades de muestreo utilizadas en espacios no productivos de tipo EC1, EC2 y EC3



terísticas funcionales de las especies halladas que sean de relevancia para otros grupos biológicos.

Materiales necesarios: cuadrante de 1 m², cámara de fotos, planillas para registro por método cuadrante, carpeta para herborizar, guía o App de identificación.

Fotos 1 a y b. Ubicación del cuadrante en el suelo y monitoreo de vegetación



Gentileza: Romina Suárez.

Muestreo de aves

Observación directa por punto y tiempo fijo: se establece un punto de observación en el centro de cada UM (figura 3). Al llegar, se espera tres minutos antes de proceder al registro de las especies. Luego, durante 5 minutos se registran las especies observadas y el número de individuos por especie en un radio de 50 metros a la redonda. Esta toma se complementa con registros auditivos y observaciones aleatorias realizadas en el recorrido entre las UM del establecimiento (foto 2).

El muestreo debe realizarse muy temprano por la mañana o por la tarde procurando evitar condiciones climáticas adversas (lluvias o vientos fuertes). Con los datos registrados, se determina la composición de especies, el número total de especies (su riqueza) y el número total de individuos por especie (abundancia).

Otras observaciones de interés: se puede registrar la presencia de nidos o huevos, individuos muertos, etcétera.

Materiales necesarios: binoculares, planilla de registro, cronómetro, guía o App de identificación.

Foto 2. Muestreo de aves



Gentileza: Romina Suárez.

Muestreo de anfibios

Registro auditivo por punto y tiempo fijo: en cada EC se establece un único punto para registro auditivo por UM. Al llegar a ese punto, se espera unos minutos antes de comenzar el registro. Luego, se relevan durante tres minutos las especies oídas y su nivel de actividad, que adopta un valor de 1 cuando es posible contar cuántos individuos vocalizan claramente; 2 cuando hay algo de solapamiento en las vocalizaciones, o 3 cuando se trata de un coro de individuos y nos da información indirecta de la abundancia de machos de cada especie.

Con los datos registrados, se determina la composición de especies, el número total (riqueza) y una aproximación del nivel de abundancia. Esta información se complementa con los registros obtenidos por encuentro visual dentro de la UM (fotos 3 a y b) y con otros registros auditivos tomados en otros puntos del camino recorrido entre unidades UM. Es importante realizar el muestreo luego de una lluvia y evitar bajas temperaturas o noches ventosas que puedan afectar la detección.

Otras observaciones/mediciones de interés: se puede registrar la calidad de los cuerpos de agua y su estructura vegetal y la presencia de larvas y juveniles observados en el sitio e individuos muertos.

Materiales necesarios: linterna de cabeza, cronómetro, planillas de registro, guía o App de identificación.

Muestreo de artrópodos aéreos

El muestreo de artrópodos aéreos se focaliza en dos grupos: (1) visitantes florales y polinizadores en general y (2) mariposas diurnas. Para el primer grupo se utilizan dos técnicas de captura: trampas cromáticas de bandeja o de caída y captura por red entomológica sobre recurso floral. En el caso de las mariposas diurnas se usa un método de observación directa por tiempo fijo.

Trampas cromáticas de bandeja o caída (pan traps)

Cada trampa consiste en un set de vasos colectores de tres colores (azul, blanco y amarillo) con una capacidad de 150 cc, los cuales son sujetados a un soporte de madera de 1 metro de altura clavado al suelo. Se dispone de una trampa por UM en EC1, y de tres trampas en EC2 y EC3 separadas por 100 metros de distancia. Cada vaso colector es activado con un líquido matador (solución de agua más tensioactivo, por ejemplo, detergente) que se deja en el punto de muestreo por un lapso de 24 horas, lo que asegura un mínimo de 6 horas de luz. Al momento de retirar las trampas, el material colectado en cada UM se cuela y se trasvasa a un fras-

co con etanol al 70% para su posterior procesamiento y determinación bajo lupa en laboratorio, donde se separan e identifican las especies que cumplen con el rol específico de visitante floral (fotos 4 a y b).

Materiales necesarios: por punto de muestreo se requiere una estaca, un set de vasos colectores (de color azul, blanco y amarillo), tres ganchos, 1/2 litro de agua con detergente, un colador, etanol al 70%, un frasco hermético con tapa a rosca y otras herramientas como un barreno y un martillo y planillas de registro.

Captura por red entomológica

En los EC1 se establece un punto de muestreo por red, mientras que en EC2 y EC3 se fijan 2 puntos separados por 100 metros intercalados entre las trampas cromáticas. Alrededor de cada punto se buscan plantas con flor y se efectúan sobre ellas dos golpes de red. El mejor horario para realizar este muestreo es de 10 a 15 horas, momento de mayor actividad de los visitantes florales (foto 5). Luego, la red es colocada dentro de una bolsa negra con un recipiente abierto en

Fotos 3 a y b. Registro visual de anfibios



Gentileza: Romina Suárez.

Fotos 4 a y b. Pan traps utilizadas para el monitoreo de visitantes florales



Gentileza: Romina Suárez.

su interior, de manera que los vapores inmovilicen a los insectos capturados. Este recipiente es un frasco de vidrio de boca ancha con algodón embebido en acetato de etilo (o, en su defecto, acetona) en el fondo. La bolsa se cierra herméticamente y se deja actuar por unos minutos. El material colectado en cada pasada de red se vuelca dentro de un balde con agua y detergente para terminar de inmovilizar a los individuos capturados. El contenido del balde se cuela y se trasvasa a un frasco con etanol al 70% para su posterior procesamiento y determinación bajo lupa en laboratorio, donde se separan e identifican las especies que cumplen específicamente con el rol de visitante floral.

Otras observaciones/mediciones de interés: opcionalmente, se pueden tomar datos de la vegetación donde se aplicó el golpe de red y contabilizar la oferta floral por el número de flores o inflorescencias que contiene.

Foto 5. Muestreo de visitantes florales con red de captura



Gentileza: Marcela I. Sánchez.

Foto 6 a, b, c y d. Mariposas observadas durante los muestreos a campo. En orden de aparición: a) Monarca (*Danaus erippus*), b) Ajedrezada menor (*Burnsius orcynoides*), c) Dama pintada (*Vanessa braziliensis*) y d) Espejitos (*Dione vanillae*).



Gentileza: Romina Suárez.

Materiales necesarios: por punto de muestreo se requiere una red entomológica, un frasco de vidrio, una bolsa de consorcio negra, jarra, colador, pincel y pinzas, piseta con etanol al 70%, un balde, agua con detergente, cintas para demarcar la zona de captura por red, frascos rotulados con tapa a rosca herméticos para almacenar los individuos colectados, planillas de registro.

Observación directa por transecta y tiempo fijo

Se realiza un rastrillaje zigzagante por UM durante 15 minutos registrando las especies de mariposas diurnas adultas observadas.

En los EC1, se recorre el perímetro del espacio, mientras que en EC2 y EC3 se recorre una transecta de 200 metros por 5 metros de ancho pasando por todos los puntos o estaciones de muestreo.

El mejor horario para realizar este procedimiento es de 10 a 15 horas, momento de mayor actividad de las mariposas.

Se registran las especies observadas que utilizan el espacio o que pasan volando, así como el número de individuos de cada especie. Se recomienda sacar fotos para ayudar a la identificación (6 a, b, c y d).

Otras mediciones de interés: opcionalmente, para determinar la calidad del espacio se puede consignar la presencia de plantas nativas nectaríferas y hospederas específicas que este grupo biológico utiliza para alimentarse y reproducirse, así como la presencia de huevos o crisálidas.

Materiales necesarios: cámara de fotos, guía de identificación, cronómetro y planillas de registro.

Muestreo de artrópodos y características del suelo

Trampas de caída (pitfall)

Se coloca un par de trampas de caída distanciadas por 2 metros en un punto, que se complementan con otro par de trampas dispuestas dentro del lote de cultivo más cercano a los 50 metros del borde. De esta forma se obtienen 4 trampas por cada UM.

Las trampas consisten en vasos o frascos plásticos rotulados de 250 cc de capacidad colocados en un pozo hecho con barreno, quedando al ras de suelo (foto 7). Se los llena hasta la mitad con una solución de agua y detergente para romper la tensión superficial evitando así el escape de los ejemplares capturados, y un agregado de alcohol para retardar su descomposición. A cada vaso se le coloca un techo metálico o plástico para evitar la evaporación de la solución o el ingreso de agua de lluvia. Todas las trampas se dejan activas por 5 días. Luego se retiran y se completa el contenido de los frascos con alcohol 96° para preservar las muestras hasta su determinación en laboratorio.

Los especímenes recolectados se separan en *mesofauna* (organismos menores) y *macrofauna* (mayores) utilizando un tamiz de 2 milímetros de poro. Mediante una lupa estereoscópica y guías taxonómicas se los clasifica en órdenes y grandes grupos según sus hábitos alimenticios (detritívoros, fungívoros y predadores) y se contabiliza su abundancia como medida del nivel de actividad biológica.

Materiales necesarios: barreno, frascos plásticos de 250 ml con tapa a rosca (2 por punto de muestreo), marcador indeleble, alcohol 96°, agua con detergente, techos metálicos o plásticos para la protección de trampas (1 por trampa).

Muestreo de suelo y broza

Con el objetivo de caracterizar el ambiente donde fue capturada la meso y macrofauna el monitoreo puede incluir un muestreo de suelo y de broza. Al igual que con las trampas de caída, se establecen dos puntos de muestreo por UM: uno dentro del EC, y el otro, 50 metros dentro del lote de cultivo más cercano.

Se recomienda coleccionar una muestra de los primeros 10 cm de profundidad (aproximadamente 250 cm³) tomada con barreno y guardarla en bolsa de polipropileno rotulada. Posteriormente, se analizarán las propiedades físico-químicas del suelo (textura, pH, Conductividad Eléctrica, Carbono Orgánico).

En el mismo lugar en el que se hace el muestreo de suelo, se debe recolectar manualmente la broza (hojas,

ramitas, semillas, frutos, restos de cultivo) evitando coleccionar partículas de suelo. Para determinar la superficie de recolección se utiliza un cuadrante de 40 x 10 cm, con ayuda de una pala de mano. Se recomienda guardar todo el material en una bolsa de papel madera rotulada. Una vez en el laboratorio, la muestra se seca para saber la cantidad de biomasa vegetal seca que corresponde a la superficie del cuadrante y se analiza su calidad (carbono, nitrógeno, lignina).

Materiales necesarios: barreno, bolsas de plástico, frascos plásticos de 250 ml con tapa a rosca (2 por punto de muestreo), alcohol 96°, agua con detergente, techos metálicos o plásticos para la protección de trampas (1 por trampa), bolsas de papel madera, marcador indeleble, cuadrante de 40 x 10 cm y pala de mano.

Foto 7. Colocación de trampas de caída (pitfall) utilizadas para el muestreo de artrópodos del suelo



Gentileza: Marcela I. Sánchez y Jimena Damonte.

Foto 8. Muestreo del suelo



Gentileza: Jimena Damonte.

¿Cómo interpretar los datos obtenidos?

La verdadera relevancia de un monitoreo de biodiversidad radica en el análisis e interpretación de los datos obtenidos, que los convierte en información significativa capaz de responder las preguntas planteadas inicialmente. Para ello, es necesario definir alguna clase de indicador que se ajuste a la pregunta y a la escala de comparación que plantea.

En el caso de este monitoreo de estado base, a partir de los datos registrados y de un simple procesamiento se puede definir a la *riqueza* como un indicador sencillo de la diversidad de especies para cada grupo biológico, el cual, además, permite identificar la composición, es decir, cuáles especies están presentes en la comunidad biológica del establecimiento y en cada tipo de espacio relevado.

La riqueza se estima como el número total de especies presentes del grupo de interés. Así, por ejemplo, es posible determinar la riqueza de visitantes florales polinizadores o la riqueza de anfibios por establecimiento utilizando los datos colectados en todos los espacios y obtener un valor por tipo de espacio para analizar cuál de los espacios no productivos aporta mayor diversidad de polinizadores y resulta interesante conservar.

En el caso de la composición de especies sólo se debe realizar una lista de las especies presentes por establecimiento y por espacio. Esta información, a su vez, complementa el dato de la riqueza.

Una vez que tenemos los valores de las variables indicadoras (riqueza y composición), es necesario definir cuál es el valor de referencia que nos permite evaluar el estado de biodiversidad del establecimiento o de un espacio de conservación determinado en un cierto contexto. Para el primer caso, podemos considerar el conjunto de datos del total de los establecimientos productivos estudiados en la región y calcular un valor de riqueza máxima esperada para la zona, o bien determinarlo a través de una búsqueda de bases de datos. De este modo, si el valor de riqueza de un establecimiento estuviera por debajo del valor esperado, eso indicaría que dicho establecimiento presenta un menor estado de conservación de biodiversidad y que, por lo tanto, requiere un plan de restauración y mejora de sus espacios.

Consideraciones finales

El protocolo de monitoreo de biodiversidad propuesto en este documento tiene como objetivo principal ofrecer algunas pautas generales para conocer el estado o línea de base actual de la biodiversidad presente en

un establecimiento o en sus espacios no productivos. Constituye el punto de partida de un plan de acción en el que se deben establecer objetivos de mejora a corto y largo plazo, orientados a la conservación o recuperación de especies benéficas de los diversos grupos biológicos que contribuyen a la sostenibilidad de la producción y a la resiliencia del agroecosistema. Por lo tanto, permite establecer los primeros pasos a seguir en el proceso de mejora que se proponga cada productor.

Se recomienda que este proceso sea abordado por el productor junto con expertos en biodiversidad que sean especialistas en los grupos biológicos de interés para la zona. Asimismo, es esperable que el proceso sea repetido en el tiempo para evaluar la evolución de las prácticas de manejo o mejoras implementadas.

Idealmente, un monitoreo debe tener mediciones anuales y la posibilidad de interpretar los datos colectados al cabo un período de 3 a 5 años para apreciar una respuesta de la biodiversidad.

Protocolo general de monitoreo de biodiversidad en campos agrícolas/ganaderos del NOA y centro de la Argentina

■ **Dra. Natacha Chacoff, Dra. Roxana Aragón, Dra. Carolina Monmany Garzia, Dra. Sofía Nanni, G. Dra. Giselle Mangini, Dr. Facundo Gandoy**

Instituto de Ecología Regional de la Universidad Nacional de Tucumán-CONICET.

■ **Lic. Mayra Varela Ituarte**

Área de Ambiente, Unidad de Investigación y Desarrollo de CREA.

■ **Dra. Cecilia Casas.**

*IFEVA, Universidad de Buenos Aires, CONICET
Departamento de Recursos Naturales y Ambiente de la
Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.*

■ **Lic. Manuel Sferco**

*Departamento de Recursos Naturales y Ambiente de la
Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.*

■ **Ing. Agr. Federico Fritz**

*Área de Ambiente, Unidad de Investigación y
Desarrollo de CREA.
Departamento de Recursos Naturales y Ambiente de la
Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.*

El propósito de este apartado es presentar un protocolo de monitoreo ágil de diferentes grupos biológicos que pueda ser implementado por una variedad de actores, tales como investigadores, agentes de extensión, productores, estudiantes y otros. Se sugiere que su implementación a campo sea realizada por técnicos capacitados, de ser posible, con la participación de productores y personal de los establecimientos que genere un diseño colaborativo.

En el diseño de este protocolo se consultaron las guías realizadas por la ONUAA o FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) y artículos científicos. Aportamos, además, nuestra propia experiencia de campo.

¿Qué grupos biológicos monitorear?

Polinizadores

Dada la importancia de los polinizadores como proveedores de un servicio ecosistémico clave, es necesario desarrollar un programa de monitoreo para interpretar las tendencias en su diversidad y abundancia. Su falta impide identificar un posible declive en este servicio ecosistémico y las estrategias necesarias para mejorarlo.

Organismos del suelo

Diversos organismos intervienen en procesos clave del suelo, tales como el ciclado de nutrientes, la infiltración de agua, la porosidad, y los cambios en el pH. La descomposición de la materia orgánica ocurre principalmente por la actividad enzimática de bacterias y hongos, pero parte de la mesofauna (0,1 y 2 mm) y macrofauna (mayor de 2 mm) interviene en la trituración y transformación de la hojarasca, que la vuelve más accesible a los descomponedores.

Prácticas agrícolas como la diversificación de cultivos o el uso de cultivos de cobertura favorecen la llegada de la hojarasca al suelo en distintos momentos y con distinta calidad y proveen las condiciones para la coexistencia de organismos que, a su vez, afectan las condiciones físico-químicas del suelo.

Propiedades del suelo

Las propiedades del suelo -materia orgánica, textura, conductividad eléctrica, pH- son fundamentales para entender su relación con la diversidad de meso y macrofauna, ya que estas características influyen en las condiciones ambientales y en la disponibilidad de recursos. La materia orgánica proporciona nutrientes y energía, mejorando la estructura del suelo y creando hábitats adecuados. La textura del suelo afecta a la

porosidad, la retención de agua y la aireación, factores clave para diferentes organismos. El pH, por su parte, determina la disponibilidad de nutrientes y las condiciones químicas del suelo. Evaluar estas propiedades es esencial para comprender cómo el suelo sustenta la vida y cómo se lo debe manejar para conservar o mejorar su biodiversidad.

Broza

La cantidad y calidad de la broza (hojarasca que llega al suelo) determinan la abundancia, composición y diversidad de organismos del suelo. Además de constituir un “recurso” para los descomponedores, la broza influye sobre variables microambientales, como la temperatura y la humedad del suelo, que, a su vez, pueden afectar a la diversidad y composición de la fauna edáfica. También es importante identificar su dinámica estacional, sobre todo en ambientes cultivados porque puede modificarse sustancialmente a lo largo del ciclo del cultivo. Por todo esto es importante contar con información acerca de la cantidad y calidad de la broza al tiempo que se avanza en el monitoreo de los organismos del suelo.

Mamíferos de mediano y gran tamaño

Los mamíferos de mediano y gran tamaño (MMG) son excelentes indicadores de conservación, debido a sus requerimientos de espacio, que los convierte en especies “paraguas” (Caro & O’Doherty, 1999). Además, su rol como moderador de diversas funciones y procesos ecológicos determina que sean “especies clave” (Keystone species, Terborgh et al., 1999), así como su sensibilidad a las actividades antrópicas (especialmente la pérdida de hábitats y cacería, Cardillo et al., 2005). En la Argentina, una de cada cuatro especies de mamíferos se encuentra amenazada, siendo las amenazas más frecuentes la pérdida y degradación de hábitats o la fragmentación de poblaciones (SAyDS-SAREM, 2019). En ambientes productivos la cantidad de área natural es un factor limitante para estas especies (Nanni et al., 2021).

Aves

La comunidad de aves es diversa, por lo que sus especies ocupan la mayor parte de los ambientes, siendo relativamente fáciles de reconocer y registrar. Las aves desempeñan funciones ecológicas fundamentales, como el control de insectos y roedores, la polinización y la dispersión de semillas. También evitan la propagación de parásitos y enfermedades al alimentarse de carroña; sin embargo, algunas especies pueden volverse perjudiciales para las actividades agrícolas si sus poblaciones experi-

mentan un gran crecimiento demográfico. Así, conocer la avifauna y sus cambios a lo largo del tiempo permite reconocer aspectos positivos o negativos (inestabilidades o deficiencias) en el ecosistema.

Vegetación

La vegetación y la fauna tienen una relación de interdependencia mutua. La vegetación funciona como fuente de alimento y refugio para la fauna, y a su vez depende de ésta para reproducirse y dispersarse. Por ello, es importante realizar una rápida caracterización de la vegetación que permita entender y asociar la presencia de la fauna registrada a un ambiente determinado y los procesos ecológicos que ocurren en un área específica.

Selección de sitios a monitorear

En cada establecimiento se identifican sitios de muestreo en distintos tipos de ambientes, los cuales influyen en los grupos biológicos de interés. Esta selección se lleva a cabo entre investigadores y productores en reuniones y mediante encuestas para lograr un diseño factible a campo.

Los ambientes incluyen: i) áreas naturales (bosques u otros remanentes); ii) áreas de pasturas, iii); áreas de cultivo, y iv) áreas abiertas. En algunos casos es importante diferenciar la configuración de alguno de estos usos (por ejemplo, un bosque lineal muy angosto no es ideal para el relevamiento de mamíferos).



Gentileza: Valentina Irrazábal.

En total, se determina un mínimo de dos y un máximo de cuatro tipos de ambiente por establecimiento de acuerdo con la disponibilidad. Para cada ambiente se seleccionan como mínimo dos unidades representativas que funcionan como réplicas.

Para unificar terminología al momento del monitoreo, debe prestarse especial atención al etiquetado de las muestras. Los ambientes seleccionados se pueden nombrar de la siguiente manera, tanto en las etiquetas colocadas a las muestras como en las planillas de datos:

Bosque: áreas naturales cubiertas por vegetación leñosa, representada tanto por bosques continuos como por fragmentos o parches y elementos lineales (cortinas, corredores o remanentes de bosques ribereños). En el caso de que en un establecimiento se encuentre más de una configuración de bosque (por ejemplo, un fragmento y un elemento lineal) se los denominará Bosque 1 y Bosque 2.

Pastura: áreas productivas en predios ganaderos. Este ambiente es, por lo general, homogéneo y está dominado por pasturas implantadas o nativas.

Cultivo: áreas productivas en predios agrícolas. Este ambiente es homogéneo y está dominado por un tipo de cultivo.

Área abierta: áreas no productivas, con vegetación herbácea, que pueden incluir algunos árboles y reservorios de agua. Este ambiente puede ser variable en cuanto a sus características y extensión.

Diseño general del muestreo

Dentro de cada establecimiento, las dos unidades por ambiente deben estar separadas por, al menos, 200 metros. Dentro de cada unidad se traza una transecta de 100 metros de largo, que representa la unidad de muestreo. A lo largo de estas transectas se lleva a cabo el monitoreo de los grupos biológicos seleccionados, pudiendo ampliarse el número de unidades de muestreo por ambiente según se considere pertinente (figura 4).

Manejo de los establecimientos: además de los muestreos estandarizados, se propone realizar una categorización rápida de diferentes aspectos vinculados al manejo cultural y productivo de cada establecimiento que podrían afectar a la biodiversidad presente (ver cuadro 2).

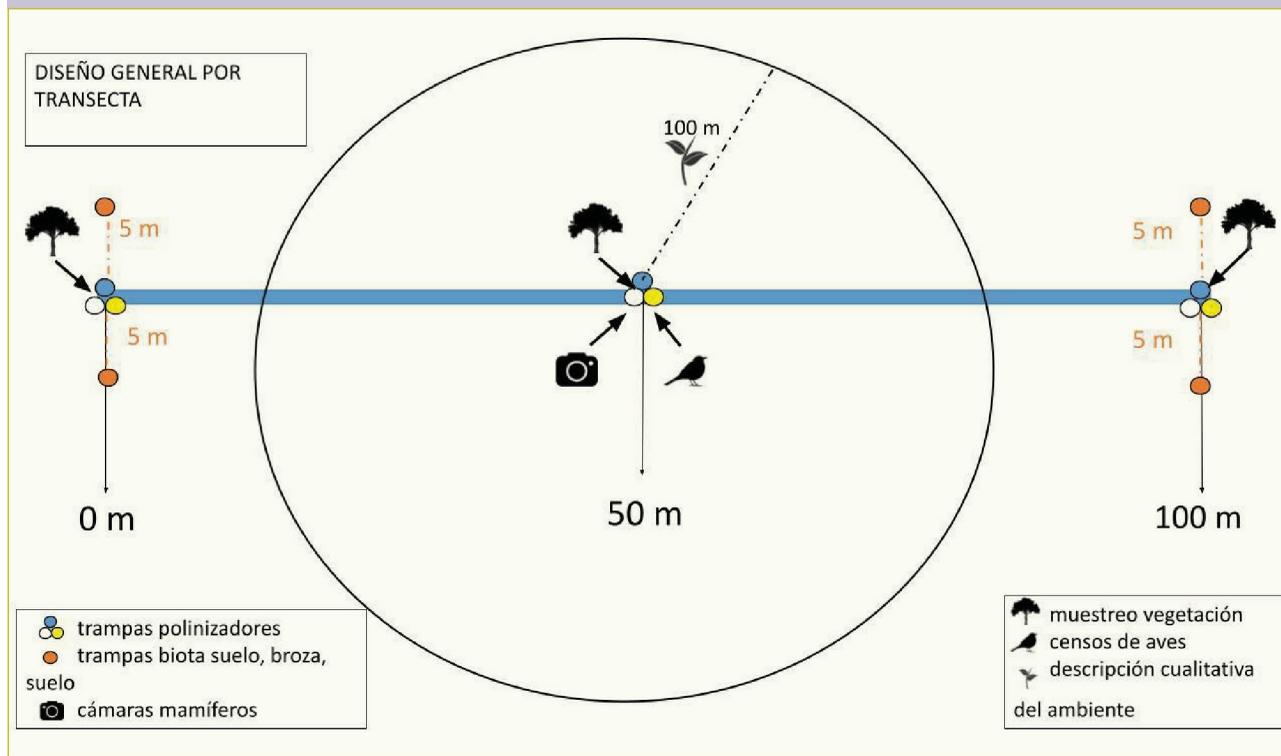
Monitoreo de polinizadores

A lo largo de cada transecta se establecen tres estaciones de muestreo separadas cada 50 metros, cada una de las cuales consta de un triplete de trampas de caída (figura 4).

Cuadro 2. Criterios para el manejo de diferentes aspectos que pueden influenciar la biodiversidad

Aspectos por evaluar	Contribución a los agroecosistemas
Presencia de cartuchos usados para la caza.	Sí/No
Presencia de huellas de animales.	Sí/No Cuáles
Presencia de animales domésticos sueltos.	Sí/No/ Pocos/ Muchos [1-2 o >5]
Cartelería de "Prohibido Cazar".	Sí/No
Cartelería con certificaciones.	Sí/No
Presencia de tachos de agroquímicos no almacenados en el lugar correspondiente.	Sí/No
Presencia de árboles muertos en pie en la zona contigua a las áreas productivas.	Sí/No
Presencia de animales silvestres muertos.	Sí/No
Descripción de los cuerpos de agua artificiales o naturales existentes.	*Evidencia de floración excesiva de algas, por ejemplo, superficie de un espejo de agua cubierta de algas [Sí/No] *Contaminación de cuerpo de agua por deriva de fluidos o residuos indeseables [Sí/No] *En caso de existir tanque australiano o similar, ¿posee rampas de auxilio para que los animales puedan salir? [Sí/No]
Utilización de cuerpos de agua naturales	El establecimiento utiliza el agua de ríos y/o arroyos y/o agua subterránea bajo algún control de caudal (Sí/No). Su principal uso es para riego de cultivos/bebederos para ganado/uso doméstico.

Figura 4. Esquema general de una unidad de muestreo utilizada para el monitoreo de polinizadores, organismos de suelo, propiedades del suelo y broza, mamíferos de mediano y gran tamaño, aves y vegetación



Referencias: Polinizadores: representados por tres círculos de diferente color dispuestos en un triángulo; Organismos del suelo, propiedades del suelo y broza: representados por círculos de color naranja; Mamíferos de mediano y gran tamaño: representados por la imagen de una cámara; Aves: representadas por el dibujo de un ave, y Vegetación: representada por árboles en ambiente boscosos y por una planta en ambientes no boscosos. Este esquema general se desarrolla a lo largo de este documento.

Trampas de caída (o Pan traps)

Por cada estación de muestreo se usa un triplete de vasos de colores (azul, blanco y amarillo) con una capacidad de 150 a 200 cc (fotos 9 a, b y c). En cada vaso se colocan 100 cc de agua y unas gotas de detergente neutro (que sirve para romper la tensión superficial del agua). Estos vasos se disponen colgados de árboles o con una estaca a una altura de aproximadamente 1 metro del suelo (entre 0,50 a 1,30 m) a fin de atrapar sólo insectos voladores.

Cada triplete de vasos debe permanecer en el campo por un mínimo de 30 horas. Durante ese tiempo, las temperaturas diurnas no deberán ser menores de 10 grados, los días deben ser mayormente soleados y no presentar viento extremo durante gran parte del tiempo. De esta manera se asegura que las trampas estén disponibles durante dos días a campo. Finalizadas las 30 horas el material que se encuentra en los tres vasos se cuela y se coloca en un solo frasco con alcohol etílico 96%.

Etiquetado de muestras

Los frascos deben ser etiquetados con la siguiente información: grupo muestreado (Polinizadores), nombre del establecimiento, ambiente y unidad relevada (BOSQUE 1 o 2, PASTURA 1 o 2, CULTIVO 1 o 2, ÁREA ABIERTA 1 o 2), número de la estación (1 a 3) y fecha de colecta. Ej: Polinizadores, Finca El Estribo, Pastura 1, Estación 1, 13/nov/23.

Fotos 9 a, b y c. Pan traps para el muestreo de polinizadores. Una vez expuestas las trampas, el material es colado (abajo izquierda) y colocado en un frasco etiquetado (abajo derecha).



Momento de muestreo

Se deben realizar dos muestreos: uno en primavera (octubre-noviembre) y otro en verano (enero-febrero).

Material necesario

Para cada transecta se utilizan nueve (9) vasos en total (tres de cada color), alambre maleable para mantenerlos unidos, estacas de hierro (sólo si los vasos no van colgando), bidones con agua, detergente, colador, alcohol etílico 96%, etiquetas adhesivas, tres frascos de tipo orina para cada transecta.

Procesamiento de las muestras

El contenido de cada frasco se separa en *polinizadores* y *no polinizadores*. Se consideran polinizadores los insectos pertenecientes a los siguientes grupos taxonómicos: abejas (Hymenoptera de las familias: Apidae, Megachilidae, Halictidae, Colletidae, Anthophoridae, Andrenidae, Vespidae y Pompilidae), dípteros (familias Syrphidae y Bombyliidae) y coleópteros (familias Coccinellidae y Chrysomelidae). Este material debe ser correctamente identificado por personal capacitado mediante el uso de claves taxonómicas y lupa estereoscópica (Nota: estos no son los únicos insectos considerados polinizadores, sin embargo, son los que revisten mayor interés por su función de polinización y porque se conservan bien en alcohol, a diferencia de lo que ocurre, por ejemplo, con las mariposas, que se dañan sensiblemente en alcohol, lo que dificulta su posterior determinación).

Una vez determinado taxonómicamente (en género o especie) el material de los polinizadores es almacenado en una colección entomológica. A los fines de este monitoreo los grupos de insectos restantes son considerados no polinizadores. Los ejemplares de insectos considerados no polinizadores son identificados hasta la categoría Orden taxonómico (e.g. Lepidoptera, otros Coleoptera, Ortoptera, etc.). Toda esta información se vuelca en una planilla Excel para obtener los datos de abundancia y riqueza de polinizadores y no polinizadores.

Monitoreo de la salud del suelo

Se monitorea la biota (meso y macrofauna), la broza (hojarasca o restos vegetales sobre el suelo) y las características físico-químicas del suelo.

Meso y macrofauna

En ambos extremos de la transecta de 100 metros se establecen dos estaciones de muestreo. Cada una de

ellas consta de un par de trampas de caída dispuestas a cinco metros en cada extremo de la transecta (figura 4).

Trampas de caída (o pitfall traps)

Se debe utilizar vasos de aproximadamente 200 cc, que contengan aproximadamente 50 cc de agua (menos de la mitad del envase) y algunas gotas de detergente o glicol (que limitan la evaporación y rompen la tensión superficial).

Los vasos se entierran a ras del suelo (la perforación puede efectuarse con barreno o un cilindro a una profundidad de aproximadamente 10 cm; foto 10 a y b) para capturar sólo insectos caminadores. Estos vasos deben permanecer aproximadamente 30 horas bajo las mismas condiciones meteorológicas recomendadas para el muestreo de polinizadores. Finalizado este tiempo, el material de cada estación de muestreo (par de vasos) se cuele (tamaño de malla de aproximadamente 1 mm) y se coloca en un frasco estéril con alcohol etílico al 96%.

Etiquetado de muestras

Los frascos se deben etiquetar con la siguiente información: grupo muestreado (biota del suelo), nombre del establecimiento, ambiente y unidad espacial relevada, número de la estación (1 a 2), muestra por estación (A o B) y la fecha de colecta. Ej: Biota suelo, Finca El Estribo, Pastura 1, Estación 1, B, 13/nov/23.

Materiales necesarios

Cuatro (4) trampas de caída (vasos) por cada ambiente o tratamiento, detergente neutro o etilenglicol, pinzas, colador (malla de 1mm), recipientes (frascos estériles), y marcadores indelebles para etiquetar.

Momento del muestreo

Idealmente, dos veces al año en la estación seca (primavera) y en la lluviosa (fin del verano) dependiendo de las condiciones del cultivo y de la zona.

Procesamiento de las muestras

Los especímenes colectados se clasifican en mesofauna (organismos menores de 2 mm) y macrofauna (mayores de 2 mm). La mesofauna es clasificada en tres grupos en función de sus hábitos alimenticios. Se distinguen los colémbolos (Hexapoda: Collembola), mayormente fungívoros; los ácaros (Arachnida: Acari) Oribatidos (detritívoros) y los ácaros Mesostigmata y Prostigmata (depredadores). El resto se considera un solo grupo heterogéneo (“Otros”) y puede incluir pseudoscorpiones, miriápodos y oligoquetos.

Dentro de la macrofauna se distinguen los siguientes grandes grupos: lombrices de tierra (Annelida: Oligo-

chaeta: Haplotaxida: Lumbricina), hormigas (Arthropoda: Hexapoda: Hymenoptera: Formicidae), escarabajos (Arthropoda: Hexapoda: Coleoptera), termitas (Arthropoda: Hexapoda: Isoptera), arañas, escorpiones y opiliones (Arthropoda: Chelicerata: Arachnida), ciempiés (Arthropoda: Myriapoda: Chilopoda) y milpiés (Arthropoda: Myriapoda: Diplopoda), bichos bolita (Arthropoda: Crustacea: Isopoda), caracoles y babosas (Mollusca: Gastropoda), entre otros.

La información se vuelca en una planilla Excel de la cual surgen datos de abundancia por grupo, tanto pel suelo y se colecta todo el material que cae dentro de él (hojas, ramitas, semillas, frutos, restos de cultivo) evitando colectar partículas de suelo. Se usan dos cuadrantes por estación de muestreo (0 y 100 m de la transecta), es decir cuatro cuadrantes por transecta. El material se cara la meso como para la macrofauna.

Método para la colecta de la broza

La colecta de broza se realiza en cuadrados de 30 x 30 cm dispuestos en puntos cercanos a los sitios donde fueron instaladas las trampas de caída para la biota del suelo. El cuadrante se dispone sobre oloca en bolsas de plástico etiquetadas de manera similar a la de las muestras de suelo.

Procesamiento de las muestras

El material colectado se limpia para minimizar la cantidad de restos de suelo (se puede usar un tamiz, pero hay que evitar romper la broza). Luego, se lo seca a 60° C por al menos 12 horas y se lo pesa. Parte del material seco es molido (aproximadamente 10 gramos) para realizar los análisis químicos: carbono orgánico oxidable (COx; IRAM/SAGyP 29571-3, 2016) y nitró-

Fotos 10 a y b. Trampa de caída (izquierda) y obtención de muestra con barreno de suelo (derecha)



geno total (Nt; FAO, 2021). Toda la información es volcada en una planilla Excel donde se registra la información de peso seco de broza y el contenido de carbono y nitrógeno.

Extracción de muestras de suelo

La colección de muestras de suelo se realiza usando las perforaciones de 10 cm realizadas para colocar las trampas de caída para el muestreo de biota. Cada transecta consta de dos estaciones de muestreo (a 0 y a 100 metros) de dos muestras cada una, si bien luego se homogeneizan y se unen antes de realizar el análisis físico-químico.

El material obtenido se coloca en doble bolsa de plástico y se etiqueta con marcador indeleble. Se aconseja conservar en un lugar fresco y sombreado o en recipiente cerrado para evitar la pérdida de humedad. El peso húmedo de la muestra debe ser registrado tan inmediatamente como sea posible. Luego, se vuelven a guardar las muestras en bolsas para su procesamiento en laboratorio. Las muestras de suelo se etiquetan de la misma forma que los frascos que contienen las muestras de los organismos del suelo.

Procesamiento de las muestras

En laboratorio las muestras se secan a 60°C durante al menos 12 horas o bien hasta alcanzar el peso constante; luego se pesan obteniendo el porcentaje de humedad. Se sugiere que los análisis físico-químicos incluyan: textura (Granulometría: arena, limo y arcilla en porcentaje con el método de Bouyoucos), Carbono orgánico total y particulado (por fraccionamiento físico, y Walkley a Black), pH y Conductividad (ambos en suspensión 1:2,5 de suelo en agua destilada).

Monitoreo de mamíferos de mediano y gran tamaño

Se establecen cámaras-trampa sólo en ambientes correspondientes a bosque, representando, si los hubiera, tanto elementos lineales (es decir, cortinas) como fragmentos. De este modo, se disponen dos a tres cámaras-trampa por establecimiento, lo más cerca posible de las transectas establecidas para el muestreo de los demás grupos biológicos, pero priorizando sitios de paso de este grupo de especies (picadas, áreas abiertas, caminos angostos, según criterio experto). Las cámaras deben permanecer activas durante 60 días, registrando los individuos que cruzan el área de la cámara e información relevante como fecha, hora y temperatura.

Es importante destacar que estos relevamientos se realizan sólo en establecimientos que dispongan de, al menos, un 10% de área natural, lo que se considera un requerimiento mínimo de hábitat para estas especies, aunque este porcentaje es variable y, en general, suele ser superior, sobre todo en el caso de especies de mayor tamaño.

Material necesario

Dos a tres cámaras por establecimiento (dependiendo de los ambientes presentes en cada uno); 6/8 pilas AA (de más de 2000 Amperios); 2 a 3 tarjetas de memoria SD de al menos 16 gigabytes; etiquetas para anotar información y contactos en caso de pérdida/robo.

Momento del muestreo

El muestreo puede realizarse en cualquier época del año, por lo que se sugiere coordinar con el resto de los grupos a estudiar. De todos modos, la estación del año en la que se realiza el muestreo debe tenerse en cuenta en los análisis posteriores.

Procesamiento de las muestras

Una vez colectadas las cámaras, las memorias son analizadas en una computadora. Se evalúa cada imagen, identificando los individuos registrados y etiquetando cada fotografía con la especie presente a través de algún programa que permita incorporar esta información como metadato en la imagen (como digiKam). De esta manera, es posible realizar posteriormente diversos análisis en software de acceso libre como R Studio, mediante el cual se pueden calcular medidas de diversidad, como riqueza, abundancia (medida como frecuencia de registros) y composición de la comunidad. La selección de estos análisis depende de los objetivos específicos del monitoreo.

Monitoreo de aves

Dentro de cada establecimiento se establecen en los distintos ambientes cinco puntos fijos de conteo de 10 minutos de duración. Dos de esos puntos se disponen en las transectas de 100 metros. Un único observador se encarga de relevar cada punto y registra todas las especies e individuos detectados (vistos u oídos) en 100 metros a la redonda, incluyendo aquellos que sobrevuelan el área. Los puntos deben estar separados por al menos 300 metros entre sí. Para realizar los muestreos es importante evitar condiciones climáticas adversas (lluvias o vientos fuertes).

En cada punto se registra: i) el establecimiento donde se realiza el monitoreo; ii) la identidad del observador; iii) el ambiente al que corresponde el punto de ob-

servación; iv) fecha y hora de inicio del muestreo (desde el amanecer hasta 4 horas posteriores, y luego 3 horas antes del atardecer); v) velocidad del viento según escala de Beaufort (de 0 a 5); iv) distancia desde el observador hasta cada ave observada en cuatro franjas de 25 metros (0-25, 25-50, 50-75, 75-100; esto permite corregir abundancia por detectabilidad y la cantidad de individuos de cada especie en las diferentes franjas de distancia), y vii) luego de los 10 minutos de observación de las aves se debe realizar una estimación de las características del ambiente relevado en un radio de 100 metros, consignando el porcentaje de cobertura de la superficie de cada una de las siguientes categorías:

- **Agua.** Todas las aguas estancadas abiertas (por ejemplo, lagos, humedales) o ríos
- **Arbol+15.** Cobertura de árboles mayores de 15 metros de altura
- **Arbol-15.** Cobertura de árboles de entre 3 y 15 metros de altura
- **Arbustos.** Vegetación arbustiva de <3 m de altura
- **Pasto o vegetación similar**
- **Cultivo agrícolas o tierras en descanso.** Por ejemplo, tierra, rastrojo.
- **Suelo desnudo - Arena, roca, etc.**
- **Camino-Caminos vehiculares** (tierra, ripio, pavimento)
- **Obra-Construcciones**
- **Otro-Especificar cualquier otro ambiente relevante**

Observaciones por fuera de los puntos de conteo

Como complemento a los puntos de conteo fijo se registran especies de aves observadas o escuchadas durante la permanencia en el establecimiento para elaborar un listado completo. Ello implica estar permanentemente atento a la aparición de otras especies, incluso durante la noche.

Carga de datos

En tablas de Excel se genera un listado de las especies registradas en los muestreos por puntos. Los datos son, además, cargados en la plataforma de ciencia ciudadana de *Ebird* (www.ebird.org), previa autorización de los encargados del campo. Para cada establecimiento se genera un reporte de viaje donde se compila la lista completa de aves observadas. Para cada punto de 10 minutos se realiza una lista con protocolo de “lista completa” o “estacionaria” donde se cargan todas las especies e individuos registrados marcando con un asterisco aquellos identificados dentro de los 100 metros de radio. Adicionalmente, las especies de aves registradas por fuera de

los puntos de muestreo deben ser cargadas en la plataforma mediante una lista de protocolo “incidental”.

Todas las listas deben ser compartidas con el usuario de InBioAgro. Las ventajas de utilizar este sistema es el fácil y libre acceso de los propietarios a la información de manera visual y práctica, mientras se contribuye a alimentar una base de datos de ciencia ciudadana y al GBIF (Global Biodiversity Facility).

Momento de realización del monitoreo

Época reproductiva de las aves en la Argentina (septiembre a marzo).

Material necesario

Binoculares, cronómetro, planillas, lápiz/lapicera, GPS o celular con ubicación de los puntos de muestreo.

Monitoreo de la vegetación

En establecimientos con bosque se establecen tres estaciones de muestreo a lo largo de cada transecta de 100 metros de largo, separadas por 50 metros (figura 4). En cada estación se trazan dos líneas perpendiculares, una con orientación Norte-Sur y la otra Este-Oeste, que definen cuatro cuadrantes. Dentro de cada cuadrante se identifica el árbol más cercano al punto central, cuyo diámetro a la altura del pecho (DAP) sea mayor de 10 cm, totalizando cuatro árboles por estación (12 por transecta).

Cada uno de estos árboles es identificado a nivel de especie y marcado con un ID numérico único. De no ser reconocido a campo se deberán tomar fotografías de la corteza, de las hojas y de cualquier detalle que ayude a su posterior identificación (ver <http://www2.darwin.edu.ar>). Además, se mide la distancia en línea recta de cada árbol con respecto al punto central y su DAP. Por otro lado, considerando la copa como un 100%, se registra la proporción que representa cada una de las siguientes fenofases: hojas jóvenes en crecimiento, hojas maduras, pimpollos, frutos maduros e inmaduros en cada árbol y ramas muertas. Reencontrar los árboles en cada visita será clave para entender la dinámica del bosque, qué individuos perecen y cuáles son sus características. Con los datos obtenidos de este muestreo se determina la diversidad y abundancia de especies arbóreas, la especie dominante y el diámetro promedio por especie, además de obtener información parcial de la fenología de las especies arbóreas para cada establecimiento.

Momento para realizar el monitoreo

El monitoreo se puede realizar en cualquier época del año en coincidencia con el resto de los muestreos,

siendo necesaria una nueva evaluación fenológica de los árboles marcados para obtener información de fenología y estado de salud general.

Material necesario

Binoculares, cintas métricas, tags con ID única, clavos y martillo.

Ambientes no boscosos

Algunos establecimientos no poseen bosque. En ellos se utilizan los datos de las características ambientales medidas durante los relevamientos de aves para identificar cómo se compone cada unidad de ambiente (ver Monitoreo de aves). Esto permitirá estimar con un mínimo de cinco puntos por ambiente, en qué porcentajes se ven representadas las unidades arbustivas, pastos, árboles bajos y/o altos, etcétera.

Línea de base de biodiversidad de establecimientos piloto CREA de la región chaqueña

- **Dra. Natacha Chacoff, Dra. Roxana Aragón, Dra. Carolina Monmany Garzia, Dra. Sofía Nanni, G. Dra. Giselle Mangini, Dr. Facundo Gandoy**

Instituto de Ecología Regional, Universidad Nacional de Tucumán-CONICET.

- **Lic. Mayra Varela Ituarte**

Área de Ambiente, Unidad de Investigación y Desarrollo de CREA.

- **Dra. Cecilia Casas**

Departamento de Recursos Naturales y Ambiente de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. IFEVA-CONICET.

- **Lic. Manuel Sferco**

Departamento de Recursos Naturales y Ambiente de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

- **Ing. Agr. Federico Fritz**

*Área de Ambiente, Unidad de Investigación y Desarrollo de CREA.
Departamento de Recursos Naturales y Ambiente de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.*

Como parte de la implementación de actividades del proyecto InBioAgro (ver capítulo 1), el presente artículo

presenta los resultados del monitoreo realizado en la región chaqueña con el fin de evaluar el estado base de biodiversidad en 12 establecimientos piloto CREA ubicados en las ecorregiones Chaco Seco y Espinal (figura 5). Esta etapa del proyecto, coordinado por el Área de Ambiente de CREA en colaboración con el Instituto de Ecología Regional de Tucumán (IER-CONICET), fue financiada por Land Innovation Fund (LIF).

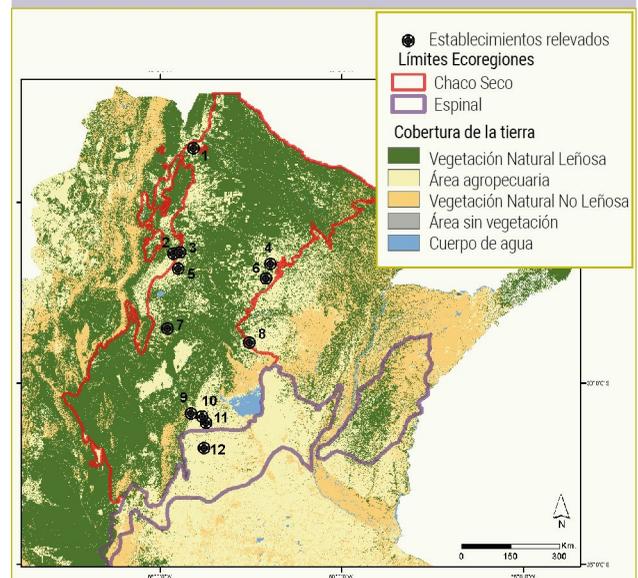
A través de la elaboración de un protocolo de monitoreo de biodiversidad (“Protocolo general de monitoreo de biodiversidad en campos agrícolas/ganaderos del NOA y centro de la Argentina” de este mismo capítulo) se relevaron diversos grupos biológicos de flora y fauna que incluyen vegetación, insectos polinizadores, mesofauna del suelo, aves y mamíferos medianos y grandes. En cada establecimiento se seleccionaron sitios de muestreo que representan los diversos tipos de ambientes presentes y que a su vez influyen en los grupos biológicos de interés.

Vegetación

El objetivo del monitoreo fue caracterizar de manera rápida a las comunidades de árboles presentes en dis-

Figura 5. Ubicación de los 12 establecimientos relevados en la Ecorregión Chaqueña y alrededores

Se indican las distintas ecorregiones abarcadas por el relevamiento (Chaco Seco, límite con Chaco Húmedo y Espinal) y cobertura de la tierra en base a MapBiomias Argentina (2022). Abajo a la izquierda: ubicación de las ecorregiones involucradas en el relevamiento realizado en la Argentina.



Elaboración: Sofía Nanni.

tintos ambientes dentro de los establecimientos. Esta caracterización incluyó métricas tradicionales de ecología de comunidades, de estructura física del bosque y otras tendencias a evaluar el estado de los árboles en cada tipo de ambiente.

Especies registradas: en los 12 establecimientos monitoreados se registraron 530 individuos de 32 especies. La riqueza fue mayor en las unidades de bosque grandes (UBG) y pequeñas (UBP), seguidas por los sistemas silvopastoriles. Se registraron principalmente especies nativas, aunque en algunos casos el porcentaje de especies exóticas superó el 25%.

Con relación a las especies identificadas por establecimiento, se advirtió un fuerte gradiente latitudinal en el que, como cabía esperar, los establecimientos ubicados al sur, en el Espinal, presentaron menor número de especies (gráfico 1).

Diámetro a la Altura del Pecho (DAP): los árboles de mayor DAP en promedio (26,9 cm) fueron registrados en los sistemas silvopastoriles. El promedio de DAP fue de casi 20 cm, menor de lo esperable para un bosque chaqueño en buen estado.

Estado de los árboles: el porcentaje promedio de ramas sin hojas fue de 21,7%. Los árboles en UBP, UBG y lotes de restauración tuvieron un porcentaje más alto de ramas sin hojas en promedio (entre 20 y 25%) que los árboles identificados en sistemas silvopastoriles.

Aunque se detectó un fuerte gradiente latitudinal entre los establecimientos, la riqueza de árboles fue mayor en los ambientes naturales (UBG, UBP) que en los manejados (silvopastoriles y restaurados). La riqueza es una fuente de recursos físicos y nutricionales para la biota dentro y fuera del bosque. Además, favorece a los establecimientos con especies que a su vez constituyen recursos para otras especies (por ejemplo, insectos que son consumidos por aves). La mayor parte de las especies registradas fue nativa; sin embargo, el monitoreo permitió el registro de especies exóticas que, analizadas en conjunto con otras variables de la vegetación (ej., proporción de árboles reproductivos) o del resto de los grupos monitoreados, ofrece un panorama general del estado de la biodiversidad. Manejar las especies arbóreas en las UBP puede ser un buen punto de partida para mejorar el estado de la biodiversidad en los establecimientos.

Insectos polinizadores

Durante la primavera y el verano se registró la abundancia de artrópodos voladores y de diferentes grupos de polinizadores. Se analizó cómo se asociaron con los

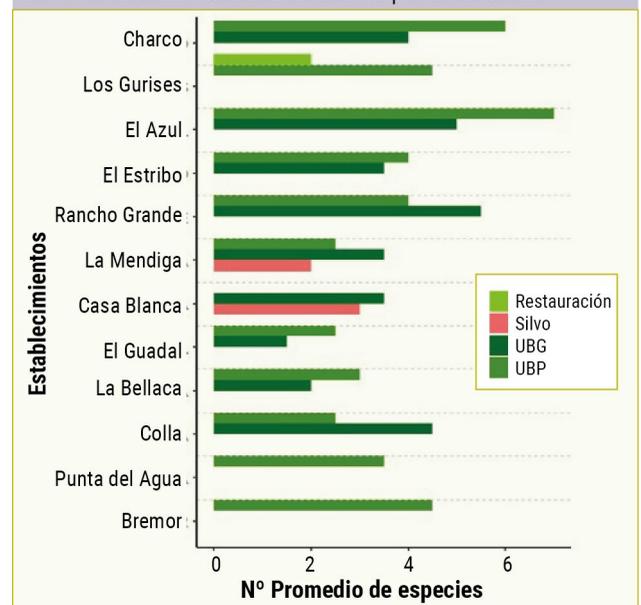
diferentes ambientes presentes en cada establecimiento y cómo las abundancias relativas de abejas y dípteros y de las familias de abejas más comunes cambiaron entre ambientes y establecimientos.

Abundancia: el 28% de los artrópodos (3664 individuos) fueron clasificados como insectos polinizadores. En total, se contabilizaron 1215 abejas (Hymenoptera Anthophila) y unos 662 dípteros polinizadores. Los polinizadores variaron en abundancia entre establecimientos, aunque en todos los ambientes estudiados se observaron algunos polinizadores (gráfico 2).

Proporción de abejas y dípteros: la proporción de abejas y dípteros fue variable entre ambientes. Las abejas pertenecientes a las familias Apidae, Andrenidae, Megachilidae y Halictidae fueron más abundantes en ambientes de bosque grandes y en áreas de restauración. En contraste, los dípteros, especialmente los de la familia Syrphidae, fueron más abundantes en áreas de cultivo y abiertas (gráfico 3).

Familias de abejas: las más comunes fueron Apidae y Halictidae. En ambientes naturales, como las Unidades de Bosque Grandes (UBG), Unidades de Bosque Pequeñas (UBP) y áreas de restauración se encontró una proporción equitativa de individuos de estas familias. Sin embargo, en ambientes abiertos y silvopastoriles, las

Gráfico 1. Promedio de especies por transecta en cada ambiente de los establecimientos evaluados en el presente estudio



En el eje Y se ordenan los establecimientos de acuerdo con la latitud (creciente) y en el eje X se observa el número de especies por transecta.

*Aclaración: las especies no identificadas de Chaco se consideraron como una única especie.

Gráfico 2. Abundancia de polinizadores presente en los establecimientos. La línea roja central indica el valor promedio de individuos por transecta y las líneas punteadas es el desvío estándar.

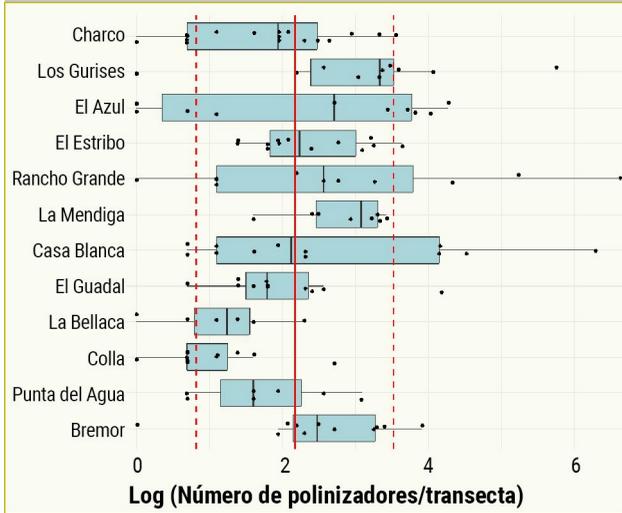


Gráfico 3. Proporción de polinizadores en los ambientes relevados en los 12 establecimientos

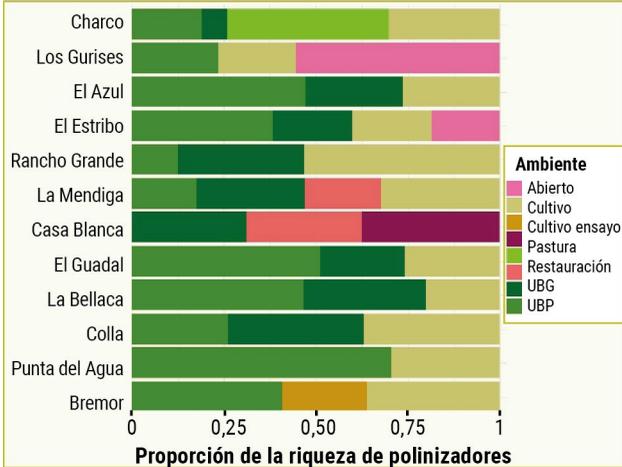
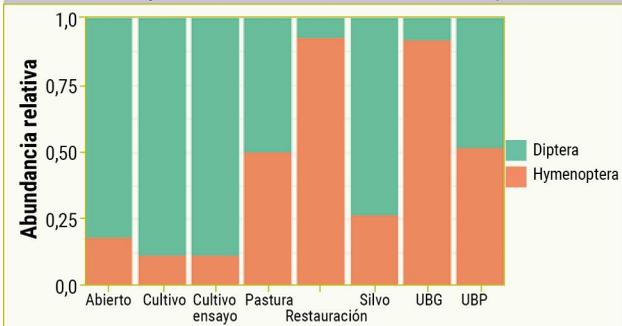


Gráfico 4. Abundancia relativa de abejas y dípteros en diferentes ambientes

Mientras que en áreas de bosque son dominantes las abejas, en áreas abiertas y de cultivo son más abundantes los dípteros.



abejas de la familia Halictidae, consideradas más generalistas, fueron relativamente más abundantes que las de la familia Apidae.

Variabilidad estacional: el monitoreo se realizó en dos momentos: a fines de la primavera (2023) y a fines del verano (2024). Entre ambos períodos se advirtieron cambios en la abundancia de ciertos grupos de polinizadores, por ejemplo, los dípteros sírfidos fueron muy abundantes en el muestreo de fines del verano, mientras que las avispas fueron más abundantes en la primavera. Las abejas de la familia Megachilidae, que son solitarias y nidifican en cavidades de madera, emergen a fines de la primavera y son más abundantes en el verano.

Mesofauna

La biota del suelo se clasifica según su tamaño en *microbiota* (principalmente bacterias y hongos), *mesofauna* (principalmente ácaros y colémbolos de menos de 2 mm) y *macrofauna* (individuos cuyo tamaño es mayor de 2 mm, como lombrices, escarabajos).

En este estudio se clasifica a los distintos grupos de mesofauna según sus hábitos alimenticios en: frugívoros (colémbolos), detritívoros (ácaros oribátidos), y depredadores (protostigmata, mesostigmata y pseudoescorpiones).

Abundancia: fue variable tanto entre ambientes como entre establecimientos y muestreos. Los ambientes naturales -tanto las Unidades de Bosque Pequeñas (UBP) como las Unidades de Bosque Grandes (UBG)- presentaron, en general, mayor abundancia de mesofauna (más del 80% de los individuos) en la mayoría de los establecimientos. Este patrón se evidenció tanto si se consideraba a todos los integrantes de la mesofauna, como si se incluía solo a colémbolos, ácaros y pseudoescorpiones.

Hábitos alimenticios: los frugívoros fueron los más abundantes en los ambientes de bosque, cultivo y restauración, mientras que en Pasturas y Silvopasturas las proporciones fueron variables entre muestreos, con una abundancia relativamente mayor de depredadores en el primer muestreo. En la mayoría de los establecimientos, los frugívoros fueron los más representados en ambos muestreos. En Colla, Casablanca, Charco y Rancho Grande, los depredadores representaron una proporción mayor, especialmente en el muestreo de primavera. En Bremor, los descomponedores fueron más abundantes durante el muestreo de verano (gráfico 5).

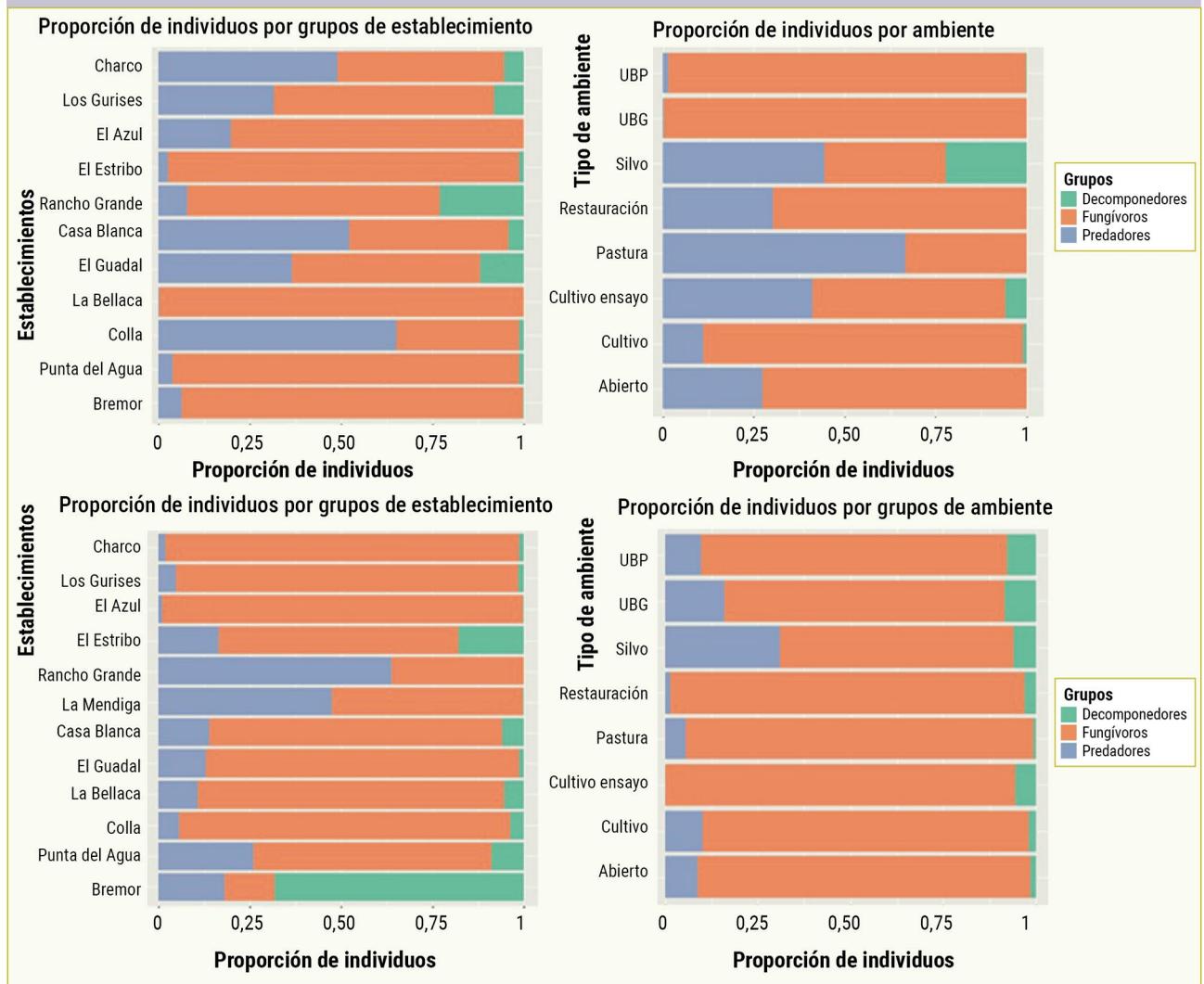
Indicadores de la calidad del suelo: varios trabajos han señalado que la abundancia de algunos grupos de biota edáfica, y sobre todo, su proporción son indicadores de calidad o salud del suelo. Sin embargo, en muchos casos la sensibilidad a las prácticas agrícolas cambia se-

gún las familias y los géneros dentro de cada grupo. En este caso, en el que la identificación sólo llegó a la orden o clase, lamentablemente fue difícil hacer estas evaluaciones. La abundancia de la mesofauna no estuvo relacionada con variables de paisaje -como el porcentaje de bosque alrededor de cada establecimiento- ni tampoco evidenció una variación asociada con la latitud. La abundancia de los organismos de suelo estuvo determinada por variables que actúan a escala local y por otras asociadas al manejo (por ej. rotaciones de cultivo, aplicaciones de agroquímicos).

Aves

Las aves desempeñan múltiples funciones dentro de un ecosistema ayudando a mantener un equilibrio ecológico. Ellas desempeñan funciones como la polinización, la dispersión de semillas, la limpieza ambiental y el control de plagas y todas son esenciales para la resiliencia del ambiente. Constituyen un grupo muy sensible al impacto de las actividades humanas y son de fácil detección, por ello pueden ser utilizadas para identificar y evaluar numerosos cambios ambientales.

Gráfico 5. Proporción de individuos por transecta con distintos hábitos alimenticios en el primer (paneles a y b) y segundo muestreo (paneles c y d). En ambos casos se comparan fincas (hacia la izquierda) y ambientes (a la derecha).



Especies registradas: en total, se registraron 167 especies de aves en los 12 establecimientos analizados. El número promedio de especies e individuos por punto de conteo fue de 12 especies y 23 individuos. De los 12 establecimientos, 7 presentaron puntos de conteo donde no se registró ninguna especie de ave, en todos los casos en áreas de cultivo. El 43% de los relevamientos en cultivos no presentó ningún individuo, con un promedio de tan solo 1,4 especies por punto. Las áreas boscosas, en cambio, presentaron un promedio de 17 especies de aves por punto.

Diversidad: el índice de diversidad de Shannon fue mayor en áreas boscosas y de restauración. En cuatro establecimientos se registraron especies sujetas a algún grado de amenaza: el Batitú (*Bartramia longicauda*), el Loro hablador (*Amazona aestiva*), el Capuchino canela (*Sporophila hypoxantha*) y el Carpintero negro (*Dryocopus schulzii*) (gráficos 6 y 7).

En su conjunto, las áreas boscosas, con arbustales o pastizales nativos destacan por su potencial de albergar diferentes especies de aves. A escala de paisaje estos ambientes aportan a la conservación de la diversidad de aves de la Argentina.

Mamíferos medianos y grandes

Las ecorregiones del Chaco Seco y el Espinal presentan unas 40 y 22 especies de mamíferos de mediano y gran tamaño, respectivamente, de las cuales una gran proporción se encuentra amenazada, principalmente por la

pérdida de hábitat asociada a la expansión de la actividad agropecuaria y a otras presiones humanas como la cacería.

El relevamiento de mamíferos medianos y grandes se orientó, por un lado, a establecer una línea de base de las especies presentes en aquellos establecimientos que poseen, al menos, un 5% de área natural, y por otro, a cuantificar cuántas y cuáles especies de mamíferos están presentes en cada establecimiento y en los distintos tipos de ambiente (unidades boscosas grandes, unidades boscosas pequeñas, silvopasturas).

También se buscó explorar la asociación entre el porcentaje de bosque a escala de paisaje y la riqueza de especies presentes en los establecimientos relevados.

Especies registradas: se identificaron 15 especies nativas de mamíferos de mediano y gran tamaño. El número de especies varió entre 11 y 5 en los distintos establecimientos, siendo las más frecuentes el mataco bola (*Tolpentes matacus*), el zorrino (*Conepatus chinga*) y el zorro gris (*Lycalopex gymnocercus*) (gráfico 8).

La riqueza fue mayor en unidades boscosas grandes en comparación con unidades boscosas pequeñas y silvopasturas, patrón que también se observó en relación con las especies de mayor tamaño (puma, pecarí y oso hormiguero; gráfico 9). Estos hallazgos subrayan la enorme importancia de preservar y/o restaurar áreas de bosque grandes y pequeñas dentro de los establecimientos productivos. Los resultados sugieren, además, que, si se conservaran ambientes naturales dentro de los establecimientos sería posible preservar algunas especies del conjunto de mamíferos de mediano y gran tamaño.

Gráfico 6. Boxplot de los valores de diversidad calculados utilizando el índice de Shannon para cada establecimiento

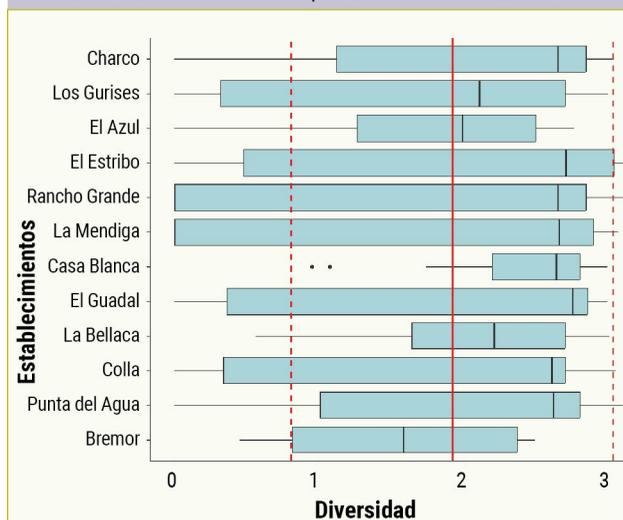
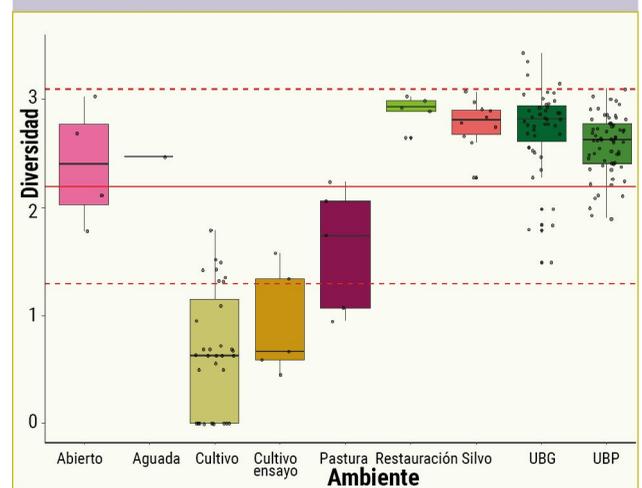


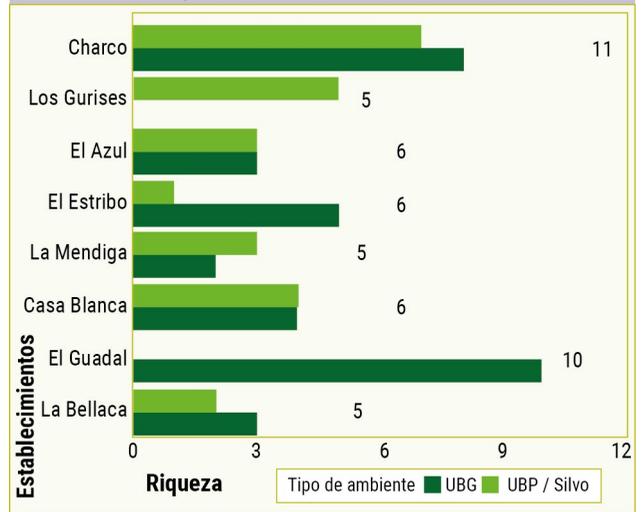
Gráfico 7. Boxplot de los valores de diversidad calculados utilizando el índice de Shannon en relación con los ambientes muestreados



Cada especie y cada taxón tiene diferentes requerimientos de hábitat, siendo los vertebrados de gran tamaño (aves y mamíferos) los que primero se ven afectados por la pérdida de hábitat a las escalas analizadas. Esto suele deberse a que, por tratarse de especies de mayor porte, demandan áreas de mayor tamaño para establecer sus territorios, alimentarse, encontrar pareja y reproducirse. Estrategias que apunten a la conservación y conexión a escala de paisaje y la coordinación de esfuerzos entre establecimientos productivos constituyen una importante herramienta para compensar la pérdida de hábitat y contribuir a conservar la fauna nativa, permitiendo su desplazamiento más allá de los límites de los establecimientos productivos.

Áreas boscosas que presenten mayor diversidad de estructuras vegetales soportan gran diversidad y abundancia de algunos de los grupos relevados, particularmente de vertebrados (aves y mamíferos).

Gráfico 8. Riqueza de mamíferos de mediano y gran tamaño en las Unidades de Bosque Grande (UBG), Unidades de bosque Pequeño/Silvopasturas (UBP/Silvo) de los distintos establecimientos relevados. El número al lado de las barras correspondientes a cada establecimiento indica la riqueza total en cada uno de ellos.



Fotos 11 a, b, c y d. Especies registradas en los establecimientos.

a) Gualacate (*Euphractus sexcinctus*); b) Oso hormiguero gigante (*Myrmecophaga tridactyla*). c) Corzuela parda (*Subulo gouazoubira*) y d) Pecarí de collar (*Pecari tajacu*).



Especialmente, las áreas boscosas que poseen más de 300 metros en su eje más angosto (UBG) presentaron más número y diversidad de especies de vertebrados.

Áreas abiertas con pastizales o arbustales nativos proveyeron hábitat para diferentes especies características. En combinación con áreas boscosas en buen estado de conservación las áreas de pastizales y arbustales nativos sustentan una biodiversidad mayor y son muy importantes para la abundancia de mesofauna del suelo. Se recomienda, en lo posible, mantener superficies con diferentes tipos de vegetación y con la mayor conexión posible con otras áreas.

Aunque las áreas de cultivo presentan menor diversidad que los bosques, son utilizadas por aves migratorias y polinizadores, principalmente dípteros de la familia Syrphidae. En algunos casos, la abundancia de mesofauna en los cultivos fue comparable a la de los bosques. Para minimizar su impacto, es crucial el uso responsable de agroquímicos y el enriquecimiento de bordes de caminos y alambrados con plantas herbáceas.

Estrategias de conservación

Conexión de hábitats

- Trabajar en la conectividad entre establecimientos mediante la restauración y conservación de hábitats.
- Crear corredores biológicos que conecten áreas boscosas y pastizales para facilitar el movimiento de fauna nativa, especialmente vertebrados grandes.

- Establecer alianzas entre productores vecinos para mejorar la biodiversidad a nivel de paisaje.

Monitoreo y participación

- Involucrar al personal del campo en la observación y el registro de flora y fauna para mantener un registro a largo plazo.
- Realizar talleres de capacitación en diversidad, buenas prácticas y procedimientos ante encuentros con la fauna local.

Restauración de hábitats

- Basar la restauración en relevamientos florísticos previos para seleccionar las especies más adecuadas.
- Las áreas restauradas ayudarán a aumentar la biodiversidad a largo plazo.

Uso responsable de agroquímicos

- Usar agroquímicos de manera responsable y enriquecer bordes de caminos y alambrados con plantas herbáceas para minimizar el impacto en la biodiversidad.
- Utilizar productos de banda verde y evitar aplicaciones en horarios de alta actividad de insectos polinizadores (de noche o muy temprano por la mañana).

5 Estudios de la biodiversidad en paisajes productivos



Introducción

■ **Biól. Dra. A. Sofía Nanni**

*Instituto de Ecología Regional (IER), CONICET,
Universidad Nacional de Tucumán*

Desde las tierras de pastoreo de la Patagonia, pasando por viñedos del Monte, sistemas agrícolas y ganaderos de las regiones pampeana y chaqueña, hasta llegar a los sistemas agrícolas de las selvas de Yungas, estos cinco estudios de caso discuten, basados en sólida evidencia, aspectos necesarios para promover la conservación del ambiente en paisajes productivos. De un modo más general, ilustran la valiosa contribución de la investigación científica

al entendimiento de la sostenibilidad de los paisajes productivos argentinos.

En la extensa Patagonia, Martín Aguiar y Pamela Graff presentan los desafíos generados por 200 años de una actividad ganadera extensiva, de generalizado y gran impacto sobre el territorio. Emerge, y se repite en los siguientes casos de estudio, la importancia de la “heterogeneidad”, que varía de acuerdo con la “escala”. Regionalmente, tanto las especies vegetales palatables como las no palatables son fundamentales para la resiliencia de los sistemas pastoriles.

A escala del paisaje, atributos como la pendiente se relacionan con el aporte de agua y la productividad. En el potrero, los elementos de manejo (aguadas, alambrados y caminos), antes que los biofísicos determinan la intensidad del pastoreo. Finalmente, a escala de parche la cobertura vegetal determina procesos poblacionales y

ecosistémicos clave para garantizar la sostenibilidad del pastoreo. Como conclusión, es fundamental manejar el pastoreo, tanto según los requisitos de los animales como de las características de las especies vegetales que son parte de esa comunidad.

Mediante el caso de los sistemas de viñedos de Mendoza (ecorregión de Monte), José Portela ilustra la transición desde paradigmas de manejo centrados en una simplificación de los agroecosistemas hacia un abordaje integral, que priorice entornos heterogéneos y diversos. Menciona los múltiples agentes causales de este cambio: la demanda global de productos sostenibles, cambios locales en términos de tecnología y el creciente reconocimiento de las contribuciones positivas de la biodiversidad sobre múltiples atributos del ambiente (y aún sobre la propia producción).

Estudios realizados en el Valle de Uco demuestran que mantener en los viñedos parches y corredores con plantas nativas favorece la heterogeneidad ambiental, y con ella, la diversidad de himenópteros potencialmente benéficos y de otras especies. Además, identifican prácticas de manejo adecuadas para tal fin, que valoran junto con los productores. Si bien estos cambios pueden implicar una pérdida de producción variable (en ningún caso mayor de 20%), los beneficios son múltiples.

En las Pampas, una de las ecorregiones más modificadas por la actividad productiva, Mariano Codesido y David Bilenca identifican la importancia de los pastizales nativos presentes, por lo general, en sistemas ganaderos, sobre las aves de pastizal (particularmente especies amenazadas y endémicas). Un aspecto emergente de este estudio es que la riqueza (el número de especies) se plantea como un indicador importante para la diversidad, aunque no el único, ya que también es relevante la composición (qué especies están presentes). En agroecosistemas pampeanos, la riqueza de las aves ha sido bastante similar en paisajes mixtos, agrícolas y ganaderos; sin embargo, dada su simplificación, los agrícolas presentaron una mayor riqueza de especies generalistas y una menor riqueza de especies amenazadas y endémicas. De este modo, en el contexto de la importante transformación registrada en la región, la conservación de estas especies de aves depende estrechamente del mantenimiento de paisajes ganaderos y mixtos que contengan hábitats de pastizales.

En la ecorregión de Chaco Seco, donde la pérdida de ambientes naturales causada por la expansión agropecuaria se produjo a un ritmo de tasas muy elevadas en las últimas décadas, los ambientes naturales también resultan fundamentales para la conservación de otros vertebrados, como los mamíferos de mediano y gran

tamaño. A mayor cantidad de bosque alrededor de un área productiva, mayor número de especies, mientras que, en contextos de poco bosque, predominan unas pocas especies generalistas, como los zorros. Pero no sólo importa cuánto bosque hay, sino también la proximidad de estas áreas productivas respecto a áreas de bosque de mayor extensión, como parches continuos, especialmente para las especies de mayor tamaño (como pumas, osos hormigueros o chanchos del monte), posiblemente porque tienen un mayor requerimiento de hábitat. Por ello, es esencial conservar el bosque dentro de cada establecimiento, pero también garantizar la conectividad entre los mismos a escala de paisaje.

La polinización es un ejemplo concreto de los beneficios que tiene la conservación de la biodiversidad para la producción, particularmente en cultivos que dependen de ella, como el arándano. El caso presentado por Andrés Ramírez Mejía explora la relación entre las características del paisaje agrícola y la diversidad de polinizadores (silvestres y exóticos) en cultivos de arándano en el pedemonte de Yungas, y sus consecuencias sobre la producción de este fruto. Esta investigación muestra que los polinizadores (tanto silvestres como la abeja melífera) son fundamentales para la producción, y que su presencia en los cultivos aumenta ante una mayor cantidad de área natural circundante. Por esta razón, dedicar áreas específicas a la conservación y restauración de ambientes naturales (por ejemplo, en zonas con bajo costo de oportunidad, como los bordes de cultivo) traería beneficios, tanto para la conservación como para la producción.

En el último apartado, Cecilia Casas aborda la importancia de los suelos como uno de los hábitats más biodiversos del planeta, capaz de albergar gran variedad de organismos que desempeñan roles cruciales en los ecosistemas terrestres. Destaca que más del 40% de los organismos vivos presentes en estos ecosistemas se encuentran directamente asociados con los suelos durante su ciclo de vida. La estructura y heterogeneidad espacial del suelo generan una diversidad de nichos que permiten la evolución de una amplia gama de organismos. El artículo también explora las redes tróficas del suelo y su función en los ecosistemas, subrayando que la biodiversidad del suelo es vital en procesos como el ciclo del carbono, la regulación de nutrientes y la mejora de la estructura. Además, se discuten los efectos de la intensificación agrícola sobre la biodiversidad del suelo, sugiriendo que prácticas sostenibles pueden mitigar los impactos negativos y promover la salud del suelo y la resiliencia del ecosistema.

Estos estudios de caso, realizados en regiones muy diferentes y con foco en distintos grupos taxonómicos,

Importancia de los pastizales para la sostenibilidad de la vida en la Patagonia árida y semiárida

■ **Ing. Agr. M. Sc. Dr. Martín R. Aguiar**
 IFEVA-CONICET. Cátedra de Ecología. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

■ **Lic. en Cs. Biológicas, Dra. Pamela Graff**
 Agencia de Extensión Rural Coronel Suárez, EEA Cesáreo Naredo, INTA. Cátedra de Ecología de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. CONICET.

La Patagonia fue incluida en el sistema de vida de la Argentina hace relativamente poco tiempo (dos siglos). Con una densidad poblacional baja, la intensidad de la intervención humana ha sido, sin embargo, elevada y extensa. Inicialmente, la cultura productiva se centró en la explotación ganadera ovina manteniendo modos europeos. Por otro lado, desde el inicio del siglo XX

la explotación petrolera fue aumentando en intensidad y cobertura. Sin embargo, a diferencia de la ganadería, que tuvo un impacto generalizado sobre el territorio, la actividad petrolera se concentró en ciertas cuencas. Aquí se presentarán algunos aspectos que se consideran medulares para pensar la sostenibilidad de las tierras de pastoreo patagónicas.

Historia y uso de las estepas

El impacto de la actividad ganadera ha sido generalizado en todas las estepas de Neuquén, Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego, aunque desde la mitad del siglo pasado el stock ovino de la Patagonia evidencia una caída importante. Texeira y Paruelo (2006) calculan que las majadas de cuatro estancias de Chubut y Río Negro se extinguirían en menos de 100 años de no mediar la reposición de animales provenientes de otros campos. Esto obedece a una menor tasa de supervivencia de las ovejas madres. El clima no explica por sí solo los cambios negativos y los autores concluyen que la pérdida de especies nativas forrajeras ha restringido la nutrición de los animales complicando su dinámica poblacional.

Foto 1. Estepa arbustivo-graminosa del sudoeste de Chubut



Escalas de percepción de las estepas patagónicas

Para manejar un sistema pastoril patagónico es fundamental conocer la heterogeneidad ecológica en cuatro escalas espaciales de percepción, las cuales están organizadas de manera jerárquica, anidándose como las muñecas rusas.

La primera escala es la regional, determinada por las precipitaciones, que abarca toda la Patagonia (León y otros, 1998). En el extremo más húmedo (más de 230 mm/año) predominan los pastizales; en el extremo árido (menos de 100 mm/año) los semidesiertos, y en el rango intermedio (alrededor de 150 mm/año) las estepas arbustivo-graminosas. En todos los casos, las comunidades vegetales están codominadas por gramíneas perennes y arbustos, ambas con especies consumidas por el ganado (Biancari y otros, 2023). La combinación de especies forrajeras y no forrajeras es clave para la persistencia del ecosistema ante el pastoreo y las frecuentes sequías, ya que ambas interactúan.

La segunda escala es la de paisaje, donde la diferencia entre zonas altas y bajas es determinante. En general, las zonas bajas están ocupadas por mallines (humedales), que representan menos del 5% de la superficie y se forman gracias al aporte de agua procedente de zonas elevadas. Su productividad forrajera los convierte en áreas clave para el pastoreo de herbívoros silvestres y domésticos, especialmente en la temporada templada-cálida.

En la tercera escala se describe la heterogeneidad a nivel de potrero. En este caso, la más relevante es la *heterogeneidad artificial o agronómica*. Esta es generada por el pastoreo en combinación con mejoras como alambrados, aguadas y caminos (Oñatibia y Aguiar, 2018). Esta infraestructura influye en la distribución del ganado, creando sectores con diferentes intensidades de pastoreo, efecto que se intensifica a medida que los potreros aumentan de tamaño.

En la cuarta escala, los pastos y arbustos se distribuyen en el espacio generando parches o conglomerados de plantas de diferente tamaño y áreas de suelo desnudo que representan al menos el 40% del área total (figura 2). Esta distribución controla procesos poblacionales clave de especies vegetales, animales y microbios (fructificación, dispersión de semillas, emergencia, crecimiento, reproducción y mortalidad) y regula la interacción entre plantas y animales, así como con microbios benéficos (micorrizas). A su vez, estos procesos afectan funciones ecosistémicas importantes, como la productividad vegetal y animal, la fertilidad del suelo, y la dinámica de la materia orgánica y el agua (Aguiar y Sala, 1999).

A esta escala de percepción es posible medir la altura del estrato herbáceo y hacer un seguimiento para adecuar el manejo de descansos y pastoreo. De esta manera, el pastoreo deviene un “ingeniero del ecosistema”, que puede ser utilizado para maximizar la sostenibilidad.

Manejo del pastoreo

La sostenibilidad del pastoreo en las estepas patagónicas depende del ajuste de la carga animal a la oferta forrajera, determinada por la heterogeneidad en las distintas escalas espaciales anidadas. Para ello, es necesario cuantificar la intensidad del pastoreo y sus efectos sobre la vegetación en las escalas tercera y cuarta. Los datos indican que cargas intermedias (entre 0,4 y 0,7 Eq Ovejas/ha) maximizan la provisión de forraje y la capacidad de las estepas arbustivo-graminosas para fijar carbono (Oñatibia y Aguiar, 2016). En contraste, los campos pastoreados intensamente (> 1 Eq Ov/ha), junto con aquellos en los que se ha eliminado el pastoreo ovino por más de una década, presentan menor productividad vegetal que los manejados con cargas moderadas.

Es clave entender que las ovejas son herbívoros muy selectivos, por lo que reducir la carga no garantiza una menor presión de selección sobre las especies nativas con mayor valor forrajero, como la gramínea perenne *Poa ligularis*. Además, los años secos y el cambio climático pueden amplificar los efectos del pastoreo intenso, afectando significativamente a especies clave como *Poa* (Oñatibia y otros, 2020). El diseño de períodos de descanso del pastoreo debe considerar las tasas vitales de las especies que se busca favorecer o regular (estable-

Figura 2. Sostenibilidad del pastoreo en la Patagonia



cimiento, crecimiento, multiplicación, mortalidad). Por ejemplo, en el caso de la gramínea *Bromus pictus* se ha propuesto un pastoreo estratégico durante la fructificación y dispersión para intensificar el pisoteo y enterrado de semillas, lo que duplica la emergencia de nuevas plantas (Aguar y Román, 2007).

Conclusión

La sostenibilidad del pastoreo en las estepas patagónicas descansa, entonces, sobre dos pilares: conocer la heterogeneidad a diferentes escalas y manejar el pastoreo de acuerdo con los requisitos de los animales, pero también de las tasas vitales de las especies vegetales que estructuran la comunidad. Esto conduce a una mejor oferta forrajera y a un mantenimiento de la biodiversidad que son clave para sostener la producción, la eficiencia y mantener la persistencia ecológica, económica y social de estos sistemas.

A esto se suma la productividad vegetal. Las especies nativas no forrajeras también cumplen un papel importante manteniendo la persistencia de las estepas

- **La ganadería ovina ha tenido un impacto generalizado en la Patagonia, lo que evidencia la necesidad de efectuar un manejo cuidadoso para mitigar su efecto sobre la biodiversidad.**
- **La distribución de especies vegetales y animales en los pastizales controla procesos poblacionales clave y la interacción entre plantas, animales y microbios, esencial para la sostenibilidad del ecosistema.**
- **La implementación de descansos estratégicos en el pastoreo puede favorecer el establecimiento y desarrollo de especies nativas forrajeras valiosas, mejorando la salud del ecosistema.**
- **Los años secos y el cambio climático interactúan con el pastoreo intenso, amplificando su impacto negativo sobre especies nativas clave, lo que subraya la urgencia de prácticas de manejo sostenible.**

frente a cambios ambientales y humanos. En particular, ayudan a prevenir procesos de erosión, que solo ocurren en casos de denudación extrema y de forma localizada en el tiempo.

¿Por qué diseñar viñedos más biodiversos?

■ Dr. José A. Portela

Grupo Transdisciplinario de Biodiversidad y Agroecosistemas.

Estación Experimental Agropecuaria La Consulta, INTA.

Los modelos de manejo del suelo y la biodiversidad en los viñedos de Mendoza están cambiando. Las razones son diversas, pero responden a una tendencia global, determinada por el crecimiento exponencial de la demanda mundial de vinos orgánicos en las últimas décadas, principalmente en los mercados de mayor poder adquisitivo, lo que impulsa el cambio tecnológico local. Este cambio es también impulsado por las condiciones del mercado interno de insumos (precios y disponibilidad de agroquímicos, combustible, mano de obra), además de una creciente sensibilidad y búsqueda de sostenibilidad ambiental, económica y social en el sector, con progresivo reconocimiento de las contribuciones positivas que la biodiversidad puede hacer a los viñedos.

Tradicionalmente, con la intención de maximizar la captación de recursos por parte del cultivo (principalmente, agua y nutrientes) se procuraba que en un terreno completamente desnudo tan solo creciera vid. Sin embargo, ese objetivo partía de un insuficiente conocimiento de los beneficios que la vegetación -espontánea o sembrada- podría ofrecer al agroecosistema.

Para controlar la vegetación se actuaba de forma mecánica (foto 2 a), lo que posibilitaba que algunas especies de plantas ruderales (las primeras en aparecer después de una labranza) prosperaran junto con la vid. Sin embargo, en las últimas décadas se generalizó el control químico, principalmente mediante glifosato (foto 2 b), lo que redujo notablemente la vegetación acompañante, limitándola a aquellas pocas especies resistentes al herbicida.

Mantener desnudo el suelo del viñedo lo expone a la erosión, la desecación y la compactación. También a la insolación directa, facilitando que la muy escasa materia orgánica que caracteriza a los suelos de esta región no sólo se pierda por las labranzas sino también por efecto de la radiación UV. Todo esto redundará en una extrema

reducción de la biodiversidad funcional y en la generación de un ambiente propicio para el desarrollo de plagas y patógenos.

Por las razones mencionadas, en la actualidad se está produciendo un cambio de paradigma en lo que respecta al manejo del suelo y la biodiversidad, que implica el pasaje de suelos desnudos y entornos simplificados a suelos con cobertura vegetal y entornos heterogéneos, biodiversos. Esto, desde ya, contribuye a formar y estructurar el suelo, a acumular en él materia orgánica (y capturar carbono) y a evitar que se erosione. Además, al promover una biodiversidad funcional que logre una complementación con el cultivo (en lugar de limitarse a evitar la competencia) se obtienen también mejoras en lo que respecta a la conservación y disponibilidad de agua y nutrientes en el perfil agrícola, y en la oferta de hábitat para la fauna benéfica, que contribuye al control de plagas y enfermedades.

Dado que la vegetación constituye el primer nivel trófico del agroecosistema, el mantenimiento de los procesos naturales y de la biodiversidad funcional está determinado principalmente por la naturaleza de las comunidades de plantas sobre las cuales se sustentan las redes y relaciones ecológicas que allí pueden tener lugar. Por eso, resulta de vital importancia monitorear la biodiversidad vegetal acompañante, fundamentalmente en cultivos perennes porque persisten año tras año en un mismo sitio, y es una tarea que puede hacerse periódicamente de una manera práctica y sencilla. Al tomar en cuenta distintos aspectos (cobertura de suelo, riqueza y diversidad de especies, oferta de recursos para controladores biológicos y otros caracteres funcionales, etc.), el monitoreo permite visualizar el estado general del agroecosistema, sus puntos críticos y su trayectoria luego de sucesivas observaciones en el tiempo. A la vez, es posible anticipar cuál puede ser el resultado de continuar con cierto manejo o qué podría suceder si se decide cambiarlo.

Para entender la importancia de la biodiversidad vegetal que acompaña a un cultivo de vid es fundamental tener en cuenta que alrededor de dos terceras partes del suelo de un viñedo consiste en espacios entre líneas de cultivo (foto 3). Actualmente, los viñedos más biodiversos emplean distintas coberturas vegetales, que pueden variar en duración (vegetación anual o perenne; foto 4), en el origen (implantada o espontánea; foto 5) y en su composición (solo pastos o en mezcla con leguminosas u otras especies; foto 6). En el tercio de terreno restante, debajo de las líneas de cultivo, las alternativas de manejo de la vegetación varían entre el control químico, mecánico con movimiento de suelo, segado periódico

(foto 7) o la siembra de una cobertura mono o polifítica (foto 8). El primero y el segundo eliminan la vegetación acompañante e impactan negativamente en el suelo. Los restantes mantienen vegetación activa cubriendo la superficie, lo que posibilita que los beneficios mencionados (formación y estructuración del suelo, acumulación de carbono, ciclado de nutrientes, conservación de agua, control biológico de plagas y enfermedades, control de erosión) ocurran de manera más intensa y dinámica.

En una serie de estudios que hemos realizado en distintos viñedos del Valle de Uco, Oasis Centro de Mendoza, se relevaron las condiciones de la biodiversidad vegetal y de ciertos grupos funcionales de fauna benéfica en el entorno y dentro del cultivo. Luego, junto con los productores se valoraron los modelos de manejo de la vegetación acompañante, ya sea espontánea o implantada, en relación con el rendimiento de la vid.

En líneas generales, se determinó que mantener parches y corredores con plantas nativas en el entorno del viñedo favorece la heterogeneidad ambiental (fotos 9 y 10), y con ella, la diversidad de himenópteros potencialmente benéficos (parasitoides, depredadores, polinizadores), así como de aves insectívoras. Al mismo tiempo, se advierte que es recomendable evitar diseños de viñedos muy extensos, para que las distancias en relación a las fuentes de vegetación nativa sean cortas. Por otro lado, proveer intencionalmente coberturas de vegetación nativa en los espacios entre líneas de cultivo, en particular con especies que tienen flores atractivas para los insectos, es potencialmente eficiente para favorecer la biodiversidad de artrópodos benéficos dentro del viñedo.

La cobertura con vegetación nativa es particularmente factible en zonas con viñedos nuevos, iniciados a partir del desmonte de campo natural o vecinos a éstos, y tiene la ventaja de que las especies ya están adaptadas a la aridez de ese ambiente. No requieren riego, pero sí se debe asegurar su mantenimiento y resiembra natural, por lo que deben reducirse al máximo las prácticas de segado. Este debe limitarse a realizar un corte para la defensa pasiva contra heladas tempranas y, eventualmente, otro previo a la cosecha de uva, si fuera necesario. Entre las especies dicotiledóneas nativas se identificaron varias asteráceas, un par de fabáceas (leguminosas) y al menos una solanácea de interés como coberturas para viñedos por la duración e intensidad de su floración, y por su recuperación luego de un segado.

Por otro lado, para promover una mayor biodiversidad funcional vemos necesario reducir las prácticas de labranza o movimientos del suelo en el viñedo, para pro-

tegerlo de la erosión y de la mineralización de la materia orgánica, conservar la humedad y los nutrientes en sus capas superiores y también favorecer la oferta de hábitat (refugio y alimentos) para fauna benéfica, por ejemplo, para la reproducción de ciertas abejas y avispa nativas.

En cuanto los efectos sobre el rendimiento de la vid, la promoción de viñedos biodiversos ha generado respuestas muy variables. En líneas generales, se estableció que la respuesta del cultivo al manejo de la cobertura vegetal es sitio específica: varía notablemente de acuerdo

con la finca en cuestión. En algunas situaciones, el rendimiento en cantidad no se vio afectado sensiblemente, pero en otros casos se registraron diferencias de hasta un 20% a favor de la condición menos biodiversa probada. Según nuestros estudios, es posible afirmar que, en ese rango, los niveles de sacrificio en la producción de uva serían de entre 0 y 20%, en pos de recibir otros beneficios, como la conservación del potencial productivo del suelo, una actividad biológica más dinámica o una menor dependencia respecto de agroquímicos.

Foto 2. Modelo tradicional de manejo del suelo y biodiversidad en viñedos de Mendoza

a) Izquierda: manejo mecánico; b) Derecha: manejo químico.

Se prioriza el monocultivo de vid a costa de impactar negativamente en el suelo, simplificar enormemente la biodiversidad funcional y aumentar la dependencia respecto de insumos externos (agroquímicos, combustible, mano de obra) para con ellos reemplazar los procesos naturales que la biodiversidad acompañante debería dinamizar.



Foto 3. Viñedo en espaldera con líneas de cultivo separadas a 1,8 metros

Dos terceras partes de la superficie total corresponden al espacio entre líneas.



Foto 4. Viñedo con cobertura de vegetación anual implantada en el espacio entre líneas de vid



Foto 5. Viñedo con cobertura de vegetación espontánea en el espacio entre líneas de vid



Foto 7. Viñedo con vegetación espontánea segada sobre la línea de vid



Foto 9. Parche de vegetación nativa entre viñedos (Gualtallary, Tupungato)



Foto 6. Viñedo con cobertura implantada con una mezcla de leguminosas y pastos entre líneas de vid



Foto 8. Viñedo con mezcla polifítica implantada sobre la línea de vid



Foto 10. Finca con viñedos, diseñada para promover biodiversidad (Altamira, San Carlos)



- **Los viñedos pueden conservar la biodiversidad funcional buscando promover aquella que mejor se complementa con la vid, y así recibir las contribuciones positivas que esa biodiversidad ofrece.**
- **Viñedos con mayor riqueza y diversidad vegetal (dentro del viñedo y en el entorno) favorecen la heterogeneidad ambiental y la oferta de hábitat para la fauna benéfica, facilitando la autorregulación del agroecosistema.**
- **Promover coberturas vegetales en el viñedo protege al suelo de la erosión y la mineralización de la materia orgánica, además de contribuir a conservar la humedad y los nutrientes en sus capas superiores.**
- **La respuesta de la vid a las coberturas vegetales y la mayor biodiversidad funcional asociada es sitio específica (varía de acuerdo con la finca en cuestión).**

Rol de la ganadería en la conservación de aves de pastizal en los paisajes productivos de la región pampeana

■ **Biól. Dr. Mariano Codesido**

*Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
Instituto de Ecología Genética y Evolución, UBA-CONICET.*

■ **Biól. Dr. David Bilenca**

*Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.
Instituto de Ecología Genética y Evolución, UBA-CONICET.*

Los agroecosistemas de la región pampeana están integrados por diversos elementos del paisaje (cultivos, pastizales, franjas de vegetación al borde de los caminos, arboledas, humedales temporales) que brindan hábitat y proveen recursos importantes a diversas especies de aves y otros animales silvestres que necesitan plantas herbáceas, arbustos y árboles para alimentarse, anidar y refugiarse. La combinación de estos elementos incrementa la heterogeneidad y define diferentes tipos de paisajes productivos, que van desde paisajes homogéneos dominados por la cobertura de un único elemento (paisaje agrícola o ganadero) hasta paisajes heterogéneos dominados por la cobertura de dos elementos o más (paisaje mixto). En este estudio se caracterizará la riqueza y la abundancia de especies indicadoras de las comunidades de aves terrestres, en particular de aves es-

pecialistas de pastizales, en paisajes ganaderos, agrícolas y mixtos presentes en la región pampeana.

Las aves y los usos de la tierra fueron muestreados utilizando transectas dispuestas en caminos secundarios sobre las cuales se registró la *riqueza* (número de individuos) y *abundancia* (número de individuos) de las especies de aves (figura 3). En la región pampeana predominan las coberturas de cultivos y pastizales (la suma de ambas es siempre >80% del área). Por lo tanto, se definen tres tipos de paisaje sobre la cobertura de pastizales y cultivos de la siguiente manera: (1) paisajes agrícolas (homogéneos) donde los cultivos cubren más del 50% del área de la transecta; (2) paisajes ganaderos (homogéneos) donde los pastizales y las pasturas bajo manejo ganadero cubren más del 50% del área de la transecta, y (3) paisajes mixtos (heterogéneos), donde las transectas presentan proporciones similares de cultivos y pastizales/pasturas con ganadería. En total, se utilizaron 10 transectas para cada tipo de paisaje.

El paisaje mixto presentó mayor heterogeneidad que los paisajes agrícolas y ganaderos. Mostró, además, una mayor riqueza de especies de aves que los paisajes agrícolas y ganaderos, aunque ello se debe a un aumento de especies generalistas, que están presentes en la región y no presentan problemas de conservación. En cambio, el paisaje agrícola evidenció una menor riqueza de especialistas de pastizal (algunas de ellas presentan serios problemas de conservación en la región pampeana) que los paisajes ganaderos y mixtos. Un análisis de especies indicadoras destacó la asociación entre algunas especies de pastizal (ñandú, espartillero pampeano, verdón, pecho amarillo) y el paisaje ganadero.

En este trabajo se detectó que la abundancia y riqueza de la mayoría de las aves especialistas de pastizal ha disminuido en las grandes extensiones que cubren los paisajes agrícolas, donde en los últimos 30 años la producción de cultivos se ha intensificado.

En particular, es importante señalar que varias de las especies de pastizal amenazadas que habitan las pampas, como el ñandú y el espartillero pampeano (especie endémica de las Pampas) se encuentran exclusivamente en paisajes ganaderos, por lo que su conservación a largo plazo dependerá de la presencia de este tipo de paisaje. En este sentido, la sensibilidad registrada para estas especies de pastizal, sumadas a otras especies presentes en los paisajes donde se lleva a cabo la ganadería de cría (por ejemplo, lechuzón de campo, pico de plata, pecho amarillo, verdón, perdiz colorada, entre otras) evidencia la importancia de los pastizales nativos para el sostenimiento de las poblaciones de las especies de aves que le otorgan su identidad a la región.

- Los diferentes hábitats que forman parte del paisaje proveen sitios de refugio, alimentación y nidificación para las aves.
- La riqueza de aves especialistas de pastizal es mayor en los paisajes ganaderos y mixtos con respecto a los paisajes dominados por cultivos.
- Algunas aves de pastizal amenazadas -como el ñandú y el espartillero pampeano- se encuentran sólo en paisajes ganaderos, por lo que su conservación depende de la presencia de este tipo de paisaje.
- Mantener paisajes ganaderos que contengan hábitats de pastizales utilizados para ganadería de cría permite conservar la comunidad de aves de pastizal de la pampa.

Figura 3. Disposición espacial de las transectas en la región pampeana



Gráfico 1. Cobertura media de los hábitats en paisajes de cultivos mixtos y ganaderos de la región pampeana

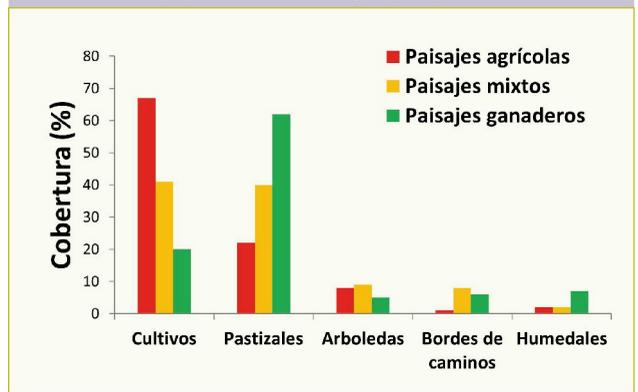
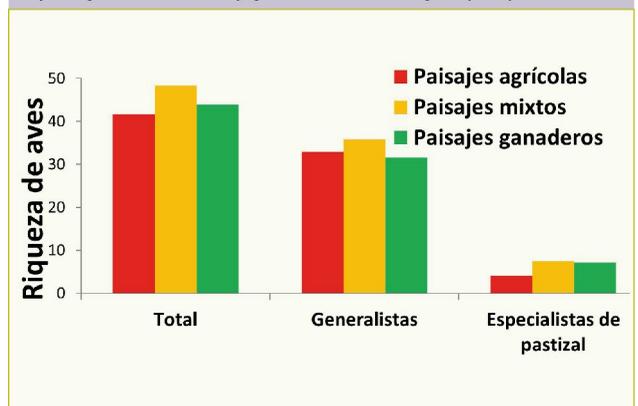


Gráfico 2. Riqueza media de aves (número de especies) en paisajes agrícolas, mixtos y ganaderos de la región pampeana



Importancia de los bosques en la conservación del ensamble de mamíferos medianos a grandes en el Chaco seco

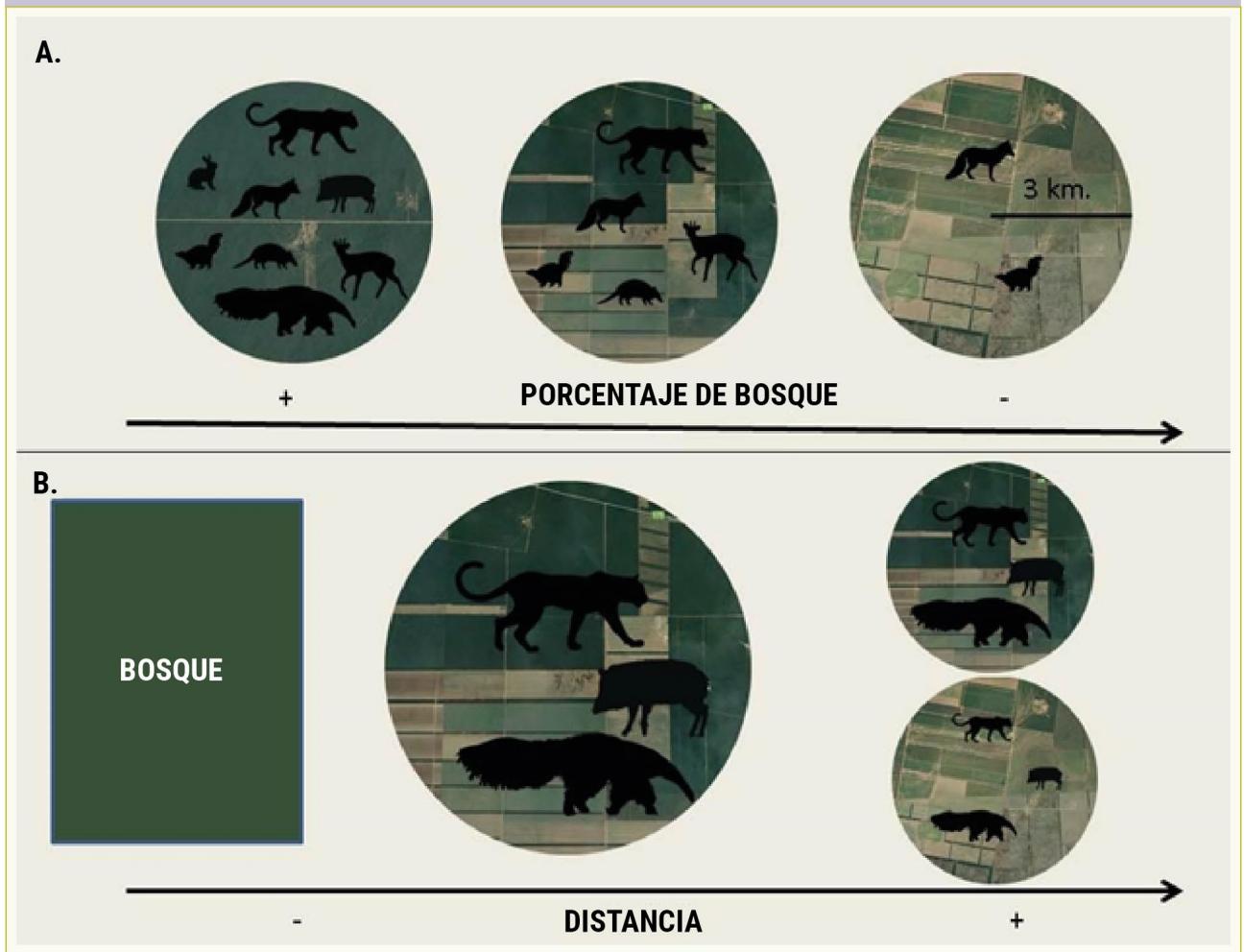
■ **Biól. Dra. Sofia Nanni**

Instituto de Ecología Regional, Universidad Nacional de Tucumán, CONICET.

El desarrollo de modelos productivos en armonía con el ambiente y el bienestar de la sociedad es necesario para lograr la sostenibilidad en sus múltiples dimensiones, tal como evidencian los Objetivos del Desa-

rrollo Sostenible 2030 (Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible -ODS- son medidas adoptadas por los líderes mundiales para proteger el planeta, luchar contra la pobreza y tratar de erradicarla con el objetivo de construir un mundo más próspero, justo y sostenible para las generaciones futuras). Una de esas dimensiones es la conservación de la biodiversidad. Pero, ¿de qué manera pueden los paisajes productivos ser más compatibles con la biodiversidad? Estudios desarrollados al respecto destacan la importancia de las áreas naturales en los paisajes productivos. En el presente trabajo se analiza la relación entre la cantidad de bosque remanente y el número de especies (o riqueza) de mamíferos de mediano y gran porte en los agroecosistemas del Chaco Seco.

Figura 4. Esquema que representa a) la disminución del número de especies de mamíferos medianos y grandes (riqueza) ante un menor porcentaje de cobertura de bosque en un buffer de 3 km de radio alrededor de la estación de fototrampeo; b) la mayor frecuencia de registros (representada con un mayor tamaño) de especies de mayor tamaño (puma, pecarí de collar, oso hormiguero) cerca de áreas de bosque continuo y en áreas con mayor porcentaje de bosque en los casos en que el bosque continuo se encuentra alejado (a más de 2 km).



Además, se examina si la proximidad respecto de áreas extensas de bosque influye en los registros de especies de mayor tamaño (y mayor requerimiento de hábitat), como el puma, el pecarí de collar y el oso hormiguero. Para ello, se utilizaron 100 cámaras-trampa distribuidas en cinco sitios (Anta, Quimilí, Lavalle, Nueva Esperanza y San Antonio), que capturaron imágenes de los animales durante 45-60 días.

La ecorregión del Chaco Seco abarca un área extensa que involucra a diversas provincias del norte del país y forma parte del Gran Chaco americano (que se extiende también en Bolivia y Paraguay), que alberga la superficie de bosques secos subtropicales más extensa del continente, asociada a una gran diversidad biológica y cultural.

En las últimas décadas, esta ecorregión ha experimentado una notable expansión de la agricultura y la ganadería, lo que amenaza la conservación de muchas especies nativas. Osos hormigueros, tres especies de pecarí (incluyendo el pecarí quimilero, endémico del Chaco), tatú carreta y otras especies de quirquinchos, corzuelas, tapires, gatos pequeños, el puma y el jaguar (en una situación límite en la región), entre otras, forman parte

del elenco de mamíferos medianos y grandes del Chaco Seco argentino. Estas especies son fundamentales para el equilibrio y el funcionamiento de los ecosistemas, ya que desempeñan roles importantes en la depredación y la dispersión de semillas. Además, por sus grandes requerimientos de territorio se las considera especies “paraguas”, lo que significa que, al protegerlas directamente, se benefician indirectamente muchas otras especies que comparten su hábitat.

A partir de los muestreos realizados, se identificaron 19 especies de mamíferos medianos y grandes, de las más de 30 especies registradas en la región. Los análisis estadísticos revelaron un número mayor en cámaras de cobertura más amplia de bosque (un radio de 3 km); en áreas con poco bosque predominaron especies oportunistas, como los zorros.

La cercanía respecto de áreas extensas de bosque resultó crucial para el puma, el pecarí y el oso hormiguero. Es importante destacar que especies como el pecarí quimilero, el jaguar y el tatú carreta no fueron registradas en nuestros muestreos, ya que dependen mucho más de la existencia de bosques bien conservados y áreas

Fotos 9 a, b, c y d. Especies de mamíferos de mediano y gran tamaño registradas durante los muestreos

a) Izquierda arriba: puma (*Puma concolor*), b) izquierda abajo: jaguarundi. c) Derecha arriba: pecarí de collar (*Pecari tajacu*), d) derecha abajo: oso hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*).



protegidas. Así, nuestros resultados muestran que tanto los remanentes de bosque como las áreas boscosas de mayor extensión son fundamentales para conservar las especies de mamíferos medianos y grandes presentes en los agroecosistemas de la región chaqueña. Por lo tanto, es de vital importancia preservar y/o restaurar sectores de bosque a nivel de predio. En la actualidad, se cuenta con los Ordenamientos Territoriales de Bosques Nativos de las distintas provincias, que categorizan los usos

posibles para las tierras boscosas, según lo establecido por la Ley de Bosques (N° 26.331/07), como una herramienta valiosa. Además, se destaca la necesidad de implementar medidas de manejo a escala de paisaje que garanticen la conectividad, considerando que la conservación de grandes extensiones de bosque abarca múltiples predios. Estas acciones son clave para conservar la diversidad de mamíferos medianos y grandes de la región, junto a su gran valor ecológico y cultural.

- **El porcentaje de bosque alrededor del área productiva se relaciona positivamente con el número de especies de mamíferos y medianos grandes en agroecosistemas del Chaco Seco.**
- **Ante un menor porcentaje de bosque alrededor del área productiva, aumentan los registros de especies generalistas, como zorros y zorrinos.**
- **Los registros de especies de mayor tamaño son más frecuentes cerca del bosque continuo y en áreas con mayor porcentaje de bosque, cuando éste está alejado.**
- **Conservar remanentes de bosque y áreas boscosas extensas constituye una estrategia necesaria para conservar el ensamble de mamíferos medianos y grandes en la región chaqueña.**

Bosques, polinización y cultivo: el caso del arándano en las Yungas argentinas

■ **Dr. Andrés F. Ramírez-Mejía**
Instituto de Ecología Regional, UNT-CONICET

El arándano es un arbusto perenne que depende de la polinización animal para garantizar una producción rentable. En general, la ausencia de polinización puede reducir la producción de frutos en hasta un 50%. En la Argentina, el NOA y, más específicamente, el pedemonte de Yungas es una de las principales regiones productoras de arándano. En esta región, las áreas naturales han sido reemplazadas por cultivos a gran escala, por lo tanto, los cultivos de arándano se encuentran inmersos en paisajes dominados por soja, caña de azúcar, cítricos y remanentes de áreas naturales. Pero, ¿cómo afecta el paisaje agrícola al servicio de polinización en el pedemonte de Yungas y cuáles son las consecuencias para la producción del arándano tucumano?

En fincas de la provincia de Tucumán se estudió la abundancia y diversidad de polinizadores silvestres en

cultivos de arándano empleando imágenes satelitales para clasificar el paisaje y estimar su productividad. Los análisis indican que la expansión de la soja y la caña de azúcar en un radio de 800 metros puede reducir la abundancia de abejas melíferas que visitan el arándano. En la misma escala, las áreas naturales y los cultivos con flores favorecen la abundancia de picaflores y abejorros en el cultivo, mientras que la pérdida de bosque a escala local (~200 m) reduce la abundancia de pequeños polinizadores, como sírfidos, mariposas o abejas silvestres que también visitan el cultivo. En efecto, estos polinizadores resultan cruciales para la producción. Los datos sugieren que incrementar la abundancia y diversidad de especies silvestres y abejas melíferas puede favorecer la producción de fruta de mayor calibre. Con gran claridad se determinó, además, que los beneficios derivados de las abejas melíferas pueden estar supeditados a la métrica productiva. Es decir, que saturar los cultivos con esta especie favorecería la producción de mayor cantidad de fruta, a expensas de una reducción en su tamaño y de mayores niveles de acidez.

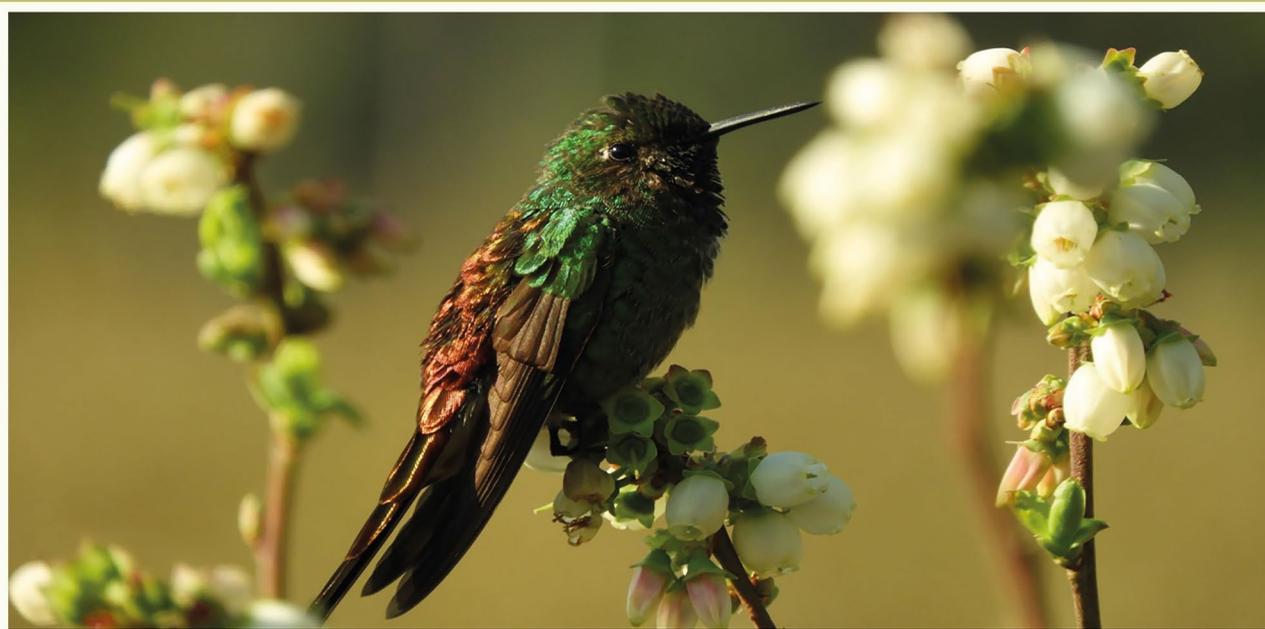
Los hallazgos demuestran que los polinizadores son fundamentales para la producción del arándano y que su presencia en los cultivos depende de la matriz de

paisaje que los rodea. En este sentido, resulta necesario que el manejo agrícola de la polinización combine estrategias tradicionales con medidas a mediano y largo plazo que garanticen la supervivencia de las comunidades de polinizadores silvestres. Por ejemplo, dedicar un mínimo de 10% del área agrícola a la conservación y restauración de hábitats naturales puede mejorar la provisión de la polinización. Dichos esfuerzos pueden centrarse en zonas con bajo costo de oportunidad para los agricultores (como los bordes de la finca), en las que puede implementarse el enriquecimiento de los recursos florales y el establecimiento de herbáceas silvestres. Estas estrategias tienen como objetivo último incrementar la producción de los cultivos y reducir el uso de insumos agronómicos externos.

Foto 10. Cultivo de arándano en el pedemonte de Yungas, Tucumán.



Foto 11. Picaflor cometa (*Sappho sparganurus*) visitando un cultivo de arándano



- La presencia de áreas naturales en los agroecosistemas favorece la abundancia de polinizadores silvestres y abejas melíferas en cultivos de arándano.
- Los polinizadores silvestres incrementan la producción de frutos de mayor calidad.
- Las abejas melíferas promueven la producción de frutos por las plantas de arándano.

Biodiversidad de la mesofauna edáfica para la sostenibilidad de los agroecosistemas

■ **Ing. Agr. Dra. Cecilia Casas**

*IFEVA, Universidad de Buenos Aires, CONICET.
Facultad de Agronomía, Cátedra de Edafología.*

Los suelos son reconocidos como el hábitat más biodiverso de la Tierra y uno de los principales reservorios globales de biodiversidad. Se estima que más del 40% de los organismos vivos en los ecosistemas terrestres está directamente asociado a los suelos durante su ciclo de vida (Bardgett y van der Putten, 2014; Basílico et al. 2021). Este reservorio incluye bacterias y arqueas, hongos, protistas y muchos más eucariotas, como nematodos, ácaros, ciempiés y milpiés, enquitreidos, tardígrados, colémbolos, hormigas, escarabajos terrestres y lombrices de tierra (figura 5; GSBI, 2020). Sin embargo, aunque esta biodiversidad supera a la de cualquier otro sistema terrestre, sigue siendo subestimada.

La heterogeneidad espacial del suelo podría explicar la diversidad de organismos que habitan en él. La estructura del suelo, con agregados orgánico-minerales de diferente tamaño, composición química y estabilidad, dan lugar a la formación de poros de diferente tamaño, conectados o no, llenos de aire o de agua (figura 1 a). Esta heterogeneidad da lugar a una gran diversidad de nichos o hábitats que explicarían la evolución de miles de millones de taxones únicos de la biota del suelo (figura 1.b; Basílico et al. 2021, Erktan et al., 2020; GSBI, 2020).

Interacciones tróficas

El concepto de biodiversidad del suelo se usa convencionalmente en un sentido taxonómico (es decir, para determinar el número y la abundancia de especies). En la última década, nuevos métodos para describir la diversidad del suelo han proporcionado avances sin precedentes (es el caso de los métodos moleculares). Sin embargo, el principal desafío es comprender como estos organismos se relacionan en el entramado de la red trófica o alimentaria (figura 1 b). Esto determina que la biología del suelo sea un campo apasionante y revolucionario con gran potencial de crecimiento en los próximos años.

Las redes tróficas representan la transferencia de energía y nutrientes entre organismos dentro de una comunidad. Estas redes desempeñan un papel funda-

mental en el funcionamiento del suelo y se consideran impulsoras de los ciclos biogeoquímicos (figura 1 c). La base de las redes tróficas del suelo es la producción de energía por parte de organismos autótrofos (principalmente, las plantas). Esta energía es introducida en el suelo a través de tejidos que mueren (hojas, tallos, troncos, residuos de cultivos que quedan sobre el suelo y raíces) y de compuestos que exudan las raíces (Villarino et al. 2021). La energía y los nutrientes presentes en las partes muertas de las plantas y los exudados radicales son utilizados o liberados por organismos heterótrofos que los consumen, denominados descomponedores. Muchas especies de bacterias y hongos, como así también algunas especies de nemátodos y ácaros son descomponedores. A partir de este punto, las interacciones tróficas son realizadas por organismos heterótrofos denominados colectivamente consumidores (nematodos, tardígrados y colémbolos fungívoros; nematodos, amebas y flagelados bacteriófagos; nematodos y ácaros depredadores en general; figura 1 b).

¿Es importante mantener la biodiversidad del suelo?

En tanto incluye a organismos de distintos niveles tróficos, la biodiversidad tiene un papel central para el sostenimiento de las funciones del suelo y, por lo tanto, de los bienes y servicios del ecosistema asociados a este recurso (figura 1 c; cuadro 1). Las actividades tróficas inherentes a cada grupo de organismos del suelo (los hábitos alimentarios) generan procesos que brindan servicios ecosistémicos de vital importancia y van desde el crecimiento y la salud de plantas y cultivos hasta la calidad del agua e, incluso, la regulación del sistema climático global a través del almacenamiento de carbono atmosférico y el intercambio de gases de efecto invernadero (Basílico et al. 2021).

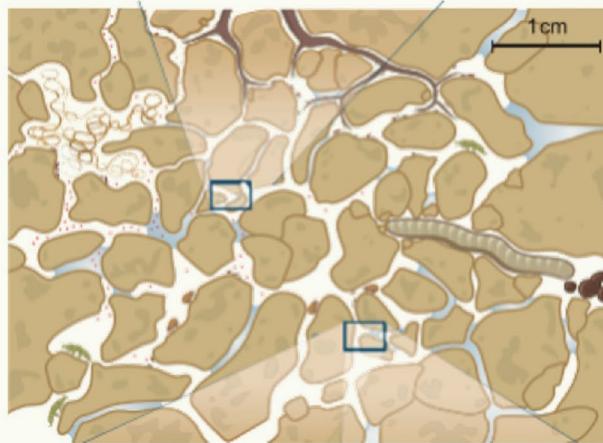
La biota del suelo es un actor clave que impulsa el ciclo del carbono y el de otros nutrientes esenciales como el nitrógeno. Los procesos de nitrificación y desnitrificación, a través de los cuales el nitrógeno se convierte de una forma mineral a otra, son excepcionalmente importantes en términos de disponibilidad y pérdida de nutrientes de los suelos, y tienen importancia regional y mundial por el modo en que afectan la calidad del agua y la composición de la atmósfera. Estas funciones interconectadas demuestran la importancia crítica de los microorganismos y de la microfauna y mesofauna del suelo para la salud y productividad del ecosistema agrícola. Su manejo resulta esencial para promover sistemas agrícolas sostenibles y resilientes.

Figura 5. (a) Estructura del suelo (b) Representación de la red trófica en una pradera templada. Algunos flujos fueron omitidos por claridad (p. ej.: el aporte de cada organismo a sustratos orgánicos cuando mueren o por deyecciones y al N inorgánico: amonificación), y c) Funciones que desempeñan en el ecosistema edáfico

A)

Física del suelo

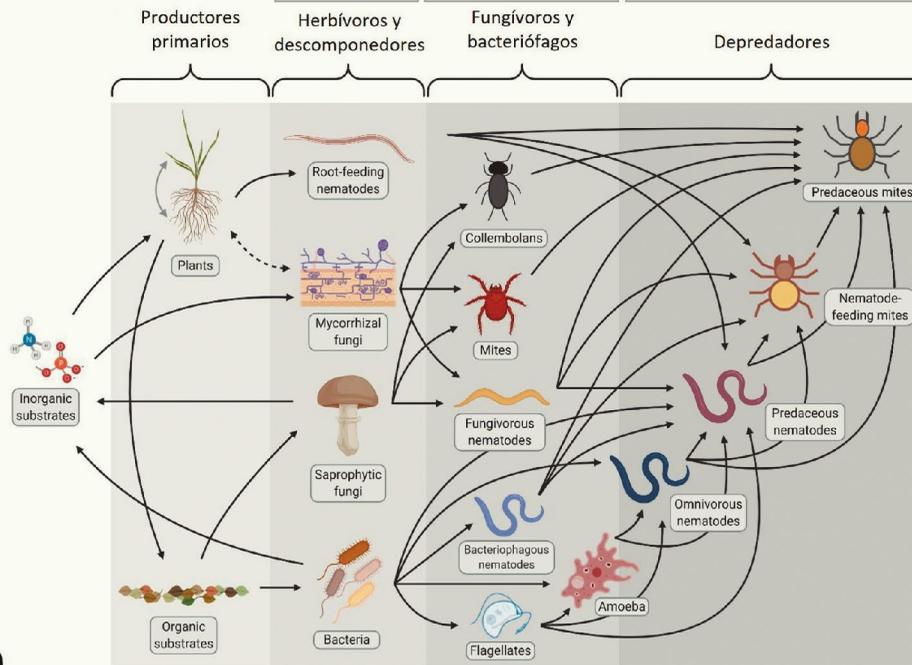
- Tamaño y conectividad de poros
- Dinámica y distribución del agua
- Ubicación /accesibilidad a recursos alimenticios



B)

Clase de poro
Tamaño (µm)

Microporo	Mesoporo	Macroporo
<0.2	0.2 - 80	80 - 5000



C)

Funciones que desempeñan

- Descomposición de materia orgánica y ciclado de nutrientes
- Mejora de la estructura (agregación y porosidad)
- Control de plagas y degradación de contaminantes

Nota: la macrofauna no está representada.

a) Adaptado de Erktan et al. (2020); b) Adaptado de Hunt et al. (1986) por Kari Dunfield (CC BY) y tomado de Basiliko et al. (2021).

La huella de la agricultura

Cada vez hay más evidencias de que la intensificación agrícola es una verdadera amenaza para muchos de los grupos que conforman la biota del suelo, sin embargo, existen prácticas que pueden mejorar las condiciones del hábitat para la fauna edáfica.

La intensificación agrícola puede afectar la biodiversidad del suelo, tanto directamente, a través de la aplicación de plaguicidas, fertilizantes y el uso de labranzas,

Cuadro 1. Criterios para el manejo de diferentes aspectos que pueden influenciar la biodiversidad

1. Descomposición de materia orgánica

Los microorganismos (bacterias y hongos) descomponen materia orgánica, liberando nutrientes esenciales para las plantas. La microfauna (nematodos, amebas, tardígrados, flagelados) contribuye a la descomposición y mineralización de la materia orgánica mediante la ingestión y descomposición física y química. Nematodos y flagelados bacteriófagos colaboran en la descomposición y el ciclado de nutrientes. La mesofauna (ácaros y colémbolos) colabora en la descomposición y ciclado de nutrientes, principalmente colémbolos fungívoros y ácaros detritívoros.

2. Ciclado de nutrientes

Los microorganismos realizan procesos clave, como la fijación de nitrógeno, la mineralización del fósforo y la descomposición de compuestos orgánicos. La micro y mesofauna participan en la liberación de nutrientes a través de sus actividades alimenticias y de excreción.

3. Mejora de la estructura del suelo

Microorganismos como las redes de hifas de hongos y, en particular, los hongos micorrícicos mejoran la estructura del suelo y facilitan la absorción de nutrientes por las plantas. La secreción de polisacáridos contribuye a la formación de agregados del suelo. Micro y mesofauna: el movimiento de estos organismos mediante la creación de canales y galerías contribuye a la porosidad y aireación del suelo. Además, la excreción contribuye a la formación de agregados estables. Mediante estas funciones, todos contribuyen a proteger la materia orgánica del suelo de la descomposición.

4. Control de plagas y enfermedades

Los microorganismos actúan como agentes de control biológico, inhibiendo el crecimiento de patógenos a través de la competencia por nutrientes y la producción de sustancias antimicrobianas. La micro y mesofauna, especialmente algunos nematodos, colémbolos y ácaros predadores son eficaces en el control biológico de otros nematodos u hongos fitopatógenos.

5. Degradación de contaminantes

Los microorganismos, en particular, algunas bacterias y hongos tienen la capacidad de degradar compuestos orgánicos e inorgánicos contaminantes. La micro y mesofauna, en especial, algunos nematodos y amebas pueden contribuir a la descomposición de contaminantes. A través de sus funciones tróficas pueden influir en las poblaciones de otros organismos capaces de degradar contaminantes.

como indirectamente, a través de cambios en la diversidad y producción de plantas que afectan los aportes de materia orgánica que llegan al suelo (figura 1 b). Un gran número de investigaciones sugiere que la intensificación agrícola y los fertilizantes minerales pueden tener efectos negativos para la riqueza de especies de muchos grupos tróficos del suelo, incluidas las lombrices de tierra, los colémbolos, los nematodos y los ácaros (Betancur-Corredor et al., 2022; Bloor et al. 2021). Tales respuestas a la intensificación agrícola a nivel de especie o grupo funcional pueden tener implicancias para la estructura de la red trófica del suelo y, por lo tanto, para las funciones que estas redes sustentan (figura 1 c; cuadro 1).

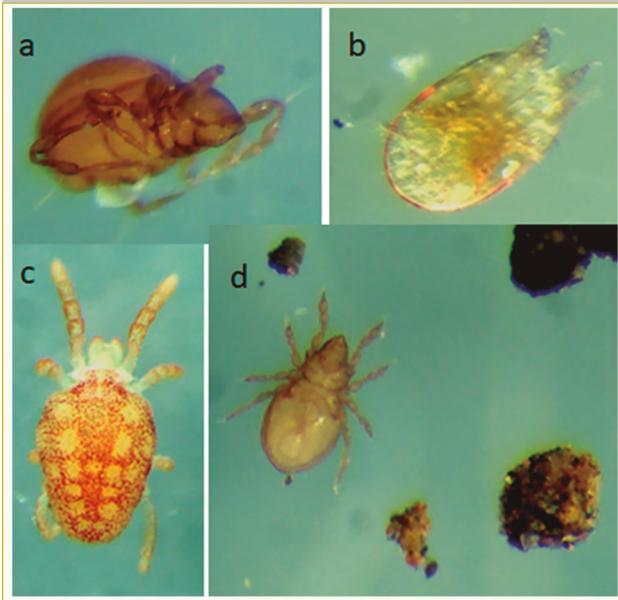
En un metaanálisis realizado a escala global sobre los efectos de diferentes intensidades de labranza sobre los grupos taxonómicos y funcionales de la micro y mesofauna del suelo, Betancur-Corredor et al. (2022) tomaron observaciones pareadas (labranza convencional vs. labranza reducida/siembra directa) de 133 estudios desarrollados en 33 países. Los resultados demuestran que la labranza de reducida intensidad o la siembra directa aumentan la densidad de nematodos omnívoros (+53%), colémbolos epidérficos (+81%) y hemiedárficos (+84%), ácaros oribátidos (~detritívoros; +43%) y ácaros mesostigmata (~depredadores; +57%) en comparación con los métodos de labranza convencional (más intensos). En otro estudio reciente, Bloor et al. (2021) utilizaron métodos de secuenciación de ADN, minería de datos sobre interacciones tróficas y el aprendizaje automático (machine learning) para examinar la estructura trófica de las comunidades del suelo en 16 agroecosistemas a lo largo de un gradiente de presión agrícola (que va desde la agricultura extensiva hasta pastizales permanentes en pastoreo) en un ensayo de manejo a largo plazo. Este grupo de investigadores halló que la intensificación agrícola había conducido a reducir la diversidad de grupos tróficos, aunque no modificó la riqueza de taxones. En general, la intensificación redujo la complejidad y la conexión de las redes de interacción del suelo e indujo cambios consistentes en las vías energéticas. Estos trabajos ejemplifican la importancia de considerar las redes tróficas del suelo para obtener una comprensión más clara de las relaciones entre la agricultura y la biodiversidad, con implicancias para las soluciones basadas en la naturaleza y la agricultura sostenible.

Bedano et al. (2016) encontraron que las comunidades de mesofauna del suelo están influenciadas por la cantidad y heterogeneidad de la hojarasca. En este trabajo, la mesofauna del suelo que se alimenta de hon-

gos y materia orgánica en descomposición (colémbolos y ácaros oribátidos) aumentó como consecuencia de las condiciones de humedad y temperatura más estables, además de la fuente de alimento proporcionada por la cobertura vegetal permanente.

Una gran cantidad de estudios relevados por agencias de investigación europeas demuestran que la presencia de bordes vegetados puede aumentar la diversidad y abundancia de los invertebrados del suelo en campos de cultivo (Hackett & Lawrence, 2014). Además, el manejo de los bordes se presenta como una medida asequible para la mayoría de los productores por su bajo costo y múltiples beneficios (Moorman et al., 2013).

Foto 12. Ácaros encontrados en ambientes de matorral en las cercanías de El Foyel, Río Negro En (d) la partícula de arena a la derecha hace referencia al tamaño del organismo.



Fuente: Gentileza de Cecilia Casas.

Foto 13. Ácaro oribátido (*Liacarus subterraneus*) de South Somerset, Reino Unido



Foto 14. Micromorfología del suelo (30 μm de espesor)

La imagen muestra heces ovaladas de ácaros oribátidos (descomponedores primarios) en poros del suelo como indicadores de su actividad.

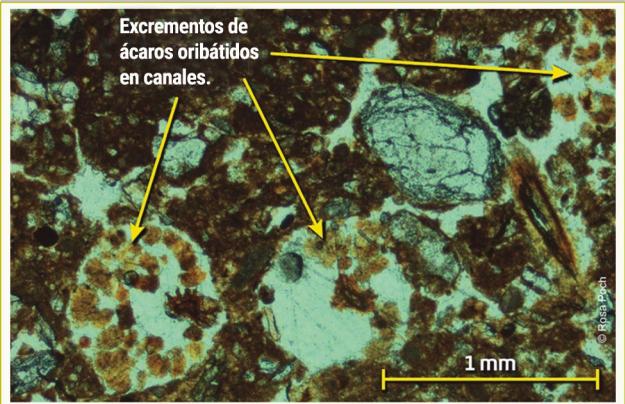


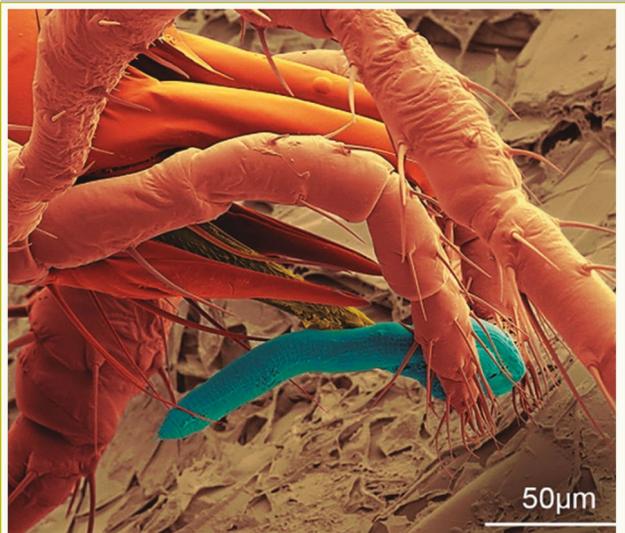
Foto 15. Ácaro *Laelapidae* lleva su presa, una especie *Lepidocyrtus* juvenil de Collembola, Tasmania, Australia.



Fuente: Global Soil Biodiversity Atlas.

Foto 16. Microscopía electrónica de barrido (SEM) del ácaro *Stratiolaelaps scimitus*

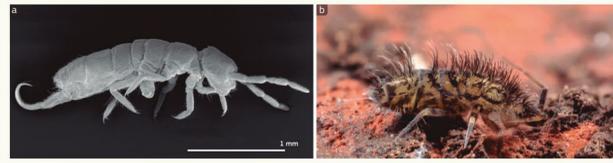
Este ácaro se alimenta del nematodo fitoparásito (*Meloidogyne* incognita), una plaga importante en muchos cultivos.



Fuente: Global Soil Biodiversity Atlas.

Foto 17. Orden Entomobryomorpha

(a) Microfotografía electrónica de barrido que muestra la forma alargada, la distintiva segmentación abdominal, las largas antenas y la furca bien desarrollada; (b) espécimen vivo de *Orchesella villosa* del Reino Unido.



Fuente: Tomada de Orgiazzi, A., Bardgett, R. D., & Barrios, E. (2016). *Global soil biodiversity atlas*. European Commission.

Foto 18. Orden Poduromorpha

(c) espécimen vivo de *Monobella grassei* del Reino Unido; (d) microfotografía electrónica de barrido que muestra la forma alargada, la distintiva segmentación abdominal, las antenas cortas y la furca menos desarrollada.



Fuente: Tomada de Orgiazzi, A., Bardgett, R. D., & Barrios, E. (2016). *Global soil biodiversity atlas*. European Commission.

- **Biodiversidad oculta:** los suelos albergan una diversidad inexplorada, desde microorganismos hasta macrofauna, vital para el funcionamiento de los agroecosistemas.
- **Redes tróficas:** las complejas interacciones tróficas en el suelo son impulsoras de los ciclos biogeoquímicos, fundamentales para la salud y productividad agrícola.
- **Impacto de la agricultura:** la intensificación agrícola amenaza la biodiversidad del suelo, afectando redes tróficas y servicios ecosistémicos clave.
- **Soluciones sostenibles:** prácticas como la labranza reducida o la labranza cero y la implementación de vías y bordes vegetados pueden mejorar la densidad de varios grupos tróficos, destacando la importancia de la gestión consciente para la sostenibilidad agrícola.

6 Experiencias en campos CREA agrícolas y ganaderos



Introducción

■ Ing. Agr. Federico Fritz

Área de Ambiente, Unidad de Investigación y Desarrollo de CREA.
Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.

La biodiversidad es un componente esencial en los agroecosistemas, ya que influye en la sostenibilidad de la producción y en la provisión de servicios ecosistémicos clave, como la polinización, el control biológico y la conservación del suelo. En la Argentina, algunos productores agropecuarios que integran la red CREA han desarrollado estrategias de manejo orientadas a la gestión de

la biodiversidad, que intentan compatibilizar producción y conservación en sus establecimientos.

En el presente capítulo se presenta la experiencia de tres productores CREA de distintas regiones del país que han implementado prácticas innovadoras para fomentar la biodiversidad en sus campos. En la Región Norte de Buenos Aires, el grupo Arroyo del Medio ha desarrollado un sistema de vías vegetadas que no sólo mitiga la erosión hídrica, sino que también constituye un refugio para la fauna y la flora local. A su vez, en la ecorregión del Espinal, el establecimiento Bremor, integrante del grupo Río Primero, apuesta por la restauración ecológica mediante la implementación de cortinas forestales de especies nativas y franjas de cultivos con flores para atraer insectos benéficos. Finalmente, en el partido de Carmen de Patagones, el productor Miguel Ángel Sil-

va, integrante de CREA Holístico, ha implementado un modelo de ganadería regenerativa en un entorno árido, promoviendo el manejo sostenible del pastizal natural y la conservación de la fauna nativa.

Estos casos reflejan el compromiso de los productores CREA con la búsqueda de modelos productivos más equilibrados y resilientes, en los que la biodiversidad no es vista como un obstáculo, sino como un aliado estratégico para la sostenibilidad del agroecosistema en su conjunto.

Restauración con especies nativas en la ecorregión del Espinal

■ **Biól. Dr. Juan Ignacio Whitworth Hulse**

Integrante del CREA Río Primero. Región Córdoba Norte. Instituto de Matemática aplicada de San Luis "Prof. Ezio Marchi", Centro científico-tecnológico CONICET.

En los últimos años, el camino hacia sistemas productivos más sostenibles en las empresas CREA ha comenzado a acortarse gracias a la participación de las nuevas generaciones, que motivan, se capacitan y aportan ideas que despiertan el interés, incluso de las personas más cautas. Esta es la historia del Establecimiento Bremor, empresa familiar perteneciente al CREA Río

Primero de la Región Córdoba Norte, el cual se dedica a la agricultura extensiva bajo riego y secano en el periurbano de Laguna Larga.

En 2010, el CREA mantuvo una reunión clave donde los hijos de Carlos Whitworth Hulse, fundador y cara visible de la empresa, decidieron redefinir el rumbo. En aquel momento, se postuló que la empresa debía priorizar la arista socio-ambiental (reducción de agroquímicos, aumento de la biodiversidad y servicios ecosistémicos), además de la económica. No era el momento. Sin embargo, con el paso del tiempo lograron transformar una respuesta reactiva en una actitud totalmente proactiva, una misión que el Movimiento CREA acompañó desde el inicio.

En 2020, por decisión de Carlos se decidió incorporar un módulo experimental de agricultura extensiva sin uso de agroquímicos y una intensificación sostenible en todo el campo, complementaria a las prácticas de agricultura por ambiente que ya se venían realizando. En pleno proceso de aprendizaje hacia una agricultura de procesos llegó la invitación para participar del primer taller del proyecto InBioAgro, que se realizó en 2022 en el INTA Santiago del Estero, y no dudamos en participar.

Se trataba de un anhelo hecho realidad: el Movimiento CREA amalgamando producción y ambiente desde la co-construcción de consenso.

InBioAgro es un proyecto que irrumpió para hablar de biodiversidad en el marco de sistemas netamente pro-

Figura 1. Ubicación del Establecimiento Bremor en la ecorregión del Espinal
Nuevas cortinas forestales de especies nativas y secuencia de plantación y crecimiento.



ductivos, en el corazón de los mismos establecimientos CREA. Gracias a esta iniciativa, cada empresario deviene protagonista, acompañado por técnicos del Área de Ambiente de CREA, universidades e instituciones de prestigio, como CONICET, INTA y varias ONG del sector ambiental. En este marco, se priorizan las coincidencias por encima de las diferencias identificando zonas de alto valor de conservación dentro de cada establecimiento. Es así como se seleccionan campos piloto donde se trabaja en grupo haciendo honor a la esencia del Movimiento, y se proponen ideas que ayuden a la conservación de la biodiversidad.

Una prueba de fuego

Nuestro establecimiento fue uno de los primeros campos evaluados en aquel taller de InBioAgro. Se trata de un campo ubicado en la ecorregión del Espinal, actualmente una matriz productiva con escasos relictos de bosque nativo; un paisaje más pampeano que chaqueño.

Las propuestas incluyeron una restauración ecológica -que priorizara la implementación de cortinas forestales en sectores clave del establecimiento para que actuaran a modo de corredores biológicos- y franjas de cultivos de cobertura con flores que generaran nuevos hábitats para insectos benéficos (polinizadores y controladores biológicos).

La recepción de estas ideas en la empresa familiar fue positiva, señal de que los tiempos estaban cambiando. Las antiguas dificultades se convertían en posibilidades.

Diciendo y haciendo

En 2022 surgió la posibilidad de una articulación entre CONICET, el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Córdoba y diversos productores para instalar una Red de Ensayos de Restauración con Especies Nativas en Agroecosistemas en el marco de la Ley Agroforestal. Así fue que aquel bosquejo ideado en el taller dio sus primeros frutos: se plantaron 540 árboles nativos de 8 especies distintas en forma de cortina (figura 1), que incluyeron módulos multiespecíficos y módulos mono-específicos de algarrobo (*Neltuma alba*) y de moradillo (*Schinus fasciculata*). Se utilizaron protectores biodegradables (cartón y madera) y otros de silobolsa (economía circular), realizándose únicamente un riego de asiento (10 L). En la actualidad, se monitorean la supervivencia y el crecimiento de los árboles, y las interacciones biológicas entre la nueva cortina y el cultivo.

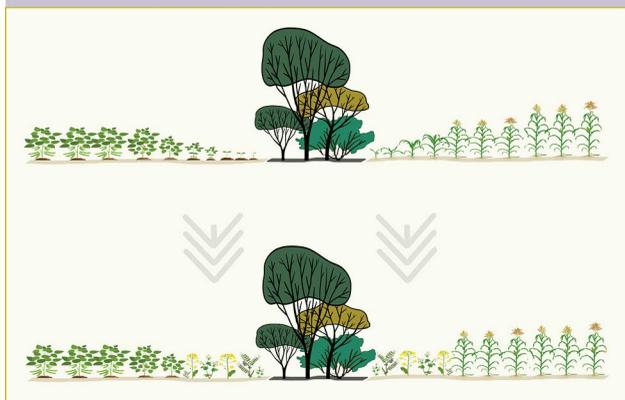
InBioAgro llegó para quedarse

En 2023 se llevó a cabo el segundo taller de InBioAgro en la localidad de Sachayoj, Santiago del Estero. Allí,



la familia tuvo oportunidad de presentar los avances obtenidos a partir de las plantaciones y proponer nuevos desafíos. Al evaluar el efecto económico de la competencia por recursos entre relictos de bosque y cultivos de renta encontraron una franja (14-20 m de ancho) en donde el margen bruto fue negativo, independientemente de la campaña (gráfico 1). Se propusieron, entonces, aumentar la heterogeneidad del hábitat en esos bordes, disminuyendo las pérdidas económicas. ¿Cómo? Con cultivos de servicio fijadores de nitrógeno, cuyas flores

Figura 2. Efectos de la interferencia ente cultivos de renta y la cortina forestal, junto con la posibilidad de sembrar los márgenes de lotes con especies que provean servicios ecosistémicos.



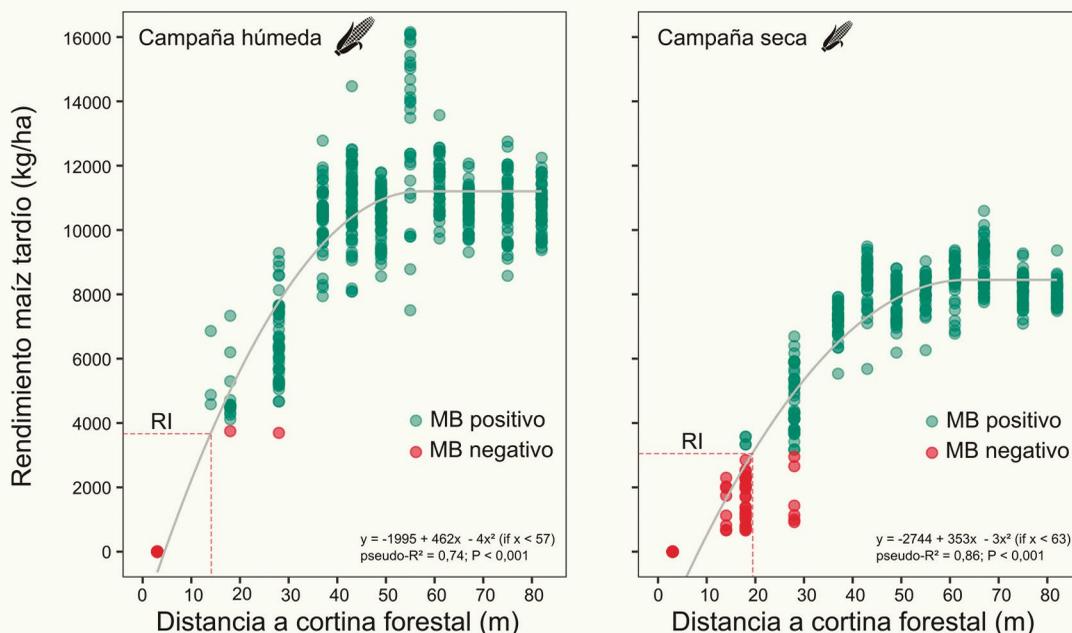
Fuente: Adaptado de Fahrig et al. 2011.

atraen insectos benéficos (figura 2). Se trata de un plan flexible y en proceso que se encuentra a la espera de un monitoreo, evaluación, discusión y difusión. Dónde había pérdidas económicas hoy surge una posibilidad de aumento de la biodiversidad.

Ahora sí la brecha se está acortando verdaderamente. La actitud proactiva de la empresa familiar llegó para quedarse, y CREA, a través de InBioAgro, se convierte en un engranaje fundamental que cataliza discusiones genuinas entre el agro y el ambiente; una reunión impensada hace apenas unas décadas. Los tiempos cambian y detrás de esos cambios hay un Movimiento que acompaña.

1. Una clave del desarrollo sostenible es potenciar la proactividad, priorizando siempre las coincidencias.
2. La restauración de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en áreas netamente productivas exige un manejo adaptativo.
3. Es factible aumentar la heterogeneidad del hábitat manteniendo la rentabilidad de la empresa.

Gráfico 1. Relación entre el rendimiento de maíz tardío y la distancia a una cortina forestal (orientación NE-SO) en una campaña húmeda y otra seca. RI indica el rendimiento de indiferencia, y MB indica el margen bruto.



Vías vegetadas como refugios para la biodiversidad en los paisajes rurales

■ **Prof. Dr. Santiago L. Poggio**

IFEVA, Universidad de Buenos Aires, CONICET.
Facultad de Agronomía, Cátedra de Producción Vegetal.

La intensificación y expansión de la agricultura redujo la disponibilidad de hábitats naturales en los paisajes rurales, principalmente por la reducción de los espacios no cultivables. Estos espacios (márgenes de lotes agrícolas, alambrados, bordes de caminos y vías vegetadas) sostienen funciones ecológicas importantes para los cultivos, tales como la polinización y el control biológico de plagas ejercido por depredadores y parasitoides. El diseño de estrategias de manejo que aseguren la provisión de estos servicios ecológicos para la agricultura comienza con la caracterización del estado actual de la diversidad de especies en los paisajes rurales.

En el marco de un Proyecto de Desarrollo Estratégico financiado por la Universidad de Buenos Aires se estudió la diversidad de plantas y artrópodos presentes en vías vegetadas, instaladas para prevenir la erosión hídrica en cuatro campos CREA del grupo Arroyo del Medio (estancias La Sofía, Rincón de Tata, Santa Isabel y Santa Juana). Se presentan únicamente resultados del muestreo de artrópodos.

Los muestreos se realizaron en febrero de 2020 y 2021. En cada vía vegetada se trazó una transecta de 200 metros donde se ubicaron cuatro puntos espaciados cada 50 metros (50, 100, 150 y 200 m). En cada punto se realizaron seis barridos de red que cubrían aproximadamente tres metros cuadrados. Los artrópodos recogidos en cada vía fueron conservados en alcohol al 70% hasta su determinación taxonómica en el laboratorio.

En total, se colectaron 2954 individuos, que fueron clasificados en 11 órdenes (gráfico 2). Diptera, el orden que reúne a las moscas y mosquitos, fue el más abundante (34%), seguido por Coleoptera (25%), grupo que reúne a los escarabajos, cascarudos y vaquitas de San Antonio, entre otros. Luego se ubicaron los órdenes Hemiptera (pulgonos, chicharras, cotorritas y chinches fitófagas y depredadoras) e Hymenoptera (abejas, avispas y hormigas), ambos grupos taxonómicos presentes en un 12%. Los órdenes Lepidoptera (mariposas y polillas), Araneae (arañas) y Orthoptera (grillos, langostas y saltamontes) fueron representados en baja abundancia (menos del 10% cada uno). Los órdenes Neuroptera (crisopas), Odonata (libélulas y aguaciles), Mantodea

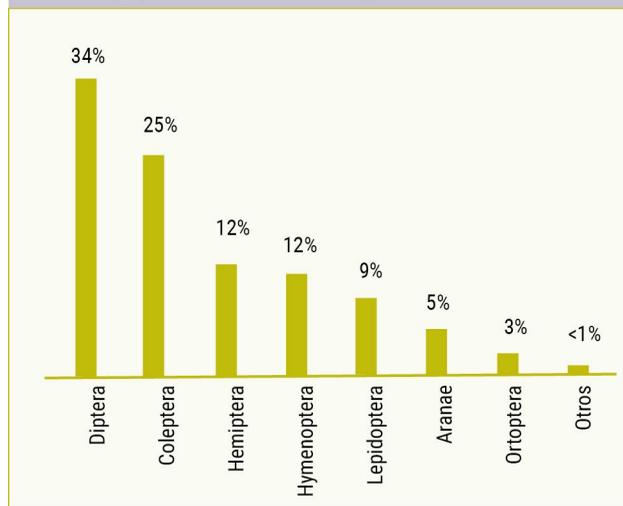
(mantis, tata dios o mamboretá) y Blattodea (cucarachas) representaron, en conjunto, menos del 1% de la abundancia total de artrópodos.

Los resultados indican que las vías vegetadas sostienen comunidades de artrópodos relativamente ricas en grupos taxonómicos y funcionales. Los órdenes representados en este agroecosistema reúnen especies de depredadores (Araneae y algunos Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera), parasitoides (algunos Hymenoptera y Diptera) y polinizadores (principalmente Hymenoptera). Además de estas funciones ecológicas positivas, sería necesario prestar atención a la presencia de plagas insectiles (chinches, orugas de lepidópteros).

Las vías vegetadas son elementos del paisaje de gran importancia por su oferta de recursos florales para artrópodos que desempeñan funciones ecológicas clave para la agricultura. Algunas de las especies más abundantes fueron sembradas para instalar las vías vegetadas, por ejemplo, trébol blanco (*Trifolium repens*) y lotus (*Lotus tenuis*). En caso de ser necesario incrementar la oferta de recursos para los visitantes florales, podrían sembrarse periódicamente especies forrajeras con flores entomófilas, como *Cichoryum intybus*, *Medicago spp.*, *Melilotus spp.*, *Plantago lanceolata*.

También se registró presencia espontánea de especies entomófilas, como cardos (*Carduus acanthoides*, *Cirsium vulgare*) y algunas especies nativas del pastizal pampeano (*Baccharis pingrae*, *Physalis viscosa*). También se detectó presencia de malezas como rama negra (*Conyza bonariensis*) y amor seco (*Bidens subalternans*). Es probable que sea necesario hacer adaptaciones en el manejo de la vegetación con el

Gráfico 2. Composición porcentual de los órdenes de artrópodos colectados en las vías vegetadas instaladas en cuatro establecimientos agropecuarios del CREA Arroyo del Medio



propósito de promover la presencia de plantas con flores entomófilas y reducir la dominancia de malezas.

Dado que la disposición de vías vegetadas es una medida adoptada contra la erosión hídrica, el estudio de estos elementos del paisaje en campos CREA permitió ampliar su valoración como proveedores de múltiples servicios ecológicos asociados a la biodiversidad de los agroecosistemas. La idea fue sugerida por los asesores

CREA de la Región Norte de Buenos Aires. La interpretación de los resultados se vio enriquecida, además, por el aporte de las Mesas de Asesores (de los grupos de la región) y de la Mesa de Planes Nacionales del Área de Agricultura de CREA. La interacción con los productores y los asesores resultó clave para ampliar el sentido de realidad y las posibilidades de aplicación de los resultados del proyecto en situaciones productivas concretas.

Una experiencia CREA en primera persona

Ing. Agr. Juan Radrizzani, asesor del Grupo CREA Arroyo del Medio.

Ing. Agr. Michael Dover, miembro del CREA Arroyo del Medio.

El establecimiento La Sofía es gestionado por la cuarta generación familiar. En CREA aprendimos que, si queremos que nuestra empresa sea atractiva en el presente y para las futuras generaciones es imperativo trabajar en la mejora continua de los tres ejes de la sostenibilidad: ambiental, social y económico.

Un objetivo fundamental es producir más y mejor con menos. Para ello, debemos *cambiar el chip* por el de "producir junto con la naturaleza", promoviendo la biodiversidad y los servicios ecosistémicos asociados. Debemos desarrollar ecosistemas productivos más equilibrados y resilientes que dependan cada vez menos de insumos externos o sintéticos.

La Sofía es un campo mixto. La agricultura es extensiva y se realiza mediante un sistema basado en la siembra directa con rotación de cultivos diversos (maíz, sorgo, soja, trigo, manzanilla, avena, etc.), intensificación con doble cultivo anual (70% superficie), uso de cultivos de cobertura y rotación de lotes frágiles con ganadería.

La producción ganadera es de cría e integra el manejo de pastizales naturales en bajos, praderas permanentes en los lotes agrícolas más frágiles, y la rotación temporaria con verdes en lotes agrícolas de mayor potencial. Sin embargo, a pesar de realizar este manejo y del hecho de contar con terrazas para evitar la erosión desde los años 70, aún era posible identificar sectores del campo que presentaban procesos de erosión hídrica preocupantes. Para resolver este problema, hace unos 10 años comenzamos a repensar el campo en función de la topografía natural, estudiándolo como un sistema integrado, entendiendo su ubicación relativa dentro de la macrocuenca zonal. Por esta razón, buscamos realizar un manejo del agua que considere la ambientación de los lotes a partir de nuevos perímetros y tipos de manejo específicos. Como resultado, hoy se han redibujado los lotes y caminos internos.

En la actualidad, el campo se encuentra tapizado por una red de más de 150 kilómetros de terrazas en curvas de nivel que se siembran periódicamente. Además, hay 26 hectáreas de vías vegetadas que conducen lentamente los excesos del agua de lluvia desde las terrazas hacia los bajos. Esta infraestructura verde genera un nuevo microambiente intercalado entre los lotes productivos, creando franjas de naturaleza de un extremo al otro del campo y conectando perpendicularmente con los bajos. El resultado es un mosaico de parches dominado por grandes extensiones de bajos con campo natural, atravesado y conectado por corredores y vías vegetadas con alta diversidad de especies, cuya superficie queda al margen de la producción. Entonces nos preguntamos: ¿cómo contribuye esto a la promoción de la biodiversidad de especies de animales, plantas e insectos benéficos? ¿Tendrá un impacto positivo en el sistema productivo?

Para responder estas preguntas, en 2020 comenzamos un trabajo a nivel regional junto con la FAUBA, cuya intención fue medir el impacto de las vías vegetadas sobre las poblaciones de especies naturales y, eventualmente, sobre el sistema productivo. Dando un paso más, en agosto de 2022 nos sumamos al proyecto InBioAgro de CREA para analizar cómo seguir promoviendo y midiendo el impacto de la biodiversidad con una concepción de paisaje a través de diversas prácticas de manejo (alambrados con enredaderas, tanques australianos para generar oasis de especies naturales, franjas florales en sectores agrícolas, etc.).

Agradecimientos

Agradecemos especialmente al Ing. Agr. Juan Radrizzani, asesor del CREA Arroyo del Medio, como así también a los miembros de dicho grupo, cuya colaboración fue imprescindible para concretar este estudio.

Esta investigación fue financiada por el proyecto “Diseño e implementación de instrumentos para promover la biodiversidad en los agroecosistemas pampeanos” (Proyectos de Desarrollo Estratégico de la UBA, PDE-15-2019), ejecutado en cooperación con CREA como institución adoptante. Su director es Santiago L. Poggio, su codirector es Lucas Landi. Integrantes: Micaela Bongianino, Karina Hodara, Genoveva Pignataro, Marta Telesnicki, Pedro M. Tognetti.

Un planteo ganadero sostenible

■ **Ing. Agr. Miguel Ángel Silva**
Integrante del CREA Holístico

La gestión de campos ganaderos en regiones áridas, como la del partido de Patagones en la provincia de Buenos Aires, supone un desafío que trasciende lo económico y se adentra en la preservación del entorno natural. Con una historia ganadera familiar que se remonta a 1938, el establecimiento que administro desde el año 2010 y que forma parte del grupo Holístico de la Región CREA Semiárida, ha debido adaptarse a cambios ambientales y climáticos que afectaron la productividad y biodiversidad de la zona. Actualmente, se decidió implementar una serie de medidas tendientes a mitigar los efectos negativos del cambio en el uso del suelo.

Originalmente orientado a la cría ovina, a partir de los años 80 el establecimiento fue evolucionando hacia la producción bovina (gráfico 3). Sin embargo, el pastoreo continuo de los ovinos provocó una degradación del ecosistema que impactó directamente en la regeneración del forraje. El ganado vacuno, en cambio, permitió una mejor conservación del suelo y una menor presión sobre las especies forrajeras.

Uno de los retos más significativos ha sido la irregularidad en las precipitaciones. Durante los últimos 40 años (gráfico 4), el promedio anual ha sido de 421 milímetros, pero desde 2018 las lluvias han disminuido drásticamente, alcanzando solo 292 milímetros en 2024. Esta escasez hídrica limitó la regeneración de los pastos generando una fuerte presión sobre la disponibilidad de alimento para la hacienda.

Ante esta situación, implementamos diversas estrategias de manejo sostenible (figura 3). Una de ellas fue la instalación de aguadas con bombas alimentadas por energía solar, lo que redujo la necesidad de que los animales recorran grandes distancias en busca de agua y disminuyó el impacto sobre los pastizales. Además, adoptamos un sistema de rotación de potreros que favoreció la regeneración del forraje y morigeró la erosión del suelo.

El avance de especies arbustivas ha sido otro desafío. La ausencia de ovinos, que tradicionalmente consumían los brotes permitió la proliferación de vegetación lechosa y arbustiva. Para controlar este crecimiento utilizamos maquinaria como cadena pesada y rolo, promoviendo el equilibrio entre las especies nativas y el ecosistema natural.

El impacto sobre la fauna también ha sido evidente. La disminución observada de especies autóctonas, como vizcachas y guanacos dio lugar a la proliferación de especies invasoras como el jabalí y la liebre europea, que afectaron el equilibrio ecológico. Como parte de

Gráfico 3. Evolución de la carga de equinos, ovinos y bovinos entre los años 1949 y 2023 en el campo

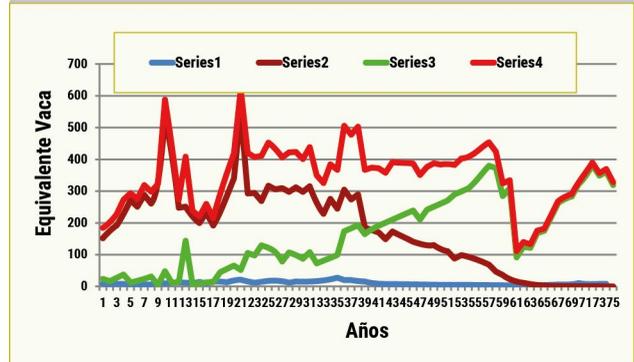
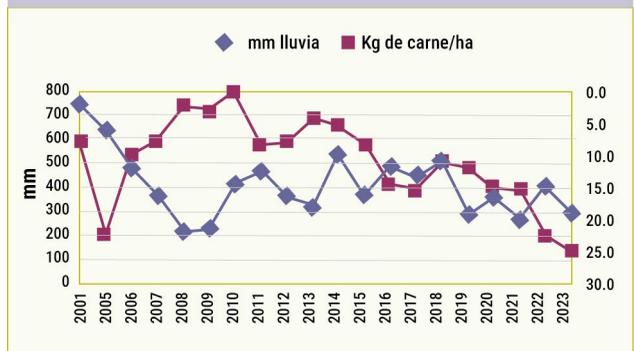


Gráfico 4. Evolución de la carga de equinos, ovinos y bovinos entre los años 1949 y 2023 en el campo



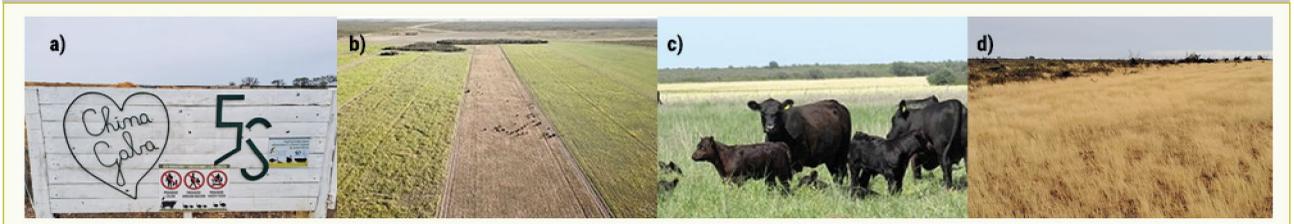
nuestras iniciativas de conservación realizamos un censo de aves en colaboración con Aves Argentinas, identificando 73 especies, y proyectamos la creación de una reserva privada para investigación y recreación.

Nuestra producción ganadera está alineada con principios de sostenibilidad, y para abordar esa dimensión nos unimos a la Alianza del Pastizal. Para acompañar este proceso de mejora con respecto al manejo ganadero aplicamos un esquema de servicio estacionado y utilizamos inseminación artificial en todo el rodeo. Evitamos, además, el uso de Ivermectina para proteger los escarabajos estercoleros, fundamentales para la regeneración del suelo.

En busca de una mayor eficiencia, incorporamos la tecnología de manejo holístico propuesto por Alan Savory, ajustándola a las características de nuestro campo y del ambiente árido. Diseñamos parcelas con boyeros eléctricos, mejorando la distribución del ganado y optimizando el uso de los recursos forrajeros.

El camino hacia una ganadería sostenible requiere inversión, innovación y adaptabilidad. A través de estrategias integradas de manejo hemos demostrado que es posible producir de manera responsable en un entorno desafiante, garantizando la viabilidad económica sin comprometer la biodiversidad y la salud del ecosistema.

Fotos 1 a, b, c y d. a) Instalación de cartelera, b) Ganado sobre pastura de Agropirol, c) Cultivo en franjas de sorgo forrajero, d) Recuperación de pastizal natural en 8 años



Fotos 2 a, b y c. Avistamiento de fauna autóctona

a) Tortuga terrestre (*Chelonoidis chilensis*) b) Nandú (*Rhea americana*), c) Puma (*Puma concolor*).



7 Gobernanza para la conservación de la biodiversidad en los agroecosistemas



Introducción

■ **Ing. Agr. Federico G. Fritz**

Proyecto InBioAgro del Área de Ambiente, Unidad de Investigación y Desarrollo de CREA. Cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires

La biodiversidad desempeña un papel crucial en la sostenibilidad de nuestro planeta. Sin embargo, este recurso está bajo una creciente amenaza debido al impacto de diversas actividades humanas, como la deforestación, el cambio de uso del suelo, la contaminación, la aparición de especies invasoras y el cambio climático. La gobernanza efectiva emerge, entonces, como una herra-

mienta esencial para abordar estos desafíos y garantizar la conservación a largo plazo de la biodiversidad y promover su gestión sostenible.

La posibilidad de conservar la biodiversidad demanda la participación activa de una variedad de actores: gobiernos, comunidades locales, el sector privado, organizaciones no gubernamentales (ONG) y la comunidad científica. La gobernanza fomenta la colaboración y la coordinación entre estos actores para desarrollar estrategias integradas que permitan abordar los desafíos de manera holística.

Este manual pretende acercar información para la toma de decisiones. En particular, en este capítulo se abordará la política y el marco legal nacional e internacional actual, así como los mecanismos económicos y financieros que promueven prácticas sostenibles y la conservación de la biodiversidad.

Ningún actor clave involucrado cuenta por sí sólo con los medios suficientes y el alcance necesario para generar soluciones ante los retos y oportunidades existentes. Es por ello que en este capítulo ofreceremos ejemplos de iniciativas como el proyecto InBioAgro de CREA (ver capítulo 1) y de otras organizaciones como Aves Argentinas, ProYungas y The Nature Conservancy, que buscan mejorar la biodiversidad al tiempo que sostienen los sistemas de producción.

En resumen, la gobernanza para la conservación de la biodiversidad constituye un proceso complejo y colaborativo que involucra una gran variedad de componentes interrelacionados. Solo a través de una gobernanza efectiva y de la participación activa de diversos actores será posible garantizar la preservación de la biodiversidad para las generaciones futuras en armonía con la producción de alimentos.

Política nacional e internacional acerca de la biodiversidad

■ M.Sc. Micaela Bonafina

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación.

■ Ing. Agr. Federico G. Fritz

Proyecto InBioAgro del Área de Ambiente, Unidad de Investigación y Desarrollo de CREA. Cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

La diversidad biológica es la base de la mayoría de las actividades humanas y es, además, el sustento de una gran variedad de bienes y servicios ambientales que contribuyen a la salud, al bienestar social y a la conformación de nuestra cultura e identidad.

En este sentido, su conservación fue establecida como una prioridad en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo en el año 1972, al enunciarse que “la humanidad tiene la responsabilidad especial de preservar y administrar juiciosamente el patrimonio de la flora y la fauna silvestres y su hábitat”.

A partir de ese momento y durante los años siguientes se aprobaron diversos instrumentos internacionales

y regionales que regulan aspectos específicos de la diversidad biológica, entre ellos el Convenio sobre la Diversidad Biológica. También el primer Relator de Naciones Unidas sobre Derechos Humanos y Ambiente en uno de sus reportes afirmó que “la biodiversidad es fundamental para el disfrute de una amplia gama de Derechos Humanos”, y que “su degradación y pérdida socavan la capacidad de las personas para disfrutar de estos derechos”.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica es un instrumento jurídicamente vinculante que tiene por objetivos la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Es el único instrumento internacional que aborda los tres niveles de la biodiversidad: los ecosistemas, las especies y los recursos genéticos.

Asimismo, este instrumento reconoce el rol de las comunidades indígenas y locales en la conservación de la diversidad biológica y la importancia de mantener sus conocimientos y prácticas relativos a la conservación y utilización sostenible de sus componentes, así como la necesidad de promover que los beneficios derivados del uso de sus conocimientos e innovaciones sean compartidos de manera equitativa.

En la Conferencia de las Partes de este instrumento, que tuvo lugar del 7 al 19 de diciembre de 2022 en Montreal, Canadá, se aprobó el Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal² (*Global Biodiversity Framework*, GBF por sus siglas en inglés) GBF, por sus siglas en inglés), un plan de acción que busca responder al Informe de la Evaluación Mundial de la Diversidad Biológica y los Servicios de los Ecosistemas, publicado por la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas³ (IPBES), y a otros documentos científicos que proporcionan amplias pruebas de que, a pesar de los esfuerzos que se vienen realizando a nivel nacional e internacional, la biodiversidad se está deteriorando en todo el mundo a un ritmo sin precedentes en la historia de la humanidad.

Este marco tiene como finalidad impulsar la acción urgente y transformadora de los gobiernos y las autoridades subnacionales y locales, con participación de toda la sociedad, para detener y revertir la pérdida de diversidad biológica y contribuir así al cumplimiento pleno

¹ El Sr. John Knox fue nombrado primer Experto Independiente sobre las obligaciones de derechos humanos vinculadas al disfrute de un medio ambiente seguro, limpio, saludable y sostenible por un período de tres años. Véase: <https://n9.cl/0x050>

² Véase: <https://n9.cl/ursbb>

³ Véase: <https://www.ipbes.net/>

de los tres objetivos del Convenio en forma equilibrada. Está orientado a la acción y los resultados y procurar guiar y promover a todos los niveles, la revisión, formulación, actualización e implementación de las políticas, objetivos, metas, estrategias y planes de acción nacionales en materia de biodiversidad, así como el seguimiento y la revisión periódica de su progreso de una manera transparente y responsable.

El Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal tiene cuatro objetivos de largo plazo que deberán cumplirse para 2050, además, de 23 metas orientadas a la acción urgente. Los objetivos están relacionados con los tres objetivos del Convenio. Los medios para su implementación y las medidas planteadas en cada meta deben iniciarse inmediatamente y ser completados para el año 2030. Las metas se dividen en tres ejes temáticos: *reducir las amenazas a la biodiversidad* (Metas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8); *satisfacer las necesidades de las personas mediante la utilización sostenible y la participación en los beneficios* (Metas 9, 10, 11, 12 y 13), y *desarrollar herramientas y soluciones para la implementación y la integración* (Metas 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 y 23).

Si bien los objetivos y las metas están interconectados y son interdependientes, en lo que respecta a los agroecosistemas corresponde destacar los compromisos asumidos en el marco de las Metas 7 y 10. La Meta 7 propone: “Reducir para 2030 los riesgos de contaminación y el impacto negativo de la contaminación de todas las fuentes a niveles que no sean perjudiciales para la diversidad biológica y las funciones y servicios de los ecosistemas, considerando los efectos acumulativos, entre otras cosas, a) reduciendo al menos a la mitad el exceso de nutrientes que se liberan al medio ambiente, por ejemplo, mediante un ciclo y un uso más eficiente de los nutrientes; b) reduciendo el riesgo general de plaguicidas y sustancias químicas altamente peligrosas al menos a la mitad, incluso mediante la gestión integrada de plagas basándose en la ciencia, teniendo en cuenta la seguridad alimentaria y los medios de vida, y c) previniendo, reduciendo y procurando eliminar la contaminación por plástico”.

A su vez, en la Meta 10 se establece la obligación de “garantizar que las superficies dedicadas a la agricultura, la acuicultura, la pesca y la silvicultura se gestionen de manera sostenible, en particular, a través de la utilización sostenible de la diversidad biológica, entre otras cosas, mediante un aumento sustancial del empleo de prácticas favorables a la diversidad biológica, tales como enfoques de intensificación sostenible, enfoques agroecológicos y otros enfoques innovadores, contribuyendo a la resiliencia, eficiencia y productividad a largo plazo de estos

sistemas de producción y a la seguridad alimentaria, conservando y restaurando la diversidad biológica y manteniendo las contribuciones de la naturaleza a las personas, entre ellas las funciones y servicios de los ecosistemas”.

En consecuencia, todos los Estados Parte, entre ellos, nuestro país, deberán adoptar nuevas Estrategias Nacionales de Biodiversidad que, por supuesto, incorporen los objetivos y las metas del Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal. Los países deberán adaptar este marco a las realidades y necesidades nacionales, definir las acciones principales para promover el cumplimiento de los objetivos del Convenio y contribuir al cumplimiento de las 23 metas del Marco.

Sin dudas, en atención a la naturaleza sectorial e intersectorial de las obligaciones asumidas en el Marco Mundial surgió la elaboración de la nueva Estrategia Nacional de Biodiversidad y Plan de Acción 2025-2030 de la Argentina, presentada en la COP16 que fue celebrada en octubre de 2024 en la ciudad de Cali, Colombia. Esta estrategia incorpora una visión que integra la conservación, restauración y uso sostenible de la biodiversidad, de la mano de una producción sostenible.

Uno de los ejes estratégicos de este plan de acción atiende al *Conocimiento y gestión de la información sobre la biodiversidad*. En ese sentido, fomenta la cooperación, el intercambio de información y la articulación entre los sectores científico y de gestión, destacándose temáticas prioritarias de investigación, como la conservación, el uso sostenible y la valoración ecológica de la biodiversidad, prácticas productivas y de consumo sostenibles, y el fortalecimiento de los mecanismos de monitoreo de la biodiversidad.

Otro aspecto de relevancia para el sector, es el eje 4: *prácticas productivas y de consumo sostenibles*, que tiene como objetivo generar políticas y acciones que favorezcan el desarrollo de sistemas productivos sostenibles y su transformación en armonía con la conservación, restauración y uso sostenible de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

El análisis de la política nacional e internacional en torno a la biodiversidad evidencia un progreso significativo en la articulación de estrategias globales y locales para enfrentar la crisis de pérdida de diversidad biológica. El Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal y su integración en la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2025-2030 de nuestro país son pasos cruciales para alinear objetivos de conservación con prácticas sostenibles. En particular, las metas dirigidas a la reducción de impactos negativos, como el exceso de nutrientes y plaguicidas, y la promoción de enfoques agroecológicos en los sistemas de producción representan

oportunidades concretas para transformar los agroecosistemas en espacios resilientes y productivos. Además, los ejes estratégicos que fomentan el conocimiento, la cooperación intersectorial y las prácticas de consumo sostenible refuerzan la necesidad de una acción transformadora y colaborativa. Este manual se inscribe como una herramienta que busca operacionalizar estas metas, promoviendo la integración efectiva de la biodiversidad en los sistemas productivos y contribuyendo a la sostenibilidad a largo plazo de los paisajes agropecuarios.

Normativa nacional acerca de la biodiversidad

Abg. Eugenia Magnasco

■ Área Ambiente, Unidad de Investigación y Desarrollo de CREA.

Una de las principales causas de la pérdida de biodiversidad reside en el uso de la tierra para la producción de alimentos. El cambio climático es otro de los principales motivos de la desaparición de especies locales, del aumento de enfermedades y de la mortalidad masiva de plantas y animales que dieron lugar a las primeras extinciones provocadas por el clima, debido a la transformación de los ecosistemas marinos, terrestres y de agua dulce en todo el mundo.

La biodiversidad se ve afectada por el cambio climático, pero es también parte de la solución ya que constituye un sumidero natural de carbono y ofrece algunas de las denominadas “soluciones naturales” frente a esta situación.

A su vez, las especies exóticas invasoras (EEI) también han sido identificadas como una amenaza importante para la conservación de la biodiversidad (Zalba 2005, Novillo y Ojeda 2008, Fasola y Roesler 2016, Torres y Gonzalez-Pisani 2016), mientras que el comercio ilegal de fauna afecta a más de 100 especies de aves, 20 de reptiles y 15 de mamíferos, de las cuales unas 20 entran en la categoría de “amenazadas” (www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/accion/trafico-ilegal-fauna).

Si bien no existe una norma de presupuestos mínimos ambientales para la protección de la biodiversidad, hay un paquete de leyes ambientales que la incluyen y le confieren algún tipo de amparo.

Normativa

En las últimas tres décadas el tema ambiental ha logrado posicionarse en la agenda pública. Al respecto, se puede señalar como un hito la reforma constitucional de 1994, con la incorporación del Art.41 que reconoce

expresamente el Derecho al Ambiente y le otorga jerarquía constitucional. Antes de esa fecha, algunas constituciones provinciales ya habían incorporado artículos que consagraban el Derecho al Ambiente, mientras que en la carta fundamental, “la doctrina mayoritaria ya había señalado que el Artículo 33, de los derechos no enumerados, protegía también el derecho al ambiente por lo que a ese respecto no puede ignorarse que su protección constitucional no es tan nueva” (Bernardi Bonomi, 2003).

Pasaron varios años desde la reforma hasta que se sancionara la primera Ley de Presupuestos Mínimos. En la actualidad, se dispone de 11 leyes de esta naturaleza:

Ley 25 675 conocida como Ley General del Ambiente o de Política Ambiental: establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sostenible y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sostenible. Su conservación se establece como un objetivo de política ambiental.

Ley 26 331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental: establece los objetivos e instrumentos para el enriquecimiento, restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los Bosques Nativos, reconociendo en su artículo 5 que “la conservación de la biodiversidad es uno de los principales servicios ambientales que brindan los bosques”. Asimismo, establece que “el manejo sostenible de los bosques debe permitir el mantenimiento de su biodiversidad” (art. 4 de la Ley), y que “el plan de Aprovechamiento del Uso del Suelo debe garantizarla” (art. 4 Decreto 91/09).

Ley 25 615: establece los presupuestos mínimos de protección ambiental sobre la gestión integral de residuos de origen industrial y de actividades de servicios. Entre sus objetivos se encuentra la conservación de la biodiversidad, y en su redacción originaria incluía un capítulo de sanciones penales para quien dañara con estos residuos, entre otros recursos, a la diversidad biológica, capítulo que finalmente fue observado al momento de su promulgación.

Ley 26 639 de presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglacial: también reconoce la importancia de este recurso para la protección de la biodiversidad.

Ley 26 815 de Manejo del fuego: establece los presupuestos mínimos de protección ambiental en materia de incendios forestales y rurales. En su Art. 20 exige que los beneficiarios de fondos públicos provenientes de regímenes de protección de recursos naturales, de promoción forestal o de protección de la biodiversidad incorporen un plan de protección contra incendios como condición indispensable para su aprobación.

Las especies exóticas invasoras constituyen una amenaza para la casi totalidad de las especies silvestres en riesgo de extinción y afectan los objetivos de conservación de las áreas protegidas (Argentina s.f)⁴. Hasta la fecha, se han identificado más de 700 especies, que incluyen algas, hongos, plantas, vertebrados e invertebrados terrestres y acuáticos incluidas en la lista de Especies Invasoras y Potencialmente Invasoras (Res. MAyDS 109/21), que aprueba, además, su gestión integral. Esto está en línea con el artículo 8 h del Convenio sobre la Diversidad Biológica, que establece que cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, deberá impedir que se introduzcan, controlará o erradicará las especies exóticas que amenacen a ecosistemas, hábitats o especies.

El comercio ilegal de fauna se produce principalmente en aquellas ecorregiones que poseen mayor biodiversidad y son por lo tanto más ricas en fauna autóctona y endémica (Argentina gob s/f)⁵. La Ley Nacional de Conservación de la Fauna (N° 22 421) prohíbe la captura, el traslado, comercio y tenencia de animales silvestres, sus productos y subproductos y establece sanciones penales ante su incumplimiento. Cada provincia, a su vez, tiene sus propias leyes sobre esta temática.

Las áreas protegidas constituyen otra estrategia fundamental para la conservación de la diversidad biológica. Las superficies terrestres registradas en el Sistema Fe-

deral de Áreas Protegidas (SiFAP) abarcan un total de 33.700.000 hectáreas y representan el 12% del territorio continental. Por su parte, las áreas marinas cubren 16.300.000 hectáreas y representan el 7% de la plataforma submarina.

Dentro de estas áreas, las categorías de gestión o manejo son variadas: hay Parques y Reservas Nacionales y Provinciales, reservas y monumentos naturales, reservas de usos múltiples etcétera. Además, hay áreas protegidas con designación internacional, como las Reservas de Biosfera y sitios Ramsar, entre otras.

Los propietarios de un predio con alto valor de conservación que identifiquen la importancia de preservar los recursos naturales pueden voluntariamente crear una Reserva Natural Privada. Para ello se suscribe un acuerdo con alguna de las organizaciones de la sociedad civil que trabajan en esa materia, universidades o gobierno provincial. En este último caso, la reserva se integra al sistema provincial de áreas protegidas.

Más allá de la norma particular que se aplique en cada una de estas categorías de gestión por jurisdicción, se puede resumir que, conforme el Artículo 2 del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), un área protegida es aquella que se encuentra definida geográficamente y que ha sido designada, regulada y administrada con el fin de alcanzar objetivos específicos de conservación.

⁴[https://www.argentina.gob.ar/ambiente/biodiversidad/exoticas-invasoras/ei#:~:text=Las%20especies%20ex%C3%B3ticas%20invasoras%20\(EEI,su%20%C3%A1rea%20natural%20de%20distribuci%C3%B3n.](https://www.argentina.gob.ar/ambiente/biodiversidad/exoticas-invasoras/ei#:~:text=Las%20especies%20ex%C3%B3ticas%20invasoras%20(EEI,su%20%C3%A1rea%20natural%20de%20distribuci%C3%B3n.)

⁵<https://www.argentina.gob.ar/ambiente/accion/trafico-ilegal-fauna>



Estándares para alcanzar un impacto positivo en la naturaleza y créditos de biodiversidad

■ Lic. Sabine Papendieck

Coordinadora del Programa Argentino Carbono Neutro.

■ Ing. Agro. Federico Fritz

Proyecto InBioAgro del Área de Ambiente, Unidad de Investigación y Desarrollo de CREA. Cátedra de Edafología de la Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

Según se afirma en la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas⁶ (IPBES), y en el Marco Mundial de Biodiversidad de Kunming-Montreal⁷, los objetivos mundiales de conservación y uso sostenible de la naturaleza -establecidos principalmente en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)⁸ 14, Vida submarina, y 15, Vida de ecosistemas terrestres- no pueden ser alcanzados mediante las trayectorias actuales en un contexto planetario de deterioro mundial del capital natural.

Para redireccionar la actividad humana dentro de los límites planetarios y mantener la estabilidad de la Tierra es que surgieron diversas iniciativas cuyo objetivo es dar monitoreo, reporte y verificación a la gestión de la diversidad biológica como estándar de desempeño ambiental. Al mismo tiempo, avanzan ciertos mecanismos que valorizan la gestión sostenible de la biodiversidad: es el caso de los créditos de biodiversidad o de la naturaleza, a semejanza de lo desarrollado para otras categorías de impacto ambiental potencial, como las emisiones/cambio climático, agua y polución por plásticos, entre otros.

La dificultad principal de estos desarrollos reside en que, en cuestiones relacionadas con la biodiversidad, no existe a la fecha un indicador o conjunto de indicadores consensuados a nivel global que permitan cuantificar el impacto generado o evitado. Por esta razón, este abordaje supone un esfuerzo adicional, no sólo para gestionar en función de indicadores específicos por sitio/ecosistema (es importante remarcar que los indicadores de biodiversidad son siempre propios de cada ubicación), sino también para alcanzar la robustez científica y el reconocimiento/validación en el marco de los desarrollos actuales.

Una de las primeras iniciativas de comunicación de triple desempeño que ha desarrollado un estándar temático relativo a la biodiversidad es Global Reporting Initiative⁹ (GRI, por sus siglas en inglés). El estándar GRI 304: Biodiversidad 2016, actualmente vigente, puede ser utilizado por organizaciones de cualquier tamaño, tipo, sector o ubicación geográfica que quieran informar su impacto en relación con este tema en función del análisis de materialidad que sustentan sus reportes de sostenibilidad. Entre los contenidos temáticos del estándar se establecen cuatro indicadores generales respecto del impacto directo de la organización:

- 304-1: Sitios operacionales en propiedad, arrendados o gestionados, que se encuentren dentro de o junto a áreas protegidas, o zonas de gran valor para la biodiversidad fuera de áreas protegidas.
- 304-2: Impactos significativos de las actividades, productos y servicios sobre la biodiversidad.
- 304-3 Hábitats protegidos o restaurados.
- 304-4 Especies que aparezcan en la Lista Roja de la International Union for Conservation of Nature (IUCN) y en listados nacionales de conservación cuyos hábitats se encuentren en áreas afectadas por las operaciones.

Con el objetivo de reunir los desarrollos clave a nivel global -incluyendo el Marco Global de Biodiversidad de la ONU, denominado Science Based Targets Network (SBTN, por sus siglas en inglés)- y responder a la progresiva demanda de transparencia por parte de los diferentes grupos de interés, a comienzos de 2024 GRI anunció la introducción de su último estándar: GRI 101: Biodiversidad 2024. Entre sus atributos principales se incluyen la transparencia total de la cadena de suministro (ya no se centra sólo en el impacto directo de la organización que reporta), informes detallados sobre todo tipo de impactos (mayores y menores) en ubicaciones específicas, revelaciones sobre impulsores de pérdida de biodiversidad y los requisitos para informar los impactos a la sociedad, incluyendo comunidades locales y pueblos indígenas.

Con respecto a los indicadores que permiten cuantificar el impacto y los impulsores de pérdida, el nuevo estándar se centra en el cambio del uso del suelo y del agua, la explotación de recursos naturales, la polución y la aparición de especies invasoras, alineándose así con el desarrollo de SBTN.

⁶ <https://www.ipbes.net/>

⁷ <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-es.pdf>

⁸ <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

⁹ <https://www.globalreporting.org/>

¹⁰ <https://www.iucnredlist.org/es>

De esta manera, el estándar GRI 101 reemplazará al estándar GRI 304. Y para transicionar de un estándar al otro, durante los próximos dos años GRI implementará pruebas piloto dándole prioridad a sus propios miembros.

Por su parte, el marco de referencia previamente mencionado, Science Based Targets Network¹¹ -una coalición global integrada por más de 80 organizaciones ambientales sin fines de lucro- ha lanzado los primeros objetivos corporativos basados en la ciencia “para la naturaleza”. Estos propósitos específicos se basan en los objetivos climáticos existentes dentro de la misma coalición relativos a las metas de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y los complementan. Su intención es ofrecer a las empresas la orientación necesaria para saber si están contribuyendo a hacer realidad la visión de un futuro equitativo, neto cero y positivo para la naturaleza. Los indicadores que se deben considerar dentro del SBTN son los siguientes:

- Agua dulce
- Suelo
- Biodiversidad
- Océanos
- Clima (emisiones que ingresan dentro del alcance de SBTi¹²)

No existen indicadores preestablecidos para el componente Biodiversidad, por lo que las organizaciones que reportan deben proponerlos y aportar datos científicamente robustos y validados.

En 2023, un grupo inicial de 17 empresas puso a prueba el proceso de validación de estos objetivos, así como los métodos terrestres que se encuentran actualmente en una versión beta. Este piloto será fundamental para la implementación del proceso de validación de objetivos y la entrega de una versión 1 de los objetivos terrestres, los cuales se prevé que estén disponibles después de incorporar las lecciones de la prueba piloto que culminó en mayo de 2024. Hasta el momento, SBTN ha informado que las empresas piloto han aportado gran cantidad de datos, con un total de más de 20.000 puntos. Entre las conclusiones preliminares, las empresas mencionan el valor de los objetivos para la naturaleza basados en la ciencia como una herramienta de gestión del riesgo que permite aumentar la resiliencia. Al mismo tiempo, visualizan oportunidades como, por ejemplo, el

trabajo con la cadena de valor (lo que se conoce como scope 3 en el abordaje de emisiones) o la integración de estos indicadores en la estrategia empresarial. A su vez, apuntan que los objetivos permiten validar los indicadores propuestos y, a su vez, aumentar la ambición climática de las organizaciones y su cadena de valor sobre una base de información más robusta.

La necesidad de evaluar y priorizar los impactos de la cadena de valor sobre la naturaleza exige que las empresas aumenten su trazabilidad ascendente y trabajen más estrechamente con los proveedores. Este proceso las ha llevado a descubrir riesgos ocultos dentro de la cadena de suministro y a priorizar la acción allí donde realmente importa.

Además de este piloto oficial, hay aproximadamente 160 empresas que se preparan para establecer de alguna forma objetivos para la naturaleza con base científica; incluidas 125 del Programa de Compromiso Corporativo de SBTN, además de empresas que trabajan a través de socios, como el programa de referencias de SBTN. Por último, cabe destacar que el desarrollo de SBTN está alineado con las recomendaciones del Grupo de Trabajo sobre Divulgaciones Financieras Relacionadas con la Naturaleza¹³ (TNFD, por sus siglas en inglés), las cuales se describen a continuación.

El TNFD desarrolló un conjunto de recomendaciones para que las organizaciones informen y actúen sobre la evolución de las dependencias, los impactos, los riesgos y las oportunidades relacionados con la naturaleza. Dichas recomendaciones permitirán que las empresas y las finanzas integren a la naturaleza como una variable más en el proceso de toma de decisiones y apoyen, en última instancia, un cambio en los flujos financieros globales, alejándolos de resultados negativos en este sentido.

Estas recomendaciones (publicadas en septiembre de 2023) están estructuradas alrededor de cuatro pilares -(a) gobernanza, b) estrategia, c) riesgo y manejo del impacto, d) métricas y objetivos)- y 14 recomendaciones de reporte, alineadas con el Task Force on Climate-related Financial Disclosures¹⁴ (TCFD, por sus siglas en inglés) y con la International Sustainability Standards Board (ISSB). Se adaptan a los diferentes enfoques de materialidad que se utilizan en la actualidad y están alineados con los objetivos y metas del Marco Global de Biodiversidad de la ONU.

En particular, las categorías de impacto que deben ser consideradas dentro de este marco de reporte estandarizado son las siguientes:

¹¹ <https://sciencebasedtargets.network.org/our-mission/issue-hubs/biodiversity/>

¹² <https://sciencebasedtargets.org/>

¹³ <https://tnfd.global/>

¹⁴ <https://www.fsb-tcf.org/>

- Cambio climático (emisiones)
- Cambios en el uso del suelo, agua dulce y océanos
- Uso y restauración de los recursos
- Polución
- Especies invasoras

En su último parte de prensa, TNFD ha anunciado que 320 organizaciones (56% son empresas y 33% instituciones financieras) de 46 países (6% de América Latina y el Caribe) han asumido el compromiso de desarrollar sus informes corporativos anuales tomando como base sus recomendaciones para el año fiscal 2023, 2024 o 2025. De esta manera queda configurado el panorama de los principales estándares de monitoreo, reporte y verificación con respecto a la biodiversidad.

Cabe también mencionar el desarrollo realizado por Verra Nature Framework¹⁵ con el objetivo de establecer un mecanismo de valorización de la gestión sobre la naturaleza o biodiversidad mediante créditos. En octubre de 2024 la institución lanzó el Programa Estándar de Impacto Verificado de Desarrollo Sostenible (SD VISta), una metodología que define cómo los proyectos verificados pueden generar Créditos de la Naturaleza utilizando como métrica una hectárea –real, medible y verificable– de calidad equivalente a la mejora de la biodiversidad, abarcando actividades de conservación, restauración y gestión sostenible. La evaluación se basa en una línea de referencia y considera un período efectivo de intervención de 20 años, con verificaciones cada 5 años y un compromiso mínimo de conservación de 40 años. Esta es una característica que comparte con un crédito de carbono, aunque es importante subrayar que los Créditos de Naturaleza generados representan inversiones positivas que, sin embargo, no pueden ser utilizadas para compensar impactos negativos, ya que los impactos sobre la naturaleza son sitio específicos y tienen, por lo tanto, un esquema de trading limitado, alcance que sí tienen los créditos de carbono.

El indicador a utilizar para la medición debe ser propuesto por quien lleva adelante el proyecto. En ese sentido se diferencia de los créditos de carbono, que tienen en el CO_{2eq} una única unidad de medida. Fuentes apropiadas propuestas por el marco para seleccionar el indicador son las siguientes:

- Registros publicados relacionados con la ecorregión publicados en revistas científicas revisadas por pares.
- Evaluaciones de la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN.
- Conjuntos de datos sobre biodiversidad del gobierno nacional.
- Indicador seleccionado por el proponente del proyecto con la debida justificación.

El proyecto debe salvaguardar tanto a las comunidades locales como respetar los derechos humanos y de propiedad de las partes involucradas.

A su vez, se establece un Nature Stewardship Credit que reconoce la conservación efectiva histórica de la naturaleza, de manera tal de excluir financieramente a quienes no puedan acreditar el aumento de una línea base. Se explora así un tipo de crédito que incluye o aumenta la viabilidad financiera de áreas que tienen históricamente un estado de naturaleza bien gestionado. Este tipo de crédito potencial, denominado Crédito de Gestión de la Naturaleza, recompensaría los resultados exitosos y verificados de conservación y gestión basados en la estabilidad y resiliencia de los ecosistemas sin utilizar contrafactuales (es decir, líneas de base degradadas) ni demostrar aumentos en la condición del ecosistema. Los créditos de gestión de la naturaleza se emitirían por hectárea tras la verificación de la condición de requisitos (por ejemplo, al menos el 90% de la condición del ecosistema al final del período de cinco años anterior).

Verra propone que los proyectos que busquen créditos de gestión de la naturaleza deberían demostrar:

- La conservación de hectáreas de alta calidad, que mantengan al menos el 95% del área original (evaluado en un plazo de cinco años) ajustada a la condición de un ecosistema que tiene un valor de condición de, al menos, 0,75, medido en no menos de cinco indicadores.
- Una gestión eficaz y activa del área del proyecto.
- Atributos de significancia, como umbrales mínimos, que podrían incluir los siguientes:

- o Poblaciones viables de especies evaluadas como globalmente amenazadas en la Lista Roja de la UICN.

- o Cumplimiento de los criterios para las Áreas Clave de Biodiversidad globales.

- o Tratarse de áreas reconocidas internacionalmente (por ejemplo, Ramsar, sitios del Patrimonio Mundial natural/mixto o Reservas de la UNESCO sobre el Hombre y la Biosfera).

- o Alineación con las prioridades del país (por ejemplo, parques nacionales, áreas silvestres u otras áreas protegidas de la UICN).

¹⁵ <https://verra.org/methodologies/nature-framework/>

De esta manera, se advierte que los créditos de la naturaleza fueron desarrollados en función de las lecciones aprendidas de los créditos de carbono del mercado voluntario.

Además de la iniciativa de Verra, durante la última COP de Biodiversidad celebrada en octubre de 2024 en la ciudad de Cali, Colombia, seis organizaciones pusieron a prueba sus normas y metodologías para certificar créditos de biodiversidad, y la lista podría ampliarse. La mayoría de los sistemas opta por la hectárea como unidad de medida, aunque no todos. Aunque hay varias normas que incluyen actividades de conservación, el mercado se centra principalmente en la restauración y regeneración, con periodos de acreditación que varían significativamente de un sistema a otro.

Por otro lado, todos los regímenes exigen actualmente la verificación de los resultados por parte de terceros independientes o tienen intención de hacerlo en el futuro. El Grupo Asesor Internacional sobre Créditos de Biodiversidad (IAPB por su sigla en inglés), con el apoyo de una amplia gama de instituciones, publicó el Marco para Mercados de Créditos de Biodiversidad de Alta Integridad para ayudar a dirigir y ampliar el desarrollo de este novedoso mecanismo. Sus principios definen la alta integridad en torno a tres pilares:

1. Resultados verificados para la naturaleza.
2. Equidad e imparcialidad para las personas.
3. Buena gobernanza para los mercados.

Algunas de las iniciativas presentadas durante la COP16, como el Programa de Biodiversidad del Registro Internacional del Carbono (ICR por su sigla en inglés), proporcionan un marco para los proyectos de conservación y restauración de la biodiversidad, permitiendo el registro y la emisión de Créditos de Ganancia Neta de Biodiversidad (BiNGC), medidos como una hectárea de tierra conservada durante un mes. El ICR invita actualmente a los promotores de proyectos a unirse a su fase piloto de dos años.

La Alianza Sueca para el Biocrédito, un consorcio de investigadores, propietarios forestales, municipios y empresas anunció en la COP16 el Global Biocredit Standard, un estándar mundial de créditos de biodiversidad centrado en los paisajes productivos. Sus próximos pasos incluyen la creación de una secretaría que administre la norma, el establecimiento de un registro para los proyectos que se inscriban y el desarrollo de un proceso de aprobación de las distintas metodologías.

Plan Vivo lanzó el Estándar de Naturaleza PV, que permite emitir certificados de restauración y conserva-

ción. La unidad representa una ganancia porcentual de biodiversidad por hectárea y año, y se basa en cinco métricas de pilares, tres de las cuales se basan en especies y dos en hábitats.

Ya en el primer semestre de 2024, la certificadora Cercarbono publicó su protocolo de biodiversidad, que abarca 18 actividades de conservación y restauración elegibles en varios ecosistemas. Los proyectos de acreditación de la biodiversidad pueden emitir cuatro tipos de Créditos Voluntarios de Biodiversidad (VBC): platino, oro, plata y bronce, a medida que disminuye la urgencia del proyecto.

Por su parte, en mayo de 2024, Biocarbon, publicó la versión 3.1 de su estándar de biodiversidad. El documento se centra en la preservación, restauración ecológica y actividades de uso sostenible. El aumento de la biodiversidad se mide combinando 15 indicadores, que incluyen desde la composición del paisaje hasta la riqueza de especies.

Un consorcio de organizaciones sin ánimo de lucro, entre ellas, la Fundación Plan Vivo, lanzó la metodología The Global Biodiversity Standard, centrada en proyectos de restauración de hábitats, plantación de árboles y agrosilvicultura. En la actualidad, la norma no verifica los proyectos de biodiversidad.

En suma, el objetivo de las iniciativas y protocolos mencionados es ofrecer un marco de referencia reconocido para monitorear, verificar y reportar las acciones positivas que en materia de biodiversidad realizan las organizaciones. A su vez, a partir de una mayor robustez científica basada en métricas se pretende desbloquear el financiamiento necesario para desarrollar este tipo de proyectos dentro de las organizaciones y cadenas de suministro. Por lo tanto, es indispensable que las organizaciones incorporen este indicador de performance ambiental en sus estrategias de negocio, y que, en función de su estadio de gestión a partir de una línea de base, mitiguen el impacto y el de su cadena de valor, generen efectos positivos y capturen financieramente el valor ambiental gestionado.

La Alianza del pastizal y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

■ **Ing. Federico Schäfer**

Alianza del Pastizal Argentina (Aves Argentinas).

La Alianza del Pastizal es una iniciativa de conservación de la biodiversidad, que se centra en los pastizales

templados de la Cuenca del Río de la Plata, un vasto territorio compartido entre la Argentina, Uruguay, Brasil y una pequeña porción de Paraguay.

Con casi el 80% de la superficie convertida o modificada, los pastizales argentinos son los ecosistemas terrestres más amenazados. Y en ellos, algunas especies animales exclusivas se encuentran prácticamente al borde de la extinción, como el aguará guazú, el venado de las Pampas, el tordo amarillo y la loica pampeana. Pero el problema se hace aún más evidente al considerar que sólo el 2% de esa superficie se encuentra incluida en los sistemas de Áreas Naturales Protegidas. Por lo tanto, trabajar en la conservación de la biodiversidad de los pastizales en nuestro país implica trabajar con los propietarios de los campos donde estos ecosistemas todavía persisten.

Al tratarse fundamentalmente de campos ganaderos, uno de los primeros objetivos que nos planteamos desde la Alianza del Pastizal es la promoción de beneficios para aquellos productores que contemplen entre sus medidas de manejo la conservación de la naturaleza original. Se trata de una suerte de “premio” para quienes eligen una forma de trabajo que armoniza la producción con la conservación.

Inicialmente, la *llave* para lograrlo fue la certificación de la carne que esos campos producen, logrando un diferencial de precio favorable para el productor ganadero que es miembro de la Alianza del Pastizal. Posteriormente, se incluyó a los animales en pie, a través de remates especiales de la Alianza, y actualmente se trabaja firmemente en la monetización de la captura de carbono.

Pero la producción ganadera sobre pastizales naturales bien manejados involucra una serie de beneficios (muchos de ellos intangibles) que se distribuyen de manera silenciosa en toda la sociedad y que vale la pena visibilizar. Para ello, no hay un marco más adecuado que la propuesta de la ONU conocida como Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

A continuación, se presenta entonces una lista de los ODS en los que la Alianza del Pastizal interviene, a través de las prácticas productivas que promueve y de las consecuencias que estas tienen sobre el ambiente y las personas.



Varios estudios científicos revelan que la carne producida sobre la base de una dieta exclusiva a pasto, como la que se promueve en los campos miembro de la Alianza, es mucho más sana que aque-



Gentileza: Pablo G. Grilli.

lla que se produce a corral con una dieta basada en granos. La cantidad de ácidos grasos omega-3 es mucho mayor, mientras que la prevalencia de microorganismos potencialmente patógenos como los coliformes es mucho menor, al igual que las grasas saturadas.



Una de las principales funciones de los pastizales naturales, que puede ser considerada un servicio ecosistémico, es la purificación del agua.

Los pastizales tienen un sistema de raíces muy profundo que ayuda a retener y filtrar el agua de lluvia reduciendo la erosión de los suelos y la escorrentía de contaminantes hacia cuerpos de agua cercanos. Pero los pastizales ejercen, además, una función de amortiguamiento: las especies de plantas de pastizal pueden absorber y retener nutrientes y otros contaminantes provenientes de actividades humanas, como la agricultura y la ganadería no sostenible disminuyendo la cantidad que llega a los acuíferos. Tal carga puede ser perjudicial para los ecosistemas acuáticos, contribuyendo a la proliferación de algas y a una disminución de la calidad del agua.



La producción sostenible es uno de los pilares filosóficos de la Alianza del Pastizal. No existe forma de conservar el valor natural de los pastizales en un campo ganadero si no se llevan a cabo prácticas productivas que consideren múltiples variables (sociales, ambientales, económicas). Además de aquellas medidas tendientes a la conservación de la naturaleza, entre las pautas generales de producción que proponemos se encuentran el trabajo en blanco con justa remuneración, la tenencia legal de la tierra, la reducción del uso de agroquímicos, el bienestar animal, la capacitación del personal, etcétera.



Este es, sin dudas, uno de los ODS más importantes para la Alianza del Pastizal. Los pastizales naturales son ecosistemas terrestres integrados por una gran diversidad de hierbas, plantas y arbustos, y conforman un importante sumidero de carbono.

El carbono es capturado por las plantas a través de la fotosíntesis y luego almacenado en la biomasa del suelo. Debido a la elevada cantidad de raíces -que constituyen una fuente importante de materia orgánica- los pastizales naturales tienen la capacidad de almacenar grandes cantidades de carbono.

Las diferentes formas de manejo que promueve la Alianza potencian aún más esa capacidad incrementando la intensidad de crecimiento de las raíces. Por lo tanto, conservar los pastizales naturales y su funcionamiento es también conservar una potente maquinaria puesta al servicio de la captura de carbono atmosférico.



Este es otro de los ODS más importantes para la Alianza del Pastizal que, además, se relaciona con el origen de esta iniciativa: conservar la vida amenazada de los pastizales, uno de los ecosistemas terrestres más modificados de la Argentina y del mundo.

Aves Argentinas, ONG que conduce la Alianza en nuestro país, trabaja para la conservación de las aves y sus ecosistemas. Gracias a este trabajo, hoy sabemos que las aves de pastizal representan el grupo con más especies en vías de extinción. Las aves nos cuentan la historia del pastizal, y la del ecosistema entero, donde otras formas de vida exclusivas corren la misma suerte (mamíferos, reptiles, anfibios e, incluso, peces).

Por eso nació la Alianza, que hoy se trabaja intensamente en la conservación de especies como la loica pampeana y el tordo amarillo, las especies de aves más amenazadas de los pastizales argentinos, que ocupan los ecosistemas de Corrientes, Entre Ríos y Buenos Aires. Pero el trabajo de la organización no se limita a la protección de aves amenazadas, dado que son muchas las acciones que se han orientado al reconocimiento de los manejos más adecuados para este ecosistema, que afectan a todos los elementos naturales que allí existen. Además, se produce la mejor carne del mundo y se capturan enormes cantidades de carbono.



Desde su nacimiento, la Alianza del Pastizal sintetiza el esfuerzo de productores, científicos, conservacionistas, técnicos, políticos y particulares que persiguen el desarrollo de patrones de aprovechamiento de los pastizales basados en principios de sostenibilidad. Estas personas, muchas veces representan a diversas organizaciones: universidades, gobiernos municipales y provinciales, gobierno nacional, empresas, organizaciones ambientalistas, integrantes de cadenas comerciales, etc., por lo que la iniciativa ha sabido tejer todo tipo de vínculos a lo largo de sus más de 15 años de historia.

Paisajes productivos protegidos

■ Alejandro D. Brown

Fundación ProYungas.

■ Lucio R. Malizia

Fundación ProYungas y Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy.

A menudo, la producción agrícola, ganadera y forestal es vista como la contracara de la conservación de la naturaleza. Recientemente, el incremento de las actividades productivas intensivas y el avance de la frontera agropecuaria sobre espacios silvestres profundizó esta dicotomía. En consecuencia, se plantea de manera creciente, principalmente en los países en vías de desarrollo, la necesidad de “ponerle un freno” a esta expansión a gran escala. Esto representa una paradoja, dado que muchas veces estos países requieren del incremento de las actividades productivas y las divisas asociadas para promover su economía.

El cambio climático, la crisis de biodiversidad, la desertificación, la pobreza, las enfermedades emergentes y la seguridad y soberanía alimentarias, entre otros factores, colaboran para profundizar esta disyuntiva, enfrentando aún más a las actividades productivas con la conservación de la naturaleza. A esta situación se suman voces mediáticas que simplifican y difunden posiciones parciales acerca del vínculo entre naturaleza y producción, lo que intensifica el desconcierto y el pesimismo social. De este modo, se plantea la necesidad de establecer un vínculo diferente, más proactivo y saludable entre ambos objetivos, buscando innovar, mejorar e incrementar las actividades productivas al tiempo que se respetan los compromisos de protección de los bienes y servicios ecosistémicos requeridos por nuestras sociedades; este es el gran desafío de la actualidad.

En respuesta a este dilema, desde ProYungas impulsamos desde hace 13 años el concepto de Paisaje Productivo Protegido (PPP). Un PPP es un espacio de territorio definido que incluye tanto áreas en producción como silvestres e implica un modelo de gestión que persigue la integración coherente de ambas superficies. Está dirigido a empresas, cooperativas, asociaciones, propietarios privados u otras formas de administración comprometidas con la sostenibilidad, que desarrollan sus actividades productivas en territorios que incluyen, además, ambientes silvestres de distinto tipo y con diferentes niveles de conservación.

Situación actual y metas del programa

Hasta 2023, el programa PPP estaba presente en la Argentina, Chile, Paraguay y Bolivia (figura 1), con participación de 21 organizaciones productivas y 2,5 millones de hectáreas. En nuestro país cuenta con 13 empresas y una asociación de pequeños productores pertenecientes a los sectores cañero, cítrico, forestal, yerbatero, té, oleaginosas y ganadero. Entre todos, suman un total de 1.350.000 hectáreas, de las cuales 49% corresponde a superficie productiva, mientras que 51% es superficie silvestre.

Para el año 2025, los PPP deberían abarcar las principales actividades productivas del norte argentino, considerando las ecorregiones de interés ya incluidas (Yungas, Selva Misionera, Chaco Seco, Espinal, Campos y Malezales y Delta del Paraná), y las que resta incluir (Esteros del Iberá, Chaco Húmedo, Monte de Sierras y Bolsones, Puna y Altoandina). Luego, para el año 2030, el programa debería alcanzar, al menos, 6 millones de hectáreas, y haber consolidado su presencia en seis países, incluyendo a la Argentina. El objetivo central es aportar desde el sector privado al cumplimiento de la meta 30x30: 30% de superficie protegida para el año 2030, promovido por las Naciones Unidas y apoyado por la Unión Europea.

En este sentido, una alianza estratégica entre los grupos CREA y el Programa PPP podría representar una oportunidad importante para potenciar y visibilizar el compromiso de los consorcios con la protección de los sistemas naturales asociados a las actividades productivas, particularmente en los territorios de alta valoración ambiental externos al núcleo agrícola de la Argentina.

Líneas de acción

1. Planificación territorial: aborda la planificación de la superficie del programa, contemplando las actividades productivas actuales y futuras y el contexto ambiental y social en el que se realizan.

2. Seguimiento y evaluación ambiental y social: establece las variables a medir, relacionadas con los objetivos y las metas establecidas, y las actividades planificadas para lograr dichas metas.

3. Mejora continua del desempeño socio-ambiental: se centra en los procesos internos de producción y operación, a fin de identificar etapas críticas de las dimensiones ambiental y social que permitan incorporar mejoras en el desempeño de la empresa u organización productiva.

4. Comunicación interna y externa: desarrolla acciones de comunicación de la empresa, tanto internas

como externas, en relación a la implementación del programa.

5. Alianzas estratégicas con actores territoriales: incluye tareas de vinculación institucional y alianzas con los actores sociales que conforman el entorno de la empresa u organización productiva.

En definitiva, el programa busca encontrar formas superadoras de gestión de los conflictos socio-ambientales. Es, por lo tanto, una herramienta adecuada para posicionar al sector productivo como parte de la solución, siendo un actor clave en la gestión de los territorios, particularmente aquellos de alta valoración social, ambiental y productiva.

Figura 1. Empresas adheridas al Programa Paisaje Productivo Protegido en la Argentina, Chile, Paraguay y Bolivia



The Nature Conservancy y el desafío de construir un paisaje bioalimentario en el Gran Chaco

■ **Ing. Agr. Gustavo D. Marino**

Paisaje Bioalimentario del Gran Chaco. The Nature Conservancy Argentina

El Gran Chaco es el segundo bioma forestal de mayor extensión después del Amazonas. Como tal, representa uno de los últimos reductos relativamente intactos para la biodiversidad que quedan en el mundo. Es en este escenario donde se genera una creciente tensión entre la producción agropecuaria y la conservación de recursos naturales de importancia para la humanidad. Es aquí también donde The Nature Conservancy (TNC) desarrolla múltiples tareas estratégicas para armonizar producción y conservación junto con un equipo de profesionales y organizaciones asociadas pertenecientes al ámbito privado, el sector académico y diversos grupos de productores. Estas acciones forman parte de la misión global de TNC y representan uno de los mayores retos del presente: asegurar la provisión de agua y alimentos para una población humana en constante crecimiento, sin afectar los bienes y servicios que proveen los ecosistemas naturales. A tal fin, se buscan soluciones basadas en la naturaleza que tengan un fundamento científico para afianzar la figura del Gran Chaco como paisaje bioalimentario. A continuación, se describen algunas de las herramientas en las que trabaja TNC para avanzar a paso firme en el logro de este propósito.

La primera es el Índice Regenerativo de Biodiversidad, con el que se espera identificar especies de la fauna que sirvan como señal de la bondad de ciertas prácticas productivas en cuanto a la regeneración de los ecosistemas y otras áreas degradadas. En especial, se presta atención a aquellos animales cuya presencia y abundancia respondan positivamente al manejo de los lotes productivos, tomando como referencia un conjunto de sitios en producción comprobadamente regenerativa. La idea es generar información sólida acerca del impacto sobre la biodiversidad de la producción de granos, forrajes, fibras y carne, además del de la pesca y la apicultura. También interesa evaluar el modo en que la producción local de artesanías favorece la presencia de ciertas especies indicadoras de regeneración del bosque y otros ecosistemas nativos.

Una de las metas es desarrollar prácticas ganaderas que integren a los productos forestales madereros y no

madereros, por lo cual, el índice tiene que ser de fácil lectura e interpretación para los productores. Las especies deben ser reconocibles y sensibles a los cambios en variables que indiquen la capacidad regenerativa de la producción. A tal fin, se desarrolló una caracterización detallada de las prácticas regenerativas para los sistemas agropecuarios y están en definición las de las aves, los mamíferos y otros grupos funcionales que reflejen la marcha del manejo. El trabajo se realiza junto a expertos y profesionales de las ONG Solidaridad y Cedrus, además de técnicos del INTA e investigadores de la Facultad de Agricultura de la Universidad de Buenos Aires y de la Universidad Católica de Salta.

El Portafolio Gran Chaco + Agua – que pronto será publicado – consiste en un análisis sistémico de la dinámica hidrológica en la región del Chaco Seco. La metodología utilizada es totalmente novedosa, ya que pone el foco en la restauración productiva, con el agua como eje central de trabajo. El estudio parte de considerar que, al menos un tercio del Gran Chaco ha perdido bosque o posee un bosque severamente degradado, con signos de erosión y compactación del suelo y pérdida de materia orgánica. La restauración es necesaria y urgente y puede lograrse a través de mejora de variables de la hidroecología.

En el Gran Chaco hay ríos que cambian de curso por inundación, sequía, efecto de la herbivoría e incendios que enmarcan a la producción agropecuaria. Por ello, la restauración del suelo y de la vegetación depende de la comprensión de la dinámica ecológica de un paisaje que incluye humedales, pastizales y bosques en permanente cambio.

¿Qué se entiende por restaurar? Consiste en identificar los factores que regeneran el ecosistema y conducirlos o restablecerlos, si se hubieran perdido. Para ello, es preciso conocer mejor la ecología chaqueña, sus elementos constitutivos y la dinámica de los disturbios a los que está expuesta para así ajustar el manejo agropecuario de manera de permitir que estos elementos se mantengan a lo largo del tiempo.

Aunque no hay todavía muchos ejemplos de restauración exitosa y completa en el Gran Chaco, se sabe que es esencial que los árboles nativos estén presentes porque con sus raíces regulan el ascenso de la napa y favorecen la regulación hídrica. Tener en cuenta la dinámica superficial y subsuperficial del agua, de manera de regularizar la provisión para uso humano y productivo favorecerá, entre otras cosas, el mantenimiento de procesos naturales tales como la polinización y la dispersión de semillas, con beneficios concretos en términos de restauración de los pastizales y bosques en lapsos de 15 a 20 años.

En la actualidad, nos encontramos en la instancia de compilación y análisis de datos que permitan elaborar esquemas productivos sostenibles que posibiliten la restauración. Recientemente comenzó a utilizarse un primer índice en pequeñas experiencias piloto con productores de Santiago del Estero, donde la napa amenaza con llegar a la superficie como resultado de la extensa deforestación ocurrida en algunos sectores de la provincia. En un campo se definió un sitio testigo de restauración basada en la forestación con algarrobos en cabeceras degradadas de lotes agrícolas, donde se espera un efecto en el descenso de la napa freática. En otro, se propuso generar “ojos de agua” impermeabilizados para retener el recurso hídrico por más tiempo para atraer una mayor cantidad de aves y mamíferos silvestres que polinicen las flores y dispersen las semillas en núcleos primarios de regeneración de la vegetación nativa. En un tercer sitio de pastizales en la provincia de Santa Fe, y junto a Fundapaz y el INTA, se construyeron bordos de retención hídrica para mejorar la oferta de forraje sobre la base de ciertas plantas hidrófitas conocidas como canutillos.

En un futuro, se ensayará el uso de bebederos para las abejas, ya que se ha detectado que este factor es determinante para la producción de miel.

Para escalar estas iniciativas es necesario desarrollar protocolos de gestión agropecuaria regenerativa y hacerlo en conjunto con grupos y asociaciones de productores y otros actores. Urge consensuar estándares de trabajo para mejorar la eficiencia productiva, la reducción del impacto ambiental y el desarrollo de negocios rentables e inclusivos basados en agroecosistemas sanos.

La meta de un Gran Chaco ambiental y socialmente sostenible sólo puede ser conseguida con la participación de todos los actores interesados: la ciencia, la tecnología, los bancos, los expertos, los gobiernos, las comunidades y los productores. Juntos deben establecer principios, criterios e indicadores para lograr un esquema de gestión sólido y vibrante. En la medida en que quienes están comprometidos con el Gran Chaco aúnen esfuerzos y conocimientos, las ideas disruptivas que conduzcan a un futuro próspero y sostenible, terminarán de asentarse y se volverán tangibles para la mayoría.

Bibliografía

Capítulo 1

- Andrade, F. 2016. *Los Desafíos de la Agricultura*. International Plant Nutrition Institute, 136 pp.
- Banco Mundial. 2022. “Asegurar el futuro de todos mediante la biodiversidad”. Informe: <https://www.banco-mundial.org/es/news/immersive-story/2022/12/07/securing-our-future-through-biodiversity>.
- Barrantes, G. 2001. *Capitalización y sostenibilidad de los activos naturales y sus servicios ambientales*. Instituto de Políticas para la Sostenibilidad. Heredia, Costa Rica. 156 pp.
- Blitzer, E. J., Dormann, C. F., Holzschuh, A., Klein, A. M., Rand, T. A., Tschardtke, T., 2012. Spill-over of functionally important organisms between managed and natural habitats. *Agric. Ecosyst. Environ.* 146, 34–43.
- Burkart, R., Bárbaro, N., Sánchez, R. O., & Gómez, D. A. (1999). *Ecorregiones de la Argentina. Administración de Parques Nacionales y Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable*. Argentina: Buenos Aires. *Ecol. Eng.* 43.
- Fahrig, L., Baudry, J., Brotons, L., Burel, F. G., Crist, T. O., Fuller, R. J., ... & Martin, J. L. (2011). “Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes”. *Ecology letters*, 14(2), 101-112.
- Forman, R. G., & Godron, M. I. C. H. E. L. M. (1986): *Landscape Ecology*. New York.
- Fracassi N., Quintana R., Pereira J, Mujica G Y Landó R. 2013. *Estrategias de conservación de la biodiversidad en bosques plantados de salicáceas del Bajo Delta del Paraná*. 1st ed. Ediciones.
- Holland, J. M., Bianchi, F. J., Entling, M. H., Moonen, A. C., Smith, B. M., & Jeanneret, P. 2016. *Structure, function and management of semi-natural habitats for conservation biological control: a review of European studies*. *Pest management science*, 72(9), 1638-1651. <https://doi.org/10.1002/ps.4318>
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). 2019. “Informe de la evaluación mundial sobre la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas”. Resumen para los encargados de la formulación de políticas. Bonn, Germany. Link: https://files.ipbes.net/ipbes-web-prod-public-files/2020-02/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers_es.pdf
- Jeanneret, P., Aviron, S., Alignier, A., Lavigne, C., Helfenstein, J., Herzog, F., ... & Petit, S. (2021). “Agroecology landscapes”. *Landscape Ecology*, 36(8), 2235-2257.
- MEA. 2005. “Ecosystems and human well-being”. Millennium Ecosystem Assessment.
- Nanni, A. S., Piquer Rodríguez, M., Rodríguez, M. D., Nuñez Regueiro, M. M., Periago, M. E., Aguiar, S., ... & Gasparri, N. I. 2020. *Presiones sobre la conservación asociadas al uso de la tierra en las ecorregiones terrestres de la Argentina*.
- OECD. 2012. “OECD Environmental Outlook to 2050: The Consequences of Inaction”. The Organization for Economic Co-operation and Development Naylor & Ehrlich 1997.

ONU. *Convenio sobre Diversidad Biológica* (1992). ONU, Link: <https://www.cbd.int/intro/>

ONU, 2019. “La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe”. Objetivos, metas e indicadores mundiales. ONU-CEPAL.

Poggio, S. L., Chaneton, E. J., & Ghersa, C. M. (2010). “Landscape complexity differentially affects alpha, beta, and gamma diversities of plants occurring in fencerows and crop fields”. *Biological Conservation*, 143(11), 2477-2486.

Pujol Lereis, L. 2007. “Biodiversidad y su importancia para la sustentabilidad”. Ecología y biodiversidad UAIS.

Sarandon, S. 2020. “Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable”. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP).

Vázquez Amábile, G. (2018). *Gestión ambiental: desafíos para una producción sostenible*. - 1a ed. compendiada. Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola - CREA. 160 p. ; 26 x 20 cm.

Capítulo 2

Blitzer, E., Dormann, C.F., Holzschuh, A. and A. Klein. 2012. “Spillover of functionally important organisms between managed and natural habitats”. *January Agriculture Ecosystems & Environment* 146. DOI: 10.1016/j.agee.2011.09.005

Forman, R.T.T., Godron, M., 1993. *Landscape ecology* (in Czech). Academia, Praha, 584 pp.

Forman, R.T.T. 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge.

Fundación Vida Silvestre Argentina. 2015. *Herramienta MAPE. Guía para el diagnóstico y mejoramiento de la gestión de Reservas Naturales Privadas de la Argentina*. Buenos Aires, Argentina.

Fundación Vida Silvestre Argentina. 2016. *Guía para la elaboración de planes de gestión de reservas naturales privadas*. Buenos Aires. 36 páginas.

Fracassi, N. et al. 2023. “Espacios de conservación en agroecosistemas”. Informe Proyecto disciplinario estrategias de restauración, valoración y conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos. INTA, 24 pág. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/17068>

Garnett, T., Appleby, M.C., Balmford, A., and IJ. Bateman. 2013. “Sustainable Intensification in Agriculture: Premises and Policies”. *Science* 341(6141):33-4. DOI:10.1126/science.1234485

Geiger, F., de Snoo, G.R., Berendse, F and Irene Guerrero. 2010. “Landscape composition influences farm management effects on farmland birds in winter: A pan-European approach”. *Agriculture Ecosystems & Environment* 139(4):571-577. DOI: 10.1016/j.agee.2010.09.018

Holland, J.M., Bianchi, F.J.J.A., Entling, M.H., Moonen, A.-C., Smith, B.M. and P. Jeanneret. 2016. “Structure, function and management of semi-natural habitats for conservation biological control: a review of European studies”. *Pest Management and Science*, V72-9. <https://doi.org/10.1002/ps.4318>Citations: 219

MacArthur, R. H. y Wilson, E. O. 1967. *La teoría de la biogeografía de la isla*. Princeton, New Jersey: Editor de la Universidad de Princeton.

Mönkkönen, M. 1994. "Diversity patterns in Palearctic and Nearctic forest bird assemblages". *Jour. of Biog.*, 21: 183 - 195.

Montagnini, F. (Ed.). 2021. "Biodiversity Islands. Strategies for Conservation in Human Dominated Environments". *Series: Topics in Biodiversity and Conservation*, Springer.

Naylor, R. and Ehrlich, P.R. 1997. *Natural Pest Control Services and Agriculture. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*, 151-174.

O'Farrell, P. y P. Anderson. 2010. "Sustainable multifunctional landscapes: A review to implementation". *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(1-2), pág. 59 - 65.

Rey Benayas, J.M. 2023. *La renaturalización del campo: agricultura y biodiversidad pueden compartir la tierra*. Editorial McGraw-hill, ISBN: 9788419544919, 650 pág.

Sarandon, S. J. 2020. *Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable*. S. J. Sarandon, M. M. Bonicatto; coordinación general de S. J. Sarandon. – 1ra.ed. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata; EDULP. Libro digital, PDF - (Libros de cátedra).

The Royal Society, 2023. *Multifunctional landscapes: Informing a long-term vision for managing the UK's land*. Issued: January 2023 DES7483, ISBN: 978-1-78252-628-5.

Van Koesveld, F. 2022. *Nature inclusive Agriculture. A flexible transition towards sustainability*. Wageningen University and Research, Link: <https://www.agroberichtenbuitenland.nl/binaries/agroberichtenbuitenland/documenten/brochures/2022/07/21/wur-brochure-on-nature-inclusive-agriculture/WUR+Brochure+Nature+Inclusive+Agri+culture+Egypt+FvK+Flip+van+Koesveld.pdf>

Zaccagnini, M.E., Wilson, M., Oszust, J. y R. Suárez, 2014. *Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos*. ISSN - 978-987-1560-55-4. DOI - 10.13140/2.1.1820.7045

Capítulo 3

Aldabe, J. A. I. Sánchez-Iriarte, M. Rivas, O. Blumetto (2024). "Managing Grass Height for Birds and Livestock: Insights from the Río de la Plata Grasslands". *Rangeland Ecology & Management* 92: 113-121.

Arturi, M. F. (2021). "Soil organic carbon stocks in Argentina: Current state and future perspectives". *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(3), 1111-1124.

Askins, Robert & Chavez-Ramirez, Felipe & Dale, Brenda & Haas, Carola. (2007). "Conservation of grassland birds in North America: understanding ecological process in different regions". *Ornithological Monographs*. 64. 10.2307/40166905.

Azpiroz, A. B., J. P. Isacch, R. A. Dias, A. S. Di Giacomo, C. Suertegaray Fontana, C. M. Palarea (2012). "Ecology and conservation of grassland birds in southeastern South America: a review". *Journal of Field Ornithology*.

Blitzer, E., Dormann, C.F., Holzschuh, A. and A. Klein. 2012. "Spillover of functionally important organisms between managed and natural habitats". *Agric. Ecosyst. Environ* 146. DOI: 10.1016/j.agee.2011.09.005

Bommarco R, Kleijn D, and Potts SG. 2013. "Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security". *Trends Ecol Evol* 28: 230–38.

- Cardoni D.A., Isacch J.P. y Iribarne O. (2015). *Avian responses to varying intensity of cattle production in Spartina densiflora saltmarshes of South-Eastern South America*. *Emu* 115:12-19.
- Cassman KG, 1999. "Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture". *Proc Natl Acad Sci USA* 96: 5952–59.
- Codesido, M. & D. Bilenca. 2011a. *Current status of bird pest species in agroecosystems of Buenos Aires province, central Argentina*. 8th European Vertebrate Pest Management Conference. Julius-Kühn-Archiv, 432: 163-164
- Codesido, M., Bilenca, D. (2021). "Influencia de la intensidad de pastoreo sobre ensambles de aves en espartillares de la Bahía de Samborombón, Argentina. *El Hornero*". 36(1): 27-36.
- Conant, R.T., Cerri, C.E.P., Osborne, B.B., et al. (2017). "Grasslands and soil carbon sequestration: a synthesis of the literature". *Global Change Biology*, 23(8), 3193-3203.
- Dardanelli s., Aldabe J., Calamari N., Canavelli S., Barzan F., Gojman A., Iezana I., Soca P. y Blumetto O. (2019). *Birds as environmental indicators for the design of sustainable livestock systems*. Proceedings of the 6th International Symposium for Farming Systems Design (FSD6), Montevideo.
- Di Giacomo, A. S., P. D. Vickery, H. Casañas, O. A. Spitznagel, C. Ostrosky, S. Krapovickas, A. Bosso (2009). *Landscape associations of globally threatened grassland birds in the Aguapey river Important Bird Area*, Corrientes, Argentina. Bird Conservation International
- Dias R.A., Bastazini V.A. y Gianuca A.T. (2014). "Bird-habitat associations in coastal rangelands of southern Brazil". *Iheringia. Série Zoologia* 104:200-208.
- Doré T, Makowski D, Malézieux E, et al. 2011. "Facing up to the Paradigm of Ecological intensification in Agronomy: Revisiting Methods, Concepts and Knowledge". *Eur J Agron* 34:197-210.
- Fang, H., Yang, J., Xue, L., et al. (2021). "Carbon sequestration capacity and its response to climate change in grassland ecosystems of China". *Science of The Total Environment*, 764, 144508.
- Filloy J. y Bellocq M.I. (2007). "Patterns of bird abundance along the agricultural gradient of the Pampean region". *Agriculture, Ecosystems and Environment* 120:291-298
- Fuhlendorf, S.D., Harrell, W.C., Engle, D.M., Hamilton, R.G., Davis, C.A., Leslie, D.M. Jr. (2006) "Should heterogeneity be the basis for conservation? Grassland bird response to fire and grazing". *Ecol Appl*. 2006 Oct; 16(5):1706-16.
- Gensheimer, K., & Goodridge, L. (2010). "Microbiological safety of grass-fed beef: A review". *Journal of Food Protection*, 73(11), 2009-2028. doi: 10.4315/0362-028X-73.11.2009.
- Isacch J.P. y Cardoni D. A. (2011). *Different Grazing Strategies Are Necessary to Conserve Endangered Grassland Birds in Short and Tall Salty Grasslands of the Flooding Pampas*. *Condor* 113:724-734.
- Jahn, A. E., V. Bejarano, V. R. Cueto, A. S. Di Giacomo, C. S. Fontana (2017). "Movement ecology research to advance conservation of South America's grassland migratory birds". *Perspectives in Ecology and Conservation* 15: 209-2015
- Li, Y., Li, X., Liang, J., et al. (2022). *Effects of grazing on carbon storage and soil carbon fractions in grassland ecosystems of Northern China*. *Land Use Policy*, 121, 105768.

Loneragan, G. H., Brashears, M. M., & Byrd II, J. A. (2009). “Prevalence of *Escherichia coli* O157 and *Salmonella* in pasture-raised beef cattle”. *Foodborne Pathogens and Disease*, 6(6), 755-761. doi: 10.1089/fpd.2009.0291

Nanni, A. S., Quiroga, R. E., Córdoba, M. A., Periago, M. E., Lertora, F. A., & Ogle, S.M., Breidt, F.J., Easter, M., et al. (2019). “Managed grazing and soil carbon sequestration: Integrating socioeconomics and ecosystem services in the U.S. Great Plains”. *Ecological Economics*, 156, 389-399.

Rodríguez, A., & Jacobo, E. (2012). *Pastoreo controlado: una herramienta para el manejo sustentable de los pastizales naturales en sistemas ganaderos extensivos: Buenas prácticas para una ganadería sustentable de pastizal*. http://awsassets.wwfarc.org/downloads/cartilla_pastoreo_controlado___kit_de_extension_para_las_pampas_y_campos.pdf

Shennan C. 2008. “Biotic interactions, ecological knowledge and agriculture”. *Phil Trans R Soc B* 363: 717–39.

Stavi, I., Lal, R., Levy, G.J., et al. (2015). “Soil carbon sequestration in Mediterranean grassland ecosystems--a review”. *Land Degradation & Development*, 26(3), 190-199.

Trofino Falasco, C., Di Giacomo, A.S., Aranguren, M.F., Martínez Aguirre, T., Grilli, P., Paz, E.L., et al. (2021). “Nesting biology of the Hudson’s Canastero (*Asthenes hudsoni*) and the Bearded Tachuri (*Polystictus pectoralis*), two threatened and poorly known birds of the Pampas grasslands”. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* DOI: 10.1080/01650521.2022.2052685

Tscharntke T, Klein AM, Kruess A, Steffan-Dewenter I, and Thies C. 2005. “Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity-ecosystem service management”. *Ecol Lett* 8: 857-74.

Vaccaro, A.S., Dodyk, L., Lapido, R., de Miguel, A., Grilli, P. (2020). “¿Cómo contribuye la Alianza del Pastizal a la conservación de las aves en la Pampa Deprimida?” *El Hornero*, 35(2): 95-109.

Van Donkersgoed, J., Bohaychuk, V., Gensler, G., & King, R. (2005). “The relationship between the occurrence of *E. coli* O157:H7 and the presence of verotoxin-producing *E. coli* O157:H7 in feces and on hides of feedlot cattle”. *Food Microbiology*, 22(4), 339-345. doi: 10.1016/j.fm.2004.06.002.

Van Ittersum MK and Rabbinge R. 1997. “Concepts in production ecology for analysis and quantification of agricultural input-output combinations”. *Field Crops Res* 52: 197–208.

Van Ittersum MK, Cassman KG, Grassini P, et al. 2013. “Yield gap analysis with local to global relevance – a review”. *Field Crops Res* 143: 4–17.

Capítulo 4

Addy Orduna L, L. Bernad, J.N. Bernardos, N.A. Bonino, C.M. Brodeur, N.C. Calamari, S.B. Canavelli, M.J. Damonte, S. Dardanelli, J.Decarre, M.R. Demaria, G.I. Gavier Pizarro, A.P. Goijman, S.L. Medero, N.O.Maceira, M.B. Poliserpi, B.P. Riera, L.M. Solari, G.M. Stamatti, R.P. Suarez, J. Von Thungen, M.E. Zaccagnini (en orden alfabético). 2015. “Efectos de la agriculturización sobre la conservación de la biodiversidad de fauna en las regiones Pampa, Espinal y Chaco de la Argentina”. *El Deterioro del Suelo y del Ambiente de la Argentina*. Editorial FECIC. Buenos Aires.

Agostini I, Holzmann I, Di Bitetti M.S. 2009. “Ranging patterns of two syntopic howler monkey species (*Alouatta guariba* and *A. caraya*) in northeastern Argentina”. *Int. Journal of primatology* 31:363-381.

Álvarez C., et al. (2017). *Metodología de muestreo de suelo y ensayos de campo: protocolos básicos comunes*. Compilado por Diego José Santos; Marcelo Germán Wilson; Miriam Mabel Ostinelli; editado por Diego José Santos; Marcelo Germán Wilson; Miriam Mabel Ostinelli. - 2a ed. - Entre Ríos: Ediciones INTA.

Baldock KCR et al. 2015 “Where is the UK’s pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects”. *Proc. R. Soc. B* 282: 20142849. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2014.2849>

Batista et al. 2023. “Soil macrofauna correlations with soil chemical and physical properties and crop sequences under no-tillage”. *Rev Bras Cienc Solo* 2023;47: e0230006.

Cardillo, M., Mace, G. M., Jones, K. E., Bielby, J., Bininda-Emonds, O. R., Sechrest, W., ... & Purvis, A. (2005). “Multiple causes of high extinction risk in large mammal species”. *Science*, 309(5738), 1239-1241.

Caro, T. M., & O’Doherty, G. (1999). “On the use of surrogate species in conservation biology”. *Conservation biology*, 13(4), 805-814.

FAO. 2021. “Standard operating procedure for soil nitrogen- Kjeldahl method”. Rome. <https://www.fao.org/3/cb3642en/cb3642en.pdf>

Fracassi, N. et al. 2024. “Espacios de Conservacion en Agroecosistemas: Informe Proyecto Disciplinario Estrategias de Restauracion, Valoracion y conservacion de la biodiversidad”. Repositorio INTA, 24 pp.

Gavier-Pizarro G., Noelia C. Calamari, Jeffrey J. Thompson, Sonia B. Canavelli, Laura M. Solari, Julieta Decarre, Andrea P. Goijman, Romina P. Suarez, Jaime N. Bernardos and María Elena Zaccagnini. 2012. “Habitat loss and crops cultivation in Argentina: Effects on Fauna and potential implicances for ecosystem services”. *Agriculture, Ecosystems and Environment*.154 : 44-55

Gómez-Cifuentes A., Ana Munévar, Gustavo Zurita. 2023. “Dung beetles diversity and their role in nutrient cycling in livestock systems of the dry Chaco”. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 358, 108708, ISSN 01678809, <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108708>.

IRAM/SAGyP 29571-3. “Calidad ambiental - Calidad del suelo. Determinación de materia orgánica en suelos. Parte 3”. *Determinación de carbono orgánico oxidable por mezcla oxidante fuerte, microescala*. Primera edición 2016-06-03

Krebs C. J. 1989. *Ecological methodology*. New York: Harper and Row.

LeBuhn, G., Droege, S., Connor, E., Gemmill-Herren, B., & Azzu, N. (2016). “Protocol to detect and monitor pollinator communities: Guidance for practitioners”. FAO. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/2b0c2b39-e96a-4bb7-be80-6f48d95c91d9>

Michalski, F., & Peres, C. A. (2007). “Disturbance-mediated mammal persistence and abundance-area relationships in Amazonian forest fragments”. *Conservation Biology*, 21(6), 1626-1640.

Nanni, A. S., Giordano, A. J., Nielsen, C. K., & Lucherini, M. (2021). “Local forest proportion and proximity to large forest patches are important for native mammal conservation in Dry Chaco agroecosystems”. *Animal Conservation*, 24(5), 876-889.

O’Connor, R. S., Kunin, W. E., Garratt, M. P., Potts, S. G., Roy, H. E., Andrews, C., ... & Carvell, C. (2019). “Monitoring insect pollinators and flower visitation: The effectiveness and feasibility of different survey methods”. *Methods in Ecology and Evolution*, 10(12), 2129-2140.

Placci L. 1995. “Estructura y comportamiento fenológico con relación a un gradiente hídrico en bosques del Este de Formosa, Argentina”. PhD Dissertation. La Plata: Universidad Nacional de La Plata, Argentina.

Reale R., Luiz César Ribas, Teresa Cristina Magro Lindenkamp. 2022. “Ecosystem services as a ballast to guide sustained economic growth by biodiversity conservation actions”, *Journal of Cleaner Production*, Volume 358, 2022, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131846>.

Science of The Total Environment, Volume 759, 143435, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143435>.

Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos (eds.) (2019). *Categorización 2019 de los mamíferos de Argentina según su riesgo de extinción. Lista Roja de los mamíferos de Argentina*. Versión digital: <http://cma.sarem.org.ar>.

Suárez R.P, Andrea P. Goijman, Sandra Cappelletti, Laura M. Solari, Diego Cristos, Dante Rojas, Pamela Krug, Kimberly J. Babbitt, Gregorio I. Gavier-Pizarro. 2021. *Combined effects of agrochemical contamination and forest loss on anuran diversity in agroecosystems of east-central Argentina*.

Suárez R.P., Damonte M.J., Landi L., Solari L., Lewis S., Medero S, Galasso G., Guerra V. 2024. “Estudian el estado de la biodiversidad en establecimientos agropecuarios de la Región Pampeana”. *INTA Informa*. Link: <https://intainforma.inta.gob.ar/estudian-el-estado-de-la-biodiversidad-en-establecimientos-agropecuarios-de-region-pampeana/>

Suárez RP., M.E. Zaccagnini, K.J. Babbitt, N.C. Calamari, G.S. Natale, A. Cerezo, N Codugnello, T. Boca, M. J. Damonte, J. Vera-Candioti, G.I. Gavier-Pizarro. 2016. “Anuran responses to spatial patterns of agricultural landscapes in Argentina”. *Landscape Ecol* 31:2485–2505, DOI 10.1007/s10980-016-0426-2.

Terborgh, J., Estes, J. A., Paquet, P., Ralls, K., Boyd-Heger, D., Miller, B. J., & Noss, R. F. (1999). “The role of top carnivores in regulating terrestrial ecosystems”. *Continental conservation: scientific foundations of regional reserve networks*, 39-64.

Zaccagnini M. E., Decarre J., Goijman A., Solari L., Suárez R. y F. Weyland. 2007. “Efecto de la heterogeneidad ambiental de terrazas y bordes vegetados sobre la biodiversidad animal en campos de soja en Entre Ríos”. En: *Agricultura sustentable en Entre Ríos*. Caviglia, O.P., Paporotti, O.F.; Sasal, M.C. (Eds.) Ediciones INTA, 232 pág.

Zaccagnini M. E., J. Decarre, A. Goijman, R. Suárez, L. Solari, R. De Carli, N. Calamari, J. Bernardos, J. Canavari M., L. Panigatti. 2007. *Monitoreo Ambiental Rural en Establecimientos Agropecuarios*. Ediciones INTA, Buenos Aires. 216pp.

Zaccagnini M.E. (Ed) 2007. *Manual de Buenas Prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Área Piloto Aldea Santa María, Entre Ríos*. 2014. M.E. Zaccagnini, M.G. Wilson, J.D. Oszust Eds. INTA (95p)

Zaccagnini M.E. (Ed). 2022. *Manejo de biodiversidad en agroecosistemas. 22 años de aportes del INTA en investigación, extensión y capacitación (1990-2011)*. Publicaciones INTA. Buenos Aires 200pp.

Zaccagnini, M. E. J. Bernardos, S.Canavelli, N. Calamari R. De Carli, J. Decarre, A. Goijman, L. Solari, R. Suárez, L. Addy Orduna, y N. Bossel. 2006. *La maquinaria viviente: los sistemas productivos y los servicios de la biodiversidad*. Folleto de divulgación. Ed. INTA. 8 páginas.

Capítulo 5

Aguiar M. R. y M. E. Román 2007. “Restoring Forage Grass Production to Support the Pastoral Economy of Arid Patagonia”. En: *Restoring Natural Capital. Science, Business and Practice* Pp. 112 – 121.

Aguiar, M.R. y O.E. Sala 1999. “Patch structure, dynamics and implications for the functioning of arid ecosystems”. *Trends in Ecology and Evolution*, 14, 273–277.

Bardgett, R. D., & Van Der Putten, W. H. (2014). “Belowground biodiversity and ecosystem functioning”. *Nature*, 515(7528), 505-511.

Basiliko N., Dunfield K, Tenuta M. (2021). “Soil biodiversity and ecology”. En: *Digging into Canadian soils: An introduction to soil science* (Eds. Krzic, M., Walley, F. L., Diochon, A., Paré, M. C., & Farrell, R. E.). Pinawa, MB: Canadian Society of Soil Science.

Betancur-Corredor, B., Lang, B., & Russell, D. J. (2022). “Reducing tillage intensity benefits the soil micro- and mesofauna in a global meta-analysis”. In: *European Journal of Soil Science* (Vol. 73, Issue 6). John Wiley and Sons Inc.

<https://doi.org/10.1111/ejss.13321> Deckmyn G, Flores O, Mayer M, Domene X, Schnepf A, Kuka K, Van Looy K, Rasse DP, Briones MJI, Barot S, Berg M, Vanguelova E, Ostonen I, Vereecken H, Suz LM, Frey B, Frossard A, Tiunov A, Frouz J, Grebenc T, Öpik M, Javaux M, Uvarov A, Vinduškova O, Henning Krogh P, Franklin O, Jiménez J, Curiel Yuste J. (2020). “KEYLINK: towards a more integrative soil representation for inclusion in ecosystem scale models. I. review and model concept”. *PeerJ* 8:e9750 <https://doi.org/10.7717/peerj.9750>

Biancari, L.; G.R. Oñatibia, J.J. Gaitán, M.R. Aguiar, 2023. “Coexistence of grasses and shrubs in Patagonian steppes. Norm or exception?”, *Journal of Vegetation Science* 34 (1), <https://doi.org/10.1111/jvs.13177>

Bloor, J. M. G., Si-Moussi, S., Taberlet, P., Carrère, P., & Hedde, M. (2021). “Analysis of complex trophic networks reveals the signature of land-use intensification on soil communities in agroecosystems”. *Scientific Reports*, 11, 18260. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-97300-9>

Codesido, M. & Bilenca, D.N. (2011). “Los pastizales y el servicio de soporte de la biodiversidad: respuesta de la riqueza de aves terrestres a los usos de la tierra en la provincia de Buenos Aires”, p. 511–526. In: P. Laterra, E.G. Jobbágy & J.M. Paruelo (eds.). *Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial*. Buenos Aires: INTA.

Codesido, M., González-Fischer, C.M., & Bilenca, D.N. (2013). *Landbird assemblages in different agricultural landscapes: a case study in the pampas of central Argentina*. *Condor*, 115(1), 8–16, <http://doi.org/10.1525/cond.2012.120011>.

Debandi, G., Aquino, N. S., Aquino, D. A., Giusti, R. y Portela, J. A. (2017). “Importance of patches and corridors with native vegetation to increasing hymenopteran biodiversity in vineyards”. En: *Book of Full Manuscripts of the 20th GiESCO International Meeting* (pp. 123-128). GiESCO. <https://www.giesco.org/>

Döring, J., Collins, C., Frisch, M. y Kauer, R. (2019). “Organic and biodynamic viticulture affect biodiversity and properties of vine and wine: a systematic quantitative review”. *Am. J. Enol. Vitic.*, 70(3), 221-242.

Erktan, A., Or, D., & Scheu, S. (2020). The physical structure of soil: determinant and consequence of trophic interactions. *Soil Biology and Biochemistry*, 148, 107876.

Fruitos, A., Portela, J. A., Del Barrio, L., Mazzitelli, M. E., Marcucci, B., Giusti, R., Alemanno, V., Chaar, J., López García, G. P., González Luna, M., Aquino, N. y Debandi, G. (2019). “Modelos de manejo del espacio interfilar en viñedos: percepciones acerca de su valor como proveedores de servicios ecosistémicos”. *Rev. FCA UNCUYO*, 51, 261-272.

Giusti, R., Portela, J. A. y Debandi, G. (2020). “Fenología y respuesta al segado de plantas nativas con flor en interfilares de un viñedo del Valle de Uco, Mendoza”. En: *Primer Congreso Argentino de Agroecología* (pp. 204-207). Universidad Nacional de Cuyo. Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado. <https://bdigital.uncu.edu.ar/14315>

Giusti, R., Portela, J.A., Frutos, A. et al. (2024). “Biodiversity and phenology of native dicotyledonous species in a newly established vineyard in Mendoza, Argentina”. *Environ Dev Sustain*. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-05885-8>

GSBI, S. (2020). Global diversity and distribution of soil biodiversity. En, State of knowledge in soil biodiversity: Status, challenges and potentialities. FAO report.

http://hdl.handle.net/20.500.12110/ecologiaaustral_v008_n02_p125

León, R. J. C.; Bran, D.; Collantes, M.; Paruelo, J. M.; Soriano, A. “Grandes unidades de vegetación de la Patagonia extra andina” (1998). *Ecología Austral*. 008(02):125-144

López García, G. P., Mazzitelli, M. E., Frutos, A., González Luna, M., Marcucci, B.,

Giusti, R., Alemanno, V., Del Barrio, L., Portela, J. A. y Debandi, G. (2019). “Biodiversidad de insectos polinizadores y depredadores en agroecosistemas vitícolas de Mendoza, Argentina. Consideraciones para el manejo del hábitat”. *Rev. FCA UNCUYO*, 51, 309-322.

Lucero, P.S., Portela, J.A., Giusti, R., Bruccolo, F.N., Goijman, A.P. (2023) “Cambio en el manejo de la vegetación en viñedos de Mendoza. Un caso”. En: *IX Congreso Latinoamericano de Agroecología. Memorias* (pp 77-82). Universidad de Costa Rica.

Nanni, A. S., Giordano, A. J., Nielsen, C. K., & Lucherini, M. (2021). Local forest proportion and proximity to large forest patches are important for native mammal conservation in Dry Chaco agroecosystems. *Animal Conservation*, 24(5), 876-889. <https://doi.org/10.1111/acv.12694>

Oñatibia G. R. y M. R. Aguiar 2016. “Continuous moderate grazing management promotes biomass production in Patagonian arid rangelands”. *Journal of Arid Environments* 125, 73-79.

Oñatibia, G. R. y M. R. Aguiar, 2018. “Paddock Size Mediates the Heterogeneity of Grazing Impacts on Vegetation”. *Rangeland Ecology & Management* 71 (4), 470-480.

Oñatibia, G. R.; Amengual G., Boyero L., y M. R. Aguiar. 2020. “Aridity exacerbates grazing-induced rangeland degradation: A population approach for dominant grasses”, *Journal of Applied Ecology* 57 (10) 1999-2009.

Orgiazzi, A., Bardgett, R. D., & Barrios, E. (2016). *Global soil biodiversity atlas*. European Commission.

Portela, J. A. y Brúccolo, F. (2020). “Indicadores para la valoración de la agrobiodiversidad vegetal en agroecosistemas de Mendoza”. En: *Primer Congreso Argentino de Agroecología* (pp. 320-324). Universidad Nacional de Cuyo. Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado. <https://bdigital.uncu.edu.ar/14315>

Ramírez-Mejía, A. F., et al. (2023). Hummingbirds, honeybees, and wild insect pollinators affect yield and berry quality of blueberries depending on cultivar and farm’s spatial context. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 342, 108229. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108229>

Ramírez-Mejía, A. F., et al. (2023). Landscape structure and farming management interacts to modulate pollination supply and crop production in blueberries. *Journal of Applied Ecology*. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14553>

Teixeira M. y J.M. Paruelo. 2006. “Demography, population dynamics and sustainability of the Patagonian sheep flocks”. *Agricultural Systems* 87: 123-146.

Villarino, S. H., Pinto, P., Jackson, R. B., & Piñeiro, G. (2021). Plant rhizodeposition: A key factor for soil organic matter formation in stable fractions. *Science Advances*, 7(16), eabd3176.

Capítulo 7

Codesido, M., Bilenca, D. (2021). *Influencia de la intensidad de pastoreo sobre ensambles de aves en espartillares de la Bahía de Samborombón, Argentina*. *El Hornero* 36(1): 27-36.

Conant, R.T., Cerri, C.E.P., Osborne, B.B., et al. (2017). “Grasslands and soil carbon sequestration: a synthesis of the literature”. *Global Change Biology*, 23(8), 3193-3203.

Estrategia Nacional sobre la Biodiversidad y Plan de Acción. República Argentina. (2024). Comisión Nacional Asesora para la Conservación y Utilización de la Diversidad Biológica. Subsecretaría de Ambiente de la Nación Argentina. Secretaría de Turismo, Ambiente y Deportes.

Fang, H., Yang, J., Xue, L., et al. (2021). *Carbon sequestration capacity and its response to climate change in grassland ecosystems of China*. *Science of The Total Environment*, 764, 144508.

Gensheimer, K., & Goodridge, L. (2010). “Microbiological safety of grass-fed beef: A review”. *Journal of Food Protection*, 73(11), 2009-2028. doi: 10.4315/0362-028X-73.11.2009.

GRI. (2024). GRI 101: Biodiversity 2024. GRI Standards. ISBN 978-90-8866-139-6.

Hacking, J., Williams, B., Tind Nielsen, S. y Braña Varela, J. (2021). *Más allá de los créditos de carbono: Una guía para intervenciones de alta calidad en beneficio de las personas, la naturaleza y el clima*. WWF.

IPBES. (2019). *Global Assessment Report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. ISBN 978-3-947851-20-1.

Li, Y., Li, X., Liang, J., et al. (2022). *Effects of grazing on carbon storage and soil carbon fractions in grassland ecosystems of Northern China*. *Land Use Policy*, 121, 105768.

Loneragan, G. H., Brashears, M. M., & Byrd II, J. A. (2009). “Prevalence of Escherichia coli O157 and Salmonella in pasture-raised beef cattle”. *Foodborne Pathogens and Disease*, 6(6), 755-761. doi: 10.1089/fpd.2009.0291

Nanni, A. S., Quiroga, R. E., Córdoba, M. A., Periago, M. E., Lertora, F. A., & Arturi, M. F. (2021). “Soil organic carbon stocks in Argentina: Current state and future perspectives”. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 21(3), 1111-1124.

Ogle, S.M., Breidt, F.J., Easter, M., et al. (2019). “Managed grazing and soil carbon sequestration: Integrating socioeconomics and ecosystem services in the U.S. Great Plains”. *Ecological Economics*, 156, 389-399.

Papendieck, S. (2023). *Biodiversidad, un performance standard de alta integridad*. Grupo de Países Productores del Sur. Noviembre 2023.

Stavi, I., Lal, R., Levy, G.J., et al. (2015). “Soil carbon sequestration in Mediterranean grassland ecosystems. A review”. *Land Degradation & Development*, 26(3), 190-199.

TNFD. (2023). Recommendations of the TNFD. Septiembre 2023.

Trofino Falasco, C., Di Giacomo, A.S., Aranguren, M.F., Martínez Aguirre, T., Grilli, P., Paz, E.L., et al. (2021) “Nesting biology of the Hudson’s Canastero (*Asthenes hudsoni*) and the Bearded Tachuri (*Polystictus pectoralis*), two threatened and poorly known birds of the Pampas grasslands”. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* DOI: 10.1080/01650521.2022.2052685

Vaccaro, A.S., Dodyk, L., Lapido, R., de Miguel, A., Grilli, P. (2020). “¿Cómo contribuye la Alianza del Pastizal a la conservación de las aves en la Pampa Deprimida?” *El Hornero*, 35(2): 95-109.

Van Donkersgoed, J., Bohaychuk, V., Gensler, G., & King, R. (2005). “The relationship between the occurrence of *E. coli* O157:H7 and the presence of verotoxin-producing *E. coli* O157:H7 in feces and on hides of feedlot cattle”. *Food Microbiology*, 22(4), 339-345. doi: 10.1016/j.fm.2004.06.002

Verra. (2023). *Marco para la Naturaleza* – Borrador. Versión 1.0. Verra en colaboración con The Biodiversity Consultancy. Septiembre 2023.

Rocamora 4161, Ciudad Autónoma de Buenos Aires en mayo de 2025,
con una tirada de 1000 ejemplares.
