

Manual de Buenas Prácticas para la
conservación del suelo,
la **biodiversidad** y sus
servicios ecosistémicos

ÁREA PILOTO ALDEA SANTA MARÍA, ENTRE RÍOS

M.E. Zaccagnini, M.G. Wilson, J.D. Oszust, Editores



*Al servicio
de las personas
y las naciones*



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación



Zaccagnini, María E.

Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos / María E. Zaccagnini ; Marcelo G. Wilson ; José D. Oszust. - 1a ed. - Buenos Aires : Programa Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD; Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación; INTA. Buenos Aires, 2014.
95 p. ; 210x297 cm.

ISBN 978-987-1560-55-4

1. Ecología. I. Wilson, Marcelo G. II. Oszust, José III. Título
CDD 577.1

Fecha de catalogación: 30/04/2014

**Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo,
la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.
Área Piloto Aldea Santa María, Entre Ríos**

ISBN 978-987-1560-55-4

Copyright © Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2014
Esmeralda 130, Piso 13, C1035ABD
Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
www.pnud.org.ar

Esta publicación fue realizada para el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y es el resultado del trabajo de un equipo de profesionales en el marco del Proyecto GEF PNUD ARG/10/G49-PNUMA 4B85 "Incentivos para la conservación de servicios ecosistémicos de importancia global", ejecutado en forma conjunta por la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), en asociación con el Gobierno de la Provincia de Entre Ríos, a través de la Dirección General de Recursos Naturales.

Todos los derechos están reservados. Ni esta publicación ni partes de ella pueden ser reproducidas mediante cualquier sistema o transmitidas, en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, de fotocopiado, de grabado o de otro tipo, sin el permiso escrito previo del editor.
Hecho el depósito que establece la ley 11723.



*Al servicio
de las personas
y las naciones*

Manual de Buenas Prácticas para la **conservación del suelo,** la **biodiversidad** y sus **servicios ecosistémicos**

ÁREA PILOTO ALDEA SANTA MARÍA, ENTRE RÍOS

M.E. Zaccagnini, M.G. Wilson, J.D. Osgust, Editores



Índice

Presentación	7
Prólogo	9
Introducción.	13
<i>María E. Zaccagnini, Marcelo G. Wilson, José D. Oszust</i>	
Capítulo 1: El agroecosistema como hábitat de la biodiversidad	19
<i>María E. Zaccagnini, Noelia Calamari, Andrea Goijman, Laura Solari, Romina Suárez, Julieta Decarre y Gregorio Gavier.</i>	
a. ¿Qué son los ecosistemas naturales y los ecosistemas agrícolas o agroecosistemas?	19
b. ¿Qué entendemos por biodiversidad, agro-biodiversidad, biodiversidad del suelo y diversidad de agroecosistemas?	20
c. ¿Qué son los bienes y servicios ecosistémicos (BSE)?	21
d. ¿Qué funciones y servicios ecosistémicos brinda la biodiversidad y por qué son importantes?	23
e. ¿Qué significa que el agroecosistema sea hábitat para la biodiversidad?	25
f. ¿Qué es y que implica la calidad del hábitat?	26
g. ¿Qué requerimientos de hábitat son necesarios para la biodiversidad y sus BSE?	26
h. Síntesis	30
Capítulo 2: El manejo de elementos lineales del paisaje como prácticas amigables con la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos	33
<i>Gregorio Gavier, Noelia C. Calamari, María E. Zaccagnini</i>	
a. ¿Cuáles son los elementos y atributos del paisaje valiosos para la biodiversidad?	33
i. Estructura de la vegetación	34
ii. Parches de vegetación natural	34
iii. Humedales y cuerpos de agua.	35
iv. Elementos lineales de vegetación espontánea	35
v. Contexto de paisaje y heterogeneidad espacial y temporal	36
c. Los elementos lineales del paisaje	38
i. Corredores	38
ii. Manejo de corredores. Estructura y función	38
iii. La importancia de los corredores en el contexto del paisaje	40
iv. Márgenes de lotes: origen, Importancia, estructura, dinámica y función	41
v. Función de los márgenes	42
d. Síntesis	43

Capítulo 3: Importancia y función de la sistematización de tierras para la conservación del suelo y la biodiversidad 47

José D. Oszust, Marcelo G. Wilson, Emmanuel A. Gabioud y María Carolina Sasal

a. Introducción a la conservación del suelo y la biodiversidad	47
b. Erosión hídrica	48
c. Factores que influyen en el proceso de erosión hídrica	48
d. Sistematización de tierras	50
e. Terrazas	51
i. Diseño de terrazas	52
ii. Terrazas de lomo angosto, no sembrables o vegetadas (TNS)	53
iii. Terrazas de lomo ancho o sembrables (TS)	53
iv. Terrazas reservorio	54
f. Objetivos buscados con la utilización de terrazas reservorio en los proyectos de sistematización	54
g. Resultados esperados con la incorporación de terrazas reservorio en los proyectos de sistematización	56

Capítulo 4: Función de las terrazas reservorios-vegetadas y pautas de manejo para conservar la biodiversidad 59

Noelia C. Calamari, Gregorio Gavier, María E. Zaccagnini

a. Importancia y función de las terrazas vegetadas para conservar la biodiversidad	59
b. Pautas de manejo de bordes y terrazas	60
i. Complejidad estructural	60
ii. Manejo por especies	60
iii. Manejo del ganado	64
iv. Protección de la vegetación del borde	64
v. Manejo por tamaño, forma y contexto espacial	65
c. Cuidado de los bordes y conectividad en la aplicación de fitosanitarios	66
d. Algunas medidas para optimizar el uso de productos fitosanitarios	66
i. Identificación de plagas	66
ii. Selección de plaguicidas	66
iii. Aplicación de plaguicidas	68
iv. Registro de las actividades desarrolladas	68
e. Alternativas no-químicas para el manejo de la sanidad del agroecosistema	69
f. Recomendaciones finales	69

**Consideraciones finales: conservación de suelos, de biodiversidad
y la provisión de servicios ecosistémicos a partir de la sistematización de tierras 73**

*José D. Oszust, Marcelo G. Wilson, María E. Zaccagnini, Emmanuel A. Gabioud,
Guillermo M. Stamatti, y María Carolina Sasal*

ANEXO I: Caracterización ambiental del sitio piloto “Aldea Santa María” 77

*Emmanuel A. Gabioud, José D. Oszust, Marcelo G. Wilson, María E. Zaccagnini,
María Carolina Sasal, Noelia C. Calamari, Sebastian Dardanelli*

a. Sitio piloto Aldea María	77
b. Reseña histórica	78
c. Fisiografía y extensión	78
i. Clima	78
ii. Geología	78
iii. Geomorfología	78
iv. Suelo	78
c. Biodiversidad	79
i. Vegetación	79
ii. Fauna de vertebrados	80
d. Uso actual de las tierras	82

ANEXO II

Taller de validación del Manual de Buenas Prácticas 85

a. Instituciones participantes	85
b. Participantes del equipo del Proyecto GEF 3623	85
c. Programa desarrollado	86

Agradecimientos 87

Bibliografía consultada 89

Presentación

La economía argentina ha estado tradicionalmente ligada al sector agrícola-ganadero, el cual ha sido sostenido por la riqueza de los recursos naturales del país y de los servicios ecosistémicos que los ambientes naturales y los paisajes rurales proveen. Desde mediados del siglo XX, el incremento en la conversión de ecosistemas naturales en tierras de cultivo y pasturas, junto a la aplicación de prácticas agropecuarias de manejo inadecuadas, se han vuelto una amenaza a la integridad de distintas ecoregiones del país, incluida la ecoregión de las Pampas. Esta conversión de ecosistemas naturales ha traído aparejada la disminución en la provisión de servicios ecosistémicos, lo cual, por ende, afecta el bienestar de los seres humanos y reduce las oportunidades de desarrollo a mediano y largo plazo al incrementar, por ejemplo, la erosión de suelos y reducir la productividad, aumentando el riesgo de cambios no lineales en los ecosistemas y disminuyendo la calidad de vida de los sectores más vulnerables de la sociedad. En general, en los procesos de toma de decisiones en el país no se han considerado dichos impactos sobre la provisión de servicios ecosistémicos debido, entre otras causas, a vacíos de conocimiento sobre los mismos y sobre las externalidades causadas por las actividades productivas. Si bien se han logrado progresos dentro de sectores clave (e.g. la agricultura y la silvicultura) en la definición de prácticas y políticas para el ordenamiento del uso de la tierra, su adopción por parte de los actores privados se ve muchas veces obstaculizada, ya que las evaluaciones económicas privadas no toman totalmente en cuenta los impactos indirectos –tanto positivos como negativos– de los procesos productivos. Por otro lado, en los últimos años se ha comenzado

a entender la necesidad de considerar los valores de los servicios ecosistémicos en el marco de la toma de decisiones y de desarrollar mecanismos que compensen a los dueños de la tierra por el suministro continuo de tales servicios a través de la adopción de usos adecuados de las tierras y de la aplicación de prácticas de manejo que tienden a mantener la integridad de los ecosistemas.

Inspirado en el marco conceptual detallado anteriormente, desde fines del año 2011 se está desarrollando con financiamiento del Fondo para el Medioambiente Mundial (GEF, siglas en inglés) el Proyecto “Incentivos para la conservación de servicios ecosistémicos de importancia global en la Argentina” (Proyecto GEF-PSE), el cual es implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y ejecutado en forma conjunta entre la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en asociación con los gobiernos de las provincias de Chaco, Formosa, Entre Ríos y Misiones. El objetivo de dicho proyecto es el diseño e implementación de diferentes modalidades de esquemas de pagos por servicios ecosistémicos como mecanismo para orientar el uso y manejo de las tierras en áreas clave a fin de asegurar la preservación de los ecosistemas y de los servicios que los mismos proveen, generando beneficios locales, nacionales y globales. En el caso del sitio piloto Entre Ríos se desarrolla un esquema de pago por servicios ecosistémicos en el marco de la Ley Provincial de Suelos en el que, además de buscar la mitigación y la reducción de la erosión del suelo y

los procesos de degradación del mismo, se busca promover un cambio en el uso de la tierra desde la actual modalidad de cultivo en terrazas hacia el uso de terrazas con vegetación nativa, que se ha comprobado beneficioso para la conservación de la biodiversidad, la conexión del paisaje y la acumulación de carbono en el suelo.

Este manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, desarrollado en el marco del proyecto GEF-PSE, representa la base técnica para el diseño del esquema de compensaciones en el sitio piloto Entre Ríos descrito anteriormente. Las propuestas técnicas contenidas en el manual recogen las experiencias de numerosos años de investigaciones del INTA en la temática, fueron validadas con productores y expertos de distintos organismos nacionales de investigación y su elaboración ha contado con la activa participación de las autoridades del gobierno provincial y organizaciones de productores locales. Se espera que al desarrollar esta propuesta técnica se estimule una mayor concientización entre productores y usuarios de la tierra sobre la importancia de los servicios ecosistémicos en los procesos productivos y en la aplicación de tecnologías agrícolas sustentables que favorezcan la provisión de los mismos a largo plazo. Todo ello redundará en mejoras en la productividad, la calidad de vida de las comunidades locales y la salud ambiental de los paisajes agrícolas.

Dr. José A. Gobbi
Coordinador General del Proyecto GEF-PSE

Dra. Silvia Révora
Directora Nacional del Proyecto GEF-PSE

Prólogo

El suelo como sistema multifuncional que sustenta los ecosistemas terrestres, es un recurso natural que dispone la sociedad para garantizar su seguridad alimentaria; aportando beneficios a la humanidad por medio de los bienes y servicios que produce. Su degradación es un fenómeno que afecta directamente la capacidad productiva de los mismos y repercute en el bienestar de la sociedad; los incentivos para promover la conservación y manejo de los suelos, es un mecanismo e instrumento que tiene el Estado para estimular a la sociedad en general para conservar adecuadamente el recurso y mitigar los procesos de degradación.

Se debe avanzar por medio de sinergias interinstitucionales competentes del Estado, en brindar los servicios de asistencia técnica que garanticen su conservación y establecer organismos capaces de controlar su uso y manejo. Esto conlleva inexorablemente al establecimiento de políticas públicas que coadyuven a prevenir, corregir y conservar los suelos para evitar los procesos acelerados de degradación a que están siendo sometidos.

Mucho se ha logrado con los adelantos técnicos, pasando por alto el aspecto humano del problema. Tratándose de un problema de incumbrancia social, es imposible resolverlo solamente mediante la técnica. La existencia de instituciones tales como el INTA, capaces de emprender la acción desde el punto de vista técnico, necesitan del acompañamiento de políticas de estado proactivas; estas acciones en conjunto, brindan el mecanismo para un abordaje eficaz y sostenible en materia de prevención, recupero y aseguramiento de este bien natural.

Cuando hablamos de conservación de suelos tanto en los ámbitos rurales como públicos, institucionales o académicos, indefectiblemente se hace referencia a la provincia de Entre Ríos. Y no es casualidad que esto pase, porque en la historia de las prácticas conservacionistas, Entre Ríos fue pionera a través de sus propios pobladores rurales, inmigrantes trabajadores de la tierra llegados en 1887 provenientes de las llanuras del Volga, que vieron como año a año sus rindes disminuían producto de la degradación de sus suelos.

Poco a poco, primero a través de prácticas sencillas y luego más sofisticadas, fueron creando, sin saberlo, una conciencia colectiva conservacionista, que se arraigó muy fuerte en los trabajadores de la tierra.

Cien años después (1989) la comunidad educativa de la Aldea Santa María sintió la necesidad de mostrar al mundo lo que se hacía en estas tierras, ejemplo de protección de este recurso natural.

De esta manera, se pedía intervención oficial para garantizar la aplicación de prácticas conservacionistas exitosas. Sin saberlo, estaban pidiendo que el Estado reaccione con políticas públicas ante una degradación inminente de nuestros suelos.

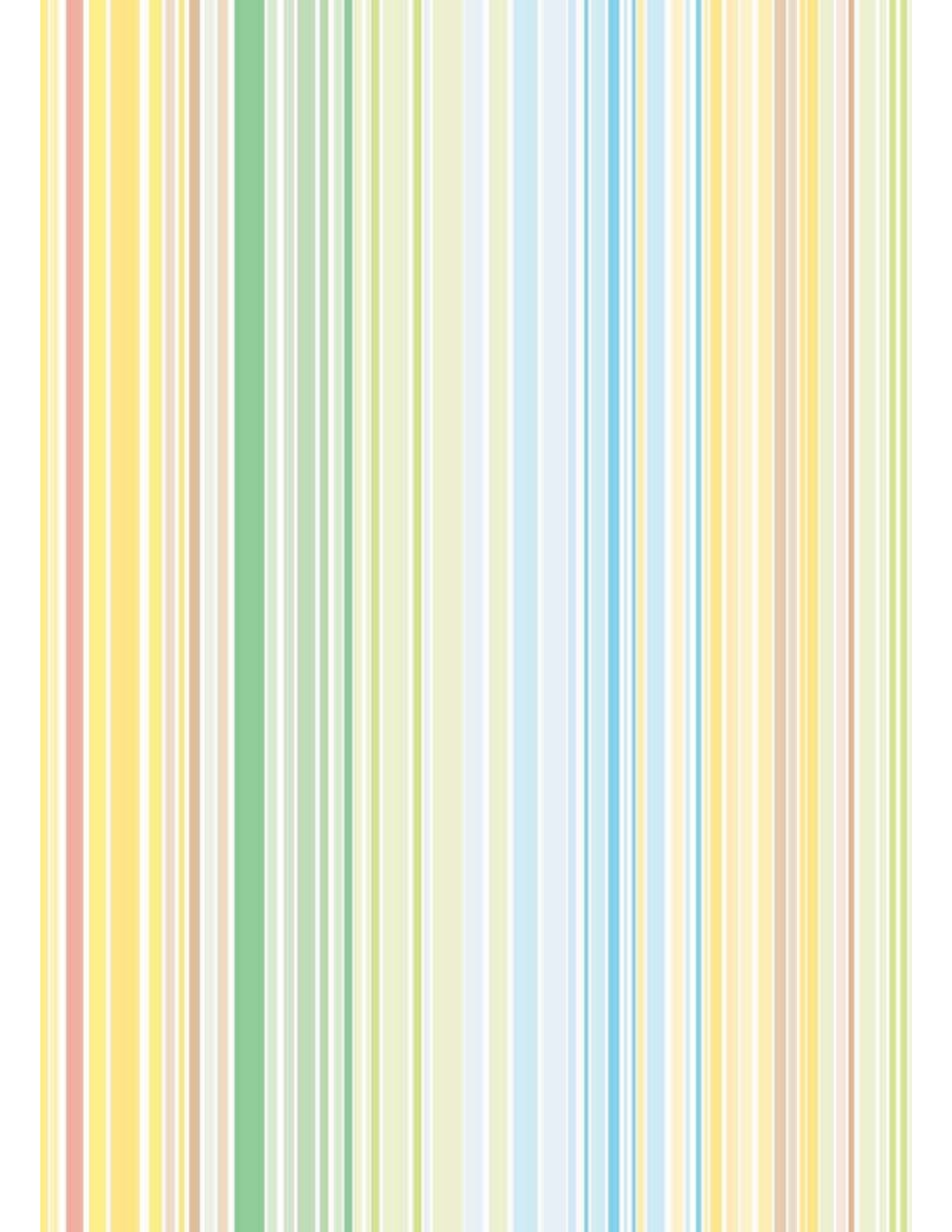
Así nace la ley 8318 de 1989, que establece incentivos oficiales a aquellos productores que apliquen prácticas conservacionistas para proteger los suelos de la degradación. La primera en el país. Algo impensado para la época que, con Estados debilitándose, con avaricia recaudatoria, planteaba una práctica ilógica de establecer incentivos oficiales. Todo un desafío. Todo un ejemplo.

El Estado tiene el deber y el derecho de asegurar la conservación y manejo del recurso suelo para garantizar que la población disponga de los bienes y servicios que este provee a la economía local, regional y nacional. Contribuyendo al mejoramiento socio-económico de la población a través de un modelo de desarrollo equitativo y de inclusión, entre el crecimiento y su capacidad productiva.

Hoy estas prácticas están más consolidadas que nunca, con un Estado fuerte, que acompaña y genera conciencia permanente, manteniendo los incentivos, con Proyectos y Programas que creen en nuestras estrategias conservacionistas, como un ejemplo a replicar en la Argentina.

“La provisión de incentivos adecuados y un marco técnico, institucional y legal sólido son condiciones básicas para lograr un buen uso de la tierra. El incentivo dado a los agricultores y otros usuarios de la tierra debe ser de naturaleza práctica y orientada al servicio y debe fomentar la adopción de medidas de buen manejo de la tierra.” (FAO – Carta Mundial de los Suelos).

Dr. Claudio V. Ledesma
Director General de Recursos Naturales Gobierno de Entre Ríos



Introducción

María E. Zaccagnini, Marcelo G. Wilson, José D. Oszust

Los ambientes productivos rurales o agroecosistemas, además de ser espacios dedicados a la producción agropecuaria, son hábitat para un gran número de especies de la flora y la fauna, hoy referidos más comúnmente como biodiversidad. En los últimos años, la expansión de la frontera agropecuaria, ha producido cambios sustanciales en los sistemas de uso de la tierra, ingresando en áreas naturales de bosques, praderas, pastizales y humedales. Estos cambios contribuyeron a la pérdida o destrucción de hábitat, su fragmentación y disminución de biodiversidad, tanto a nivel de especies como de paisajes. En consecuencia, algunas especies han sufrido extinciones locales o definitivas y otras se beneficiaron al punto de ser muy abundantes, pudiendo convertirse en perjudiciales. Asimismo, se han deteriorado interacciones entre los organismos y su ambiente, alterando múltiples procesos que sostienen funciones ecológicas, traducibles en bienes y servicios ecosistémicos (BSE) que brinda el suelo y la biodiversidad tanto a los sistemas agropecuarios como a otras actividades humanas.

Los BSE son aquellos beneficios (directos e indirectos) que la sociedad apropia derivados de los componentes y funciones de los ecosistemas. En el pasado, los sistemas de producción agropecuaria se caracterizaban no sólo por su producción primaria, sino por el mantenimiento de recursos biológicos nativos y la variedad de paisajes. En la actualidad, la simplificación de los sistemas productivos, con tendencia al monocultivo y/o a la intensifica-

ción de la producción agrícola y ganadera, ha generado incrementos sustanciales en la producción de alimentos. Este proceso en alza, enciende un alerta debido a la velocidad en los cambios producidos sobre la biodiversidad, y en la pérdida de procesos funcionales y de provisión de servicios ecosistémicos.

El desafío del sector agropecuario por lo tanto, reside en compatibilizar la producción con la conservación del ambiente y los recursos naturales. La sociedad en general, confía en los productores agropecuarios una doble responsabilidad: el uso de la tierra y la protección de los bienes y los servicios ecosistémicos, que de ella derivan. Para protegerlos, se deberán instrumentar políticas públicas que permitan a los productores ser protagonistas en el cambio y la sociedad deberá contribuir premiando a aquellos que mantengan dichas prácticas en el tiempo. Estas deben orientarse a la conservación de los atributos del suelo, a la complejidad del agroecosistema y la diversidad de plantas y animales que lo habitan. Hacia estos objetivos debemos orientar nuestros esfuerzos, ya que la manera en que los recursos biológicos de un agroecosistema son usados y manejados, determinará el destino de muchas especies y la productividad del sistema agropecuario.

En la provincia de Entre Ríos, la Aldea Santa María (ANEXO I) es un área obligatoria de conservación y manejo de suelos (según decreto N° 2697/1995 del Ministerio de Gobierno, Justicia y Educación de Entre Ríos). Esta Aldea fue declarada el día 4 de

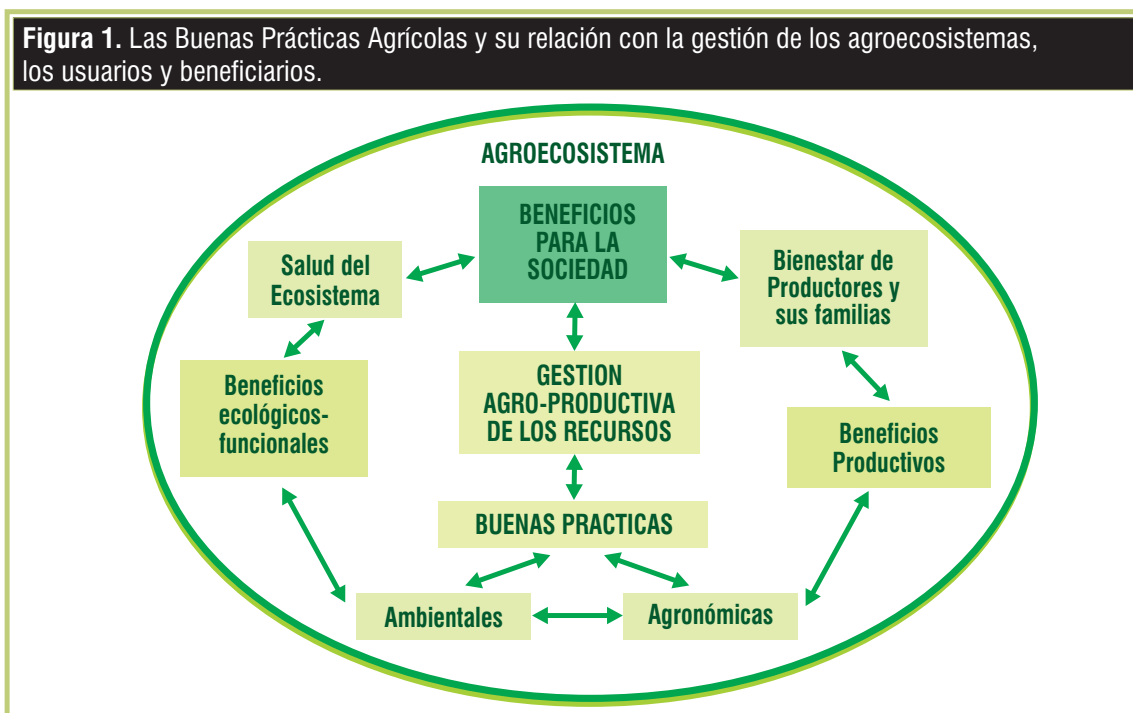
Julio de 1995 como Capital Provincial de la Conservación del Suelo, debido a que fue el primer sitio en adoptar la sistematización de tierras (terrazas) como tecnología para el control de la erosión hídrica. La Ley Provincial 8.318 ó Ley de Conservación de Suelos, prevé el acceso a estímulos a productores de las áreas declaradas de conservación y manejo, otorgándoles una reducción diferencial en el valor del impuesto inmobiliario rural.

La implementación de esta Ley Provincial en Entre Ríos y la experiencia en la Aldea Santa María, permitieron reducir la erosión hídrica que constituía la limitante principal para la producción agropecuaria en la Provincia. Esto demuestra que instrumentos de gestión, como los incentivos a la conservación, pueden contribuir a minimizar la degradación de los recursos naturales. En este mismo sentido, tecnologías de conservación de suelos pueden crear condiciones favorables para la conservación de la biodiversidad y/o para su recuperación y la de los BSE. La implementación de **terrazas no cultivadas** como técnica de conservación de suelos, puede brindar una gran oportunidad para recuperar también la riqueza de especies, incrementar la diversidad ambiental y mejorar el funcionamiento general del ecosistema (Zaccagnini y Canavelli, 2001).

En efecto, para tender a la sustentabilidad de los agroecosistemas, es necesario mirar integralmente al sistema productivo. Esto incluye el diagnóstico de las causas de los problemas ambientales, la evaluación de las consecuencias, y las propuestas de soluciones para conservar el ambiente y mejorar la calidad de vida de la gente. El monitoreo ambiental y la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas, (BPA), permiten transitar dicho proceso típico de la gestión ambiental.


Las Buenas Prácticas Agrícolas, se definen como un conjunto de principios, normas y recomendaciones, que se aplican a las diversas etapas de la producción agrícola para garantizar principalmente al abastecimiento de alimentos sanos e inocuos. En el contexto de la normativa privada, comprenden además de la inocuidad alimentaria, la protección ambiental, la salud, la seguridad y el bienestar de los trabajadores, que es como lo planteamos en esta guía (Figura 1). En este sentido los Manuales de Buenas Prácticas aportan y proporcionan información que contribuyen a la gestión de bienes y servicios para ser implementados y ejecutados de manera voluntaria por parte de los usuarios, transmitiendo y comunicando los procedimientos utilizados

Figura 1. Las Buenas Prácticas Agrícolas y su relación con la gestión de los agroecosistemas, los usuarios y beneficiarios.

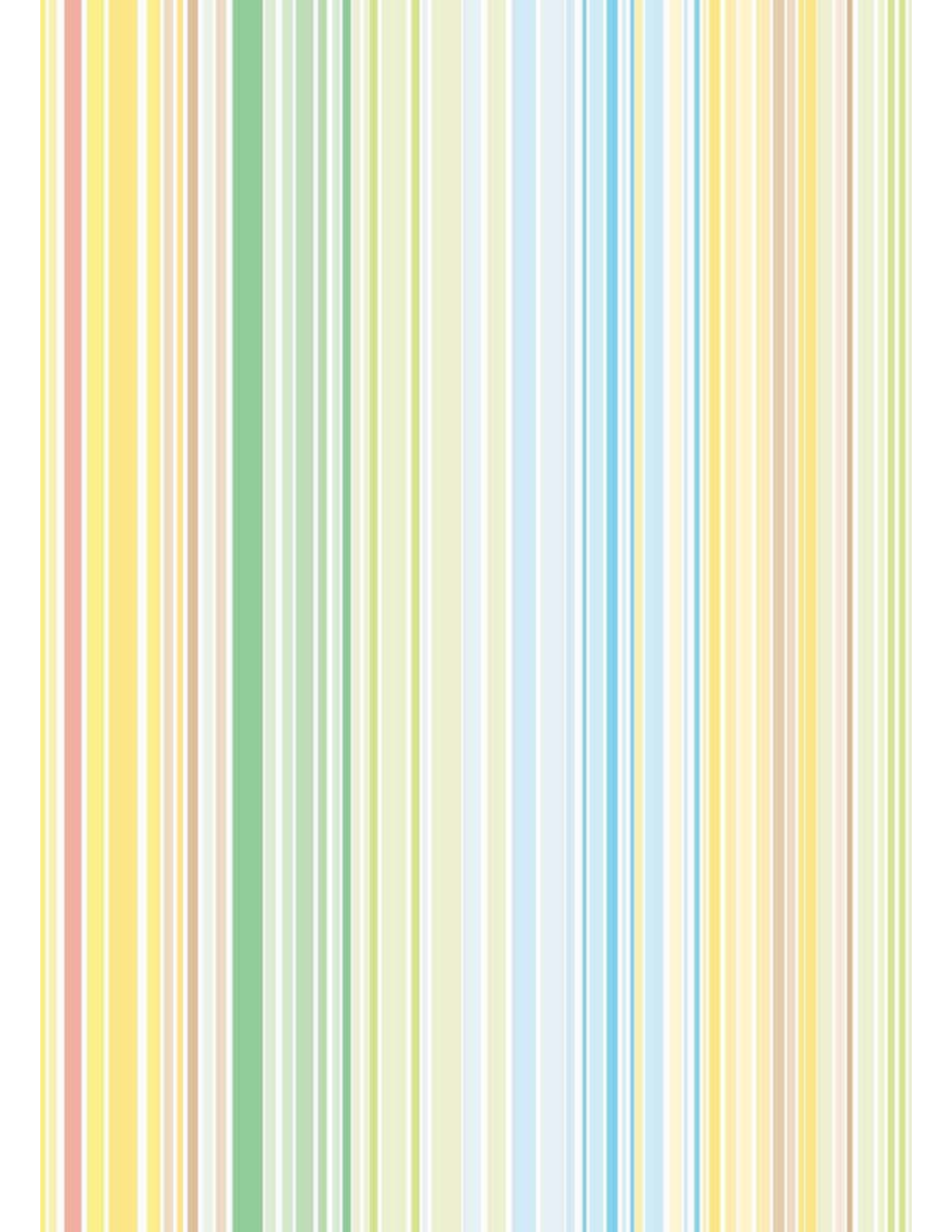


en la obtención de los mencionados bienes y servicios. Esta información se encuentra disponible para los usuarios y consumidores mejorando la confianza entre ambos.

Los conceptos y buenas prácticas que se abordan en este manual, incorporan la visión funcional de los agroecosistemas y de aplicación de tecnologías para la conservación del suelo, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. De esta manera se propone integrar a los sistemas productivos tradicionales una nueva “producción”, como lo son lo BSE. Para una implementación efectiva de este nuevo enfoque productivo deberán gestionarse beneficios para aquellos sistemas de producción que lo implementen. Estos beneficios deberán provenir de parte de la sociedad que será la beneficiaria de la mantención o conservación de estos BSE por parte de los productores.

El objetivo principal de este Manual es difundir conceptos y recomendaciones de Buenas Prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Se brindan conceptos, definiciones, pautas de manejo y se propone el uso de una nueva tecnología: las terrazas reservorio como conectores entre parches de vegetación nativa o espontánea y corredores para mantener heterogeneidad del paisaje y mejorar la aptitud de los hábitats para la biodiversidad. El Manual no es reglamentario sino conductivo, orientativo y apunta a quienes legislan y a todos aquellos que deseen realizar buenas prácticas de manejo agroecológico en sus campos. El Manual fue validado por una comisión de expertos en un taller presencial (ANEXO II), quienes hicieron comentarios y recomendaciones tendientes a mejorar su aplicabilidad. Está concebido para el sitio piloto, pero se espera que sea de aplicación provincial, pudiendo ser un punto de partida de otros manuales de buenas prácticas a desarrollar en otras provincias argentinas. 

1



Capítulo 1

El agroecosistema como hábitat de la biodiversidad

María E. Zaccagnini, Noelia C. Calamari, Andrea Goijman, Laura Solari, Romina Suárez, Julieta Decarre y Gregorio Gavier.

El manejo de la biodiversidad en los agroecosistemas requiere de la comprensión de conceptos ecológicos que resultan de base para la consideración de las propuestas de compatibilización entre producción agropecuaria y conservación de la biodiversidad y sus bienes y servicios ecosistémicos (BSE). En este capítulo nos responderemos preguntas conceptuales y recorreremos definiciones que pondrán en contexto las propuestas que, en los capítulos siguientes, se ofrecen para el manejo de biodiversidad, el ambiente y su gestión para la instalación de los incentivos de conservación de BSE.

a. ¿Qué son los ecosistemas naturales y los ecosistemas agrícolas o agroecosistemas?

Un **ecosistema** es un sistema ambiental complejo determinado por la interacción de los organismos vivos de una comunidad entre sí y con los elementos abióticos, (físicos y químicos) de un determinado lugar. Los agroecosistemas, en cambio, son aquellos ambientes usados para la agricultura y la ganadería, con componentes, interacciones y funciones similares a un ecosistema natural, pero con características propias determinadas por los recursos genéticos, el ambiente físico, las prácticas de manejo y los insumos incorporados por los humanos y las interacciones entre componentes biofísicos, espaciales y temporales (Tabla 1).

Tabla 1: Diferencias estructurales y funcionales de los sistemas naturales y agroecosistemas (tomado de Gleason, 2001).

	Ecosistemas naturales	Agroecosistema
Productividad Neta	Media	Alta
Interacciones tróficas	Complejas	Simple, lineal
Diversidad de Especies	Alta	Baja
Diversidad Genética	Alta	Baja
Ciclo de Nutrientes	Cerrado	Abierto
Estabilidad - Resiliencia	Alta	Baja
Control Humano	Independiente	Dependiente
Permanencia Temporal	Larga	Corta
Heterogeneidad de Hábitat	Compleja	Simple

b. ¿Qué entendemos por biodiversidad, agro-biodiversidad, biodiversidad del suelo y agroecosistemas?

b.1. Biodiversidad o Diversidad Biológica: se refiere a la cantidad y variedad de organismos vivos que hay en el planeta. Puede definirse en términos de genes, especies y ecosistemas que son el resultado de más de 3.000 millones de años de evolución (*Convenio sobre Diversidad Biológica, 1992*).

b.1.1. Diversidad Vegetal: En los paisajes con uso agropecuario de la región pampeana central y litoral de Argentina, la variedad de plantas silvestres (herbáceas, arbustivas y arbóreas) son remanentes del ecosistema natural original, predominantemente pastizal, y parches de bosques nativos o en galería de los principales ríos y arroyos de la región. Existen también una variedad de especies introducidas o exóticas, resultado de los procesos inmigratorios que trajeron consigo gran cantidad de especies europeas o de otros orígenes, y que hoy forman parte del paisaje y la flora de los agroecosistemas.

b.1.2. Diversidad animal: Los animales pueden ser divididos en dos grandes grupos: **invertebrados** (insectos, arácnidos, crustáceos, nemátodos, etc.) y **vertebrados** (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos). Dentro del primer grupo, son incontables las especies que habitan los agroecosistemas. Por ejemplo, en un estudio realizado en campos de soja, sus terrazas y bordes, presentaron 375 morfo-especies de artrópodos de distintos Ordenes (Weyland y Zaccagnini 2008). Si bien no aportamos aquí un listado detallado, podemos señalar que existe una gran diversidad de especies que cumplen roles funcionales muy diferentes en el sistema productivo: los organismos fitófagos se alimentan de plantas y algunos son considerados plagas de cultivos, los polinizadores se alimentan de néctar y contribuyen a la reproducción de las especies vegetales con flor, los predadores se alimentan de otros animales favoreciendo el control de otras especies que son perjudiciales. Por último, los organismos recicladores de materia orgánica son imprescindibles para mantener el equilibrado sistema de la “maquinaria biológica” que actúa a distintos niveles

en los ecosistemas. Dichos organismos se alimentan de la materia orgánica del suelo facilitando la mineralización del suelo y la disponibilidad de nutrientes para otros organismos, principalmente las plantas.

Dentro del grupo de los **animales vertebrados**, en la región litoral-pampeana se pueden listar al menos 162 especies consideradas comunes o frecuentes dentro de 4 grupos terrestres o semi-terrestres: 9 especies de anfibios, 14 de reptiles, 111 de aves y 26 mamíferos. Sin embargo, este listado aproximado podrá tener variaciones según las regiones y los tipos de cultivos que se consideren en el paisaje agropecuario. Los vertebrados por su parte, también pueden clasificarse según el rol que cumplen en el ecosistema. Los **herbívoros** (o fitófagos) son aquellos que se alimentan de plantas y que pueden facilitar el control de especies no cultivables o “malezas”, como corzuelas, vizcachas, conejos y algunos roedores pequeños. Las especies **granívoras**, se alimentan de semillas, frutos y granos, colaborando como dispersoras de semillas. Las especies **polinizadoras** al igual que las abejas y avispas participan del proceso reproductivo de las plantas al encontrar su alimento en las flores, incluyen a picaflores y ciertas especies de murciélagos. Dentro del grupo de los **predadores** encontramos una vasta cantidad de especies de todos los grupos comenzando por sapos y ranas que consumen grandes cantidades de artrópodos; lagartos y serpientes que se alimentan, entre otras cosas, de pequeños roedores; aguiluchos y halcones que predan sobre artrópodos, lagartijas y roedores solo por citar algunos ejemplos; y vertebrados mayores como pueden ser el gato montés, el zorro, el puma, el hurón que cazan activamente animales más grandes.

b.2. Agro-biodiversidad o diversidad agrícola: Se refiere a la variedad y variabilidad de animales, plantas y microorganismos que son importantes para la alimentación y la agricultura. Agro-biodiversidad en su sentido más amplio comprende, no solo los recursos genéticos de especies cultivadas y/o cultivables, sino también toda aquella diversidad

biológica necesaria para sostener funciones claves del agroecosistema, conservar su estructura y procesos, contribuir a generar bienes y servicios a la producción (servicios ecosistémicos), para asegurar la alimentación y permitir el desarrollo agropecuario sustentable. Esto implica considerar la diversidad del ecosistema y de su funcionamiento, de los diversos usos de la tierra y del agua. Como estrategias de conservación de la agro-biodiversidad podemos mencionar acciones *ex-situ* (aquellas que conservan el recurso fuera del lugar original donde se encuentra el mismo, como los bancos de germoplasma) o *in-situ* (en sistemas reales de producción). Resulta fundamental además, tomar en cuenta la diversidad cultural que influye las interacciones humanas con los ecosistemas en todos los niveles (FAO 1999, FAO 2007).

b.3. La biodiversidad del suelo. El suelo es uno de los ambientes más diversos y contiene una de las colecciones más variadas de organismos vivos, incluyendo microorganismos como bacterias y hongos, y macro-organismos como por ejemplo lombrices, orugas y larvas de artrópodos, ácaros, hormigas, arañas, etc. El suelo de sólo un metro cuadrado de bosque tropical puede contener más de 1000 especies de invertebrados y el número y la diversidad de microorganismos en un solo gramo de tierra puede ser aún mucho mayor. Los organismos de la tierra aportan servicios esenciales para el funcionamiento sostenible de todos los ecosistemas, y por lo tanto, son recursos importantes para los ecosistemas agrícolas. Por ejemplo, las lombrices, larvas, termitas y otros organismos cavadores de túneles mezclan las capas superiores, redistribuyendo nutrientes y aumentando la infiltración de agua (www.fao.org/landandwater).

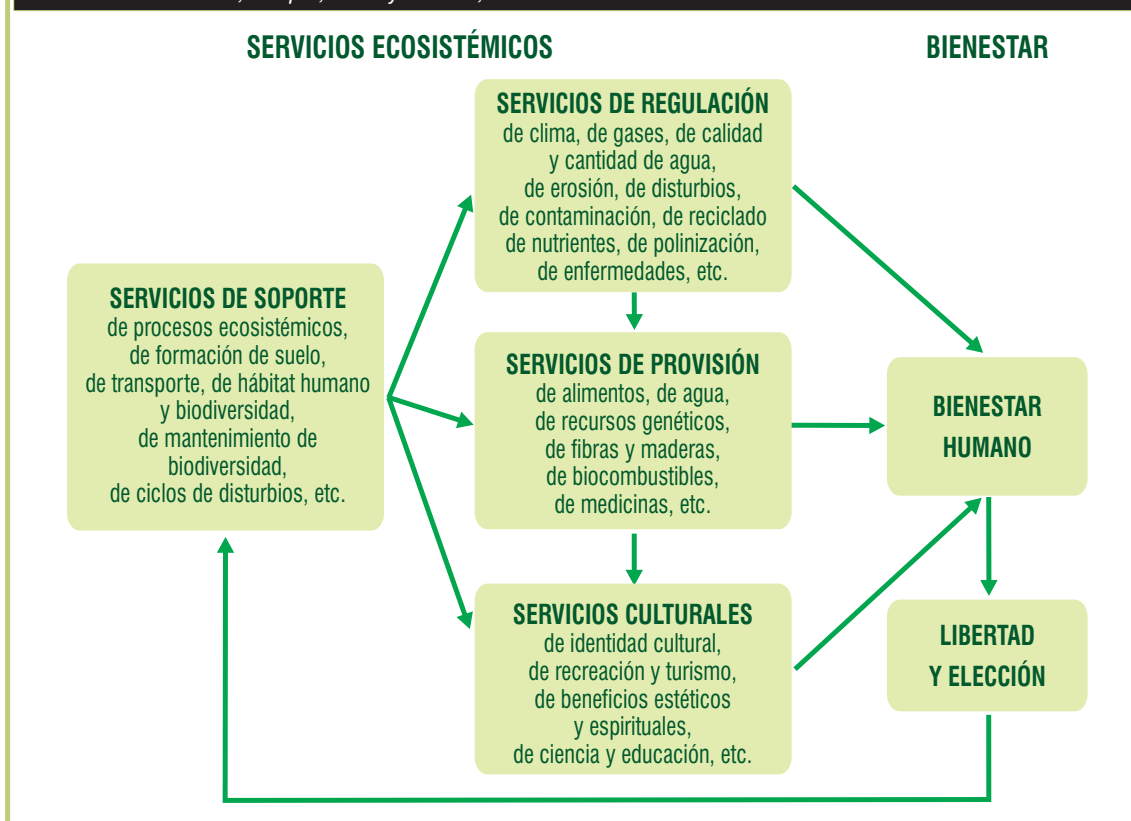
b.4. Diversidad de agroecosistemas: La diversidad de un paisaje está dada por la cantidad de los distintos elementos presentes (parches o áreas representando diferentes ambientes, por ejemplo vegetación natural o lotes con diferentes cultivos) que integran ese paisaje. Por otro lado, la hetero-

geneidad se refiere a la complejidad espacial con la cual esos elementos se disponen en el espacio y el tiempo. Un paisaje será más heterogéneo cuando presente mayor cantidad de ambientes diferentes (por ejemplo, cuerpos de agua, vegetación ribereña, remanentes de monte u otro tipo de vegetación nativa, como pastizal natural, distintas clase de cultivos, etc.). En una unidad de paisaje se pueden definir distintos tipos de heterogeneidades: estructural, funcional, espacial y temporal. La **heterogeneidad estructural** se refiere a la complejidad o variabilidad de las coberturas en un paisaje, es decir, su composición, mientras que la **heterogeneidad funcional** se relaciona con la complejidad o variabilidad de los procesos ecológicos que tienen lugar en ese paisaje, lo que estaría representado la variedad de especies, poblaciones y comunidades en el paisaje y sus relaciones. Por otro lado, la **heterogeneidad espacial** hace referencia a la disposición y distribución que las distintas clases de cobertura tienen en el espacio definido por el paisaje (Forman 1995). Esta distribución y variedad de ambientes determinará la presencia de un elenco particular de especies animales y vegetales, tanto como sus movimientos, el flujo de nutrientes, los microclimas que se generen, etc. Por último, la **heterogeneidad temporal** está dada por los cambios que se producen en el tipo de cobertura, sus especies y funciones a través del tiempo dentro de una unidad de paisaje. Por ejemplo, la rotación de cultivos es una forma de aumentar la heterogeneidad temporal de un paisaje agropecuario (Farina 2006).

c. ¿Qué son los bienes y servicios ecosistémicos (BSE)?

Por definición, los bienes y servicios ecosistémicos son todos aquellos beneficios (directos e indirectos) que la sociedad apropia derivados de los ecosistemas naturales o transformados (ej. los agroecosistemas), las especies que lo conforman y los procesos que llevan adelante. Los servicios se clasifican en: Soporte, Regulación, Provisión, y Culturales (Figura 2) y proveen beneficios de distintos tipos (Goldman *et al.* 2007).

Figura 1. Clasificación de tipos de Servicios Ecosistémicos.
Tomado de MEA 2005, Chapin, Folke y Kofinas, 2009.



• **Soporte:** compuesto por estructuras y funciones ecológicas esenciales para ofrecer los bienes y servicios ecosistémicos. Por ejemplo: el sustrato más importante para los humanos es *el suelo* ya que sobre él ocurren todos los demás procesos de la vida misma. Para la *formación del suelo* numerosas especies de microorganismos, invertebrados y vertebrados tienen a su cargo la descomposición de materia orgánica, su mineralización y estructuración; el *ciclado de nutrientes* desde el almacenamiento y procesamiento hasta la adquisición de los nutrientes dentro de la biosfera; la *producción primaria neta* donde el crecimiento de las plantas se produce a través de la conversión de la luz solar en biomasa; la *provisión de hábitat* como lugar físico donde los organismos residen y satisfacen sus requisitos básicos de vida; la *polinización y dispersión de semillas* la cual asegura la reproducción de plantas cultivadas y silvestres y, como consecuencia, la producción de alimentos y semillas.

• **Provisión:** las diferentes especies vegetales y animales que componen la biodiversidad de un ecosistema proveen bienes directos para el consumo humano y servicios directos o indirectos que nos benefician. Por ejemplo: los *alimentos* (desde cultivos industriales como maíz, trigo, girasol, soja o yerba mate y otras especies nativas de hierbas aromáticas; y especies de animales silvestres que cumplen un importante rol en la alimentación de las comunidades rurales como la perdiz, la liebre, la corzuela, jabalí, ñandú, palomas, entre otros); la provisión de *agua* para el consumo y para el riego que resulta del proceso de filtrado de la vegetación palustre de los humedales y de los suelos bien estructurados, la *madera* y las *fibras* que se obtienen de plantas; o las pieles, cueros y fibras de los animales (nutrias, lagartos, carpincho, vicuña, guanaco, etc.); los *recursos genéticos* utilizados en la medicina, la industria y la ciencia.

• **Regulación:** ciertos procesos naturales de los que forman parte distintos componentes de la bio-

Cuadro 1. Beneficios económicos brindados por la biodiversidad a la producción agrícola.

- Animales superiores e insectos polinizan aproximadamente el 80% de las angiospermas (plantas con flores), lo cual asciende a cerca de 300.000 especies de flores que visitan durante la polinización.
- En Costa Rica los polinizadores que se encuentran en los bosques aumentan el rendimiento del café en un 20% en plantaciones ubicadas a menos de 1 kilómetro de los bosques.
- Más del 90% del control potencial de insectos plaga es realizado por enemigos naturales que viven en áreas naturales o seminaturales adyacentes a las áreas de cultivo (FAO) www.fao.org/biodiversity.
- La polinización por abejas en cultivos de alfalfa para producción de semillas, resultó en un incremento del 35% del valor de la producción en Canadá.
- Constanza *et al.* (1997), utilizaron distintas metodologías para estimar el valor promedio anual por hectárea de cultivos de los servicios ecosistémicos. Estimaron por ejemplo que los servicios de polinización tienen un valor de \$14 dólares/año x ha, control biológico \$24 dólares/año x ha, y producción de alimentos \$54 dólares/año x ha.



diversidad ayudan a mantener el equilibrio de las interacciones y condiciones de los ecosistemas. Por ejemplo: la *regulación del clima y de gases* derivada del proceso de fotosíntesis que realizan las plantas por la cual colaboran con la captación de gases efecto invernadero y también la influencia directa de la cobertura vegetal del suelo sobre la temperatura, precipitación, viento y humedad; la regulación del ciclo del agua equilibrando los flujos de agua a través de la superficie del planeta; la *retención del suelo* a través del control y retención de sedimentos; la *regulación de poblaciones de plagas o vectores de enfermedades* mediada por organismos predadores o parásitos.

• **Culturales:** la naturaleza ha sido fuente de inspiración para los humanos desde hace miles de años. El conocimiento asociado a las diferentes especies animales y vegetales, su importancia como símbolos espirituales o religiosos para los pueblos originarios, la percepción de belleza y estética y el conocimiento de las diferentes utilidades forman parte del acervo cultural de los pueblos. De esta manera la sociedad se beneficia a través de los atributos que brindan los recursos naturales de

un ecosistema. Por ejemplo: la *recreación* a través del turismo (observación de aves, deportes al aire libre, pesca, etc.), la *educación* al usar las áreas naturales para aumentar el conocimiento científico y educativo.

d. ¿Qué funciones y servicios ecosistémicos brinda la biodiversidad y por qué son importantes?

La biodiversidad provee bienes y servicios que ayudan a mejorar la agricultura a través de las interacciones y relaciones que se establecen entre sus componentes (las diferentes especies). Tradicionalmente, los beneficios de la agrobiodiversidad (diversidad de plantas y animales asociada a los sistemas agrícolas) han estado focalizados en los recursos genéticos como fuente de variación para la obtención de variedades mejoradas, más productivas y con atributos de resistencia a enfermedades, a plagas, o adaptabilidad a distintas condiciones climáticas y edáficas. Sin embargo, la biodiversidad de microorganismos, flora y fauna provee otros

Tabla 2. Componentes y funciones de la biodiversidad en los sistemas agrícolas (Altieri 1993) y el servicio ecosistémico que brinda a la agricultura. El signo (-) implica una función que cumple un dis-servicio (efecto negativo) (Zaccagnini y Calamari 2001).

Componentes de la biodiversidad	Funciones Ecológicas	Algunos Servicios a la Agricultura
Polinizadores	Polinización de cultivos	(+) Incremento en la productividad de frutos, semillas y rendimiento de las pasturas (+) Productividad y calidad en mieles
Predadores y parásitos	Regulación de poblaciones de especies plagas	(+) Control biológico de plagas y enfermedades
Herbívoros	Consumo de biomasa Consumo de semillas	(-) Competencia con el ganado o disminución de la productividad de pasturas o cultivos (+) Control de malezas
Carnívoras y carroñeras (invertebrados y vertebrados)	Predación Regulación de poblaciones Ciclado de materia orgánica	(+) Control biológico de plagas y enfermedades (+) Sanidad del campo
Vegetación nativa o exótica	Hábitat (recursos) para numerosas especies benéficas Competencia Alelopatía	(+) Provisión de hábitat (+) Recursos genéticos alternativos (+) Fuente de enemigos naturales y participación en el control biológico de especies vegetales superabundantes (malezas)
Macrofauna del suelo: (Ej. Lombrices de tierra)	Construcción y aireación de elementos estructurales del suelo Ciclaje de nutrientes y facilitación de los flujos de energía	(+) Estructuración del suelo (+) Facilitación de la absorción de nutrientes por las raíces de cultivos y pasturas
Mesofauna del suelo (Ej. Acaros y Colembolos)	Descomposición de materia orgánica Ciclaje de nutrientes Predación y regulación de poblaciones	(+) Facilitación de la disponibilidad de nutrientes para las plantas cultivadas (+) Regulación de especies problemáticas para raíces y coronas de cultivos y pasturas
Microfauna del suelo (Ej. hongos, bacterias, protozoos)	Ciclaje de nutrientes Predación de hongos y bacterias Biorremediación	(+) Facilitación de la disponibilidad de nutrientes para las plantas cultivadas (+) Supresión de enfermedades (+) Control biológico de insectos plagas (+) Detoxificación de los agroquímicos presentes en el agroecosistema

servicios que son benéficos para el hombre ya que favorecen la sostenibilidad del agroecosistema y mejora el rinde de la producción (Cuadro 1, Tabla 2).

e. ¿Qué significa el concepto de hábitat para la biodiversidad en agroecosistemas?

Hábitat: Este concepto no se refiere sólo al espacio o “casa” donde habitan los organismos, sino que implica un sitio con determinadas características ambientales y estado de recursos que permitan satisfacer todas aquellas necesidades básicas de vida de los organismos. El hábitat o hábitat funcional provee alimento, refugio y agua para la supervivencia de dichos organismos (Cuadro 2). El término también incluye y considera la presencia o ausencia de predadores y competidores que facilitan o dificultan la ocupación del espacio por individuos de una determinada especie (o población) y que les permite a esos individuos sobrevivir y reproducirse (Morrison *et al.* 1992).

El **hábitat es específico para cada especie** ya que no todas las especies tienen los mismos requerimientos. Estos requerimientos son el resultado de adaptaciones y evolución en los distintos tipos de ambientes. Algunas especies tienen necesidades específicas como por ejemplo los pájaros carpinteros que se alimentan en los troncos de ciertos árboles donde habitan los insectos, o las ranas y sapos que dependen de la presencia de cuerpos de agua con vegetación acuática para poner sus huevos y reproducirse. Por este motivo, el modo en que los requerimientos básicos de vida están disponibles o dispuestos en el agroecosistema, determinará el **hábitat para las especies**. En consecuencia, su número (abundancia) y posible distribución en un área determinada del ecosistema estarán limitados ecológicamente por la **calidad, cantidad y disponibilidad de hábitat** (Gysel y Lyon, 1980).

Cuadro 2. Elementos fundamentales para determinar los sitios con recursos y características ambientales que conforman el hábitat.

Alimento	Refugio	Agua
		
		
<p>Es esencial para todos los organismos. Brinda la energía necesaria para el crecimiento, mantenimiento de los procesos corporales y la reproducción.</p>	<p>Protege a los animales del clima y de sus predadores, brinda espacio para descansar, reproducirse y criar sus pichones, cachorros, etc.</p>	<p>Esencial para los seres vivos, obtenida de los alimentos que la contienen y por acceso directo a fuentes de agua: charcos, estanques, arroyos, lagunas, ríos.</p>

f. ¿Qué es y qué implica la calidad del hábitat?

La **calidad del hábitat en un agroecosistema** está dada por las características del ambiente que brindan condiciones apropiadas para la persistencia de los individuos y sus poblaciones. La calidad del hábitat será baja, media o alta, en función de la provisión de recursos y condiciones que influyan directamente sobre la capacidad de los organismos de reproducirse y sobrevivir (“fitness”) y la población de persistir. El “fitness”, es una medida relativa del éxito reproductivo de los seres vivos. Las variables de calidad de hábitat que influyen sobre el éxito reproductivo van a estar dadas por el área o “la cantidad” de hábitat que satisfaga las condiciones necesarias para la especie (van Horne 1983). Entender este concepto permite diseñar convenientemente los agroecosistemas para favorecer especies benéficas, o por el contrario, para no favorecer a las que se comportan como perjudiciales.

Estos atributos que aportan calidad al hábitat, si no están disponibles, pueden ser construidos o mejorados a través del manejo de los establecimientos agropecuarios, ya sea elevando la aptitud del hábitat para ciertas especies y disminuyéndola para otra. Sin duda el manejo debe ser incorporado dentro de los sistemas de producción de cultivos, ganadería, agroforestal, o combinaciones de ellos, de modo que el productor pueda compatibilizar sus costos y beneficios a partir de la estrategia de manejo que

implementa en su establecimiento. Hay numerosos ejemplos en países como Inglaterra, Estados Unidos y Australia, donde se desarrollan proyectos estimulados por sus gobiernos para hacer que la agricultura sea compatible con la conservación de la biodiversidad (BAA 1997, Payne y Bryant, 1998, Jackson and Jackson, 2002).

g. ¿Qué requerimientos de hábitat son necesarios para la biodiversidad y sus SE?

Los requisitos básicos de todas las especies vivientes son: **alimento, refugio y agua** (Cuadro 2). La disponibilidad de estos recursos en el agroecosistema y por lo tanto, la satisfacción de los requerimientos mínimos para la sobrevivencia de los organismos, están fuertemente ligados a las decisiones de los productores respecto a cómo manejan sus actividades agrícola-ganaderas así como las proporciones y distribución de hábitat natural en los establecimientos.

g.1. Alimento:

La disponibilidad de alimentos garantiza la provisión de energía necesaria para el crecimiento, mantenimiento de los procesos corporales y la reproducción que garantizarán poblaciones viables. Un agroecosistema, ofrece una variedad de alimentos que se da en ciclos de abundancia y escasez.

Cuadro 3. Clasificación de los organismos por sus hábitos en el uso de recursos del ambiente.

	Definición	Ejemplos
Oportunistas	Son organismos que adaptan sus preferencias alimentarias a la dieta que le ofrece el ambiente en un momento determinado.	paloma mediana zorro
Generalistas	Son organismos que consumen, sin preferencia, cualquier alimento que le brinde el medio.	culebras benteveo peludos
Especialistas	Son organismos que tienen requerimientos alimentarios específicos y no consumen otros alimentos. Se establece una relación muy estrecha entre el predador y su presa. Muchas veces requieren de especializaciones morfológicas y/o fisiológicas para obtener y asimilar su alimento.	colibríes caracolero

Estos ciclos están determinados por la ocurrencia de grandes superficies de granos y semillas (particularmente en la época de siembra y madurez de los cultivos) así como abundantes poblaciones de insectos que habitan los cultivos en distintos momentos de su desarrollo. Este ciclo determina una dinámica en la ocurrencia de roles funcionales, movimientos e interacciones entre organismos, altamente sensible a las decisiones de manejo por parte de los productores.

Cuando se habla de disponibilidad de alimentos, debemos tener en cuenta los hábitos en el uso de los recursos alimentarios (o de otros tipos) del ambiente por las distintas especies y los patrones de distribución espacio temporal de los mismos. La interacción entre ambos factores, permite clasificar las especies en oportunistas, generalistas y especialistas (Cuadro 3).

Asimismo, de acuerdo a la dieta, la fauna se puede agrupar en herbívoros, carnívoros, carroñeros, insectívoros, frugívoros y omnívoros, según comen hierbas, otros animales, animales muertos, insectos, frutos o todo el conjunto de ítems mencionados (Cuadro 4). Hay especies que pueden tener dietas de distintos tipos según el ciclo reproductivo,

donde suelen ocurrir cambios en relación al tipo de demanda nutricional para la cría. Los hábitos alimentarios (tróficos) determinan sus roles funcionales en los agroecosistemas. En el contexto de la producción agropecuaria, estas interrelaciones entre los hábitos de las especies y las actividades del productor agropecuario pueden ser positivas o negativas. Sin duda, algunos de estos comportamientos alimentarios entrarán irremediamente en conflictos con la agricultura declarándose los “plaga” y será un desafío encontrar formas de manejarlo con el menor impacto posible para organismos no blanco. Sin embargo, la cantidad de especies que entran en conflicto es muy baja en relación a la diversidad total del agroecosistema y nos sorprenderíamos si hiciéramos una catalogación de la totalidad de especies que existen en un agroecosistema que cumplen funciones altamente positivas para la producción.

Los roles funcionales determinados por la dieta de los organismos, pueden expresarse mejor en sistemas productivos conservacionistas. Cuando se aplican prácticas de labranzas conservacionistas, como la labranza cero y la siembra directa, la fauna encuentra una buena provisión de hierbas,

Cuadro 4. Clasificación de los organismos por sus hábitos alimentarios y dieta (Zaccagnini *et al.* 2007, 2009).

Dieta	Definición	Ejemplos
Herbívoros	Son organismos que se alimentan fundamentalmente de vegetales.	liebre, cuis, chajá
Carnívoros	Son organismos cuyo principal componente en su dieta lo constituyen otros animales.	Gato montés, lechucita de las vizcacheras, víboras, chimangos
Carroñeros	Son organismos que se alimentan básicamente de otros animales muertos.	Buitres, jotes,
Insectívoros	Son organismos cuya alimentación está basada principalmente en insectos.	Anfibios (sapos y ranas), tacuarita, carpinteros, algunas especies de murciélagos
Granívoros	Son animales que consumen fundamentalmente granos	Palomas, cotorras, tordos, jilgueros
Frugívoros	Son animales que se alimentan preferentemente de frutos	Cotorras, zorzales,
Nectarívoros	Son organismos que consumen exclusivamente el néctar de las flores.	Colibríes, insectos
Omnívoros	Son organismos que no poseen preferencia por algún alimento en particular, sino que consumen todo tipo de alimento	Peludos, lagarto overo, comadreja, zorros

restos de granos, invertebrados y otras fuentes de alimento en el suelo. Sin embargo, cuando se aplican estas prácticas conservacionistas en campos con monocultivos, es decir, extensas áreas con un cultivo específico establecido durante varios años, la disponibilidad de alimentos (rastros, insectos, etc.) para numerosas especies se reduce considerablemente. Esta oferta limitada de alimentos provocará que los animales deban emplear más energía en la búsqueda de otras opciones, reduciendo así su eficiencia en otras actividades como la defensa de su territorio o ante predadores, su comportamiento de cortejo, cuidado parental, etc. En invierno las condiciones suelen ser aún más difíciles, y cuando la temperatura está por debajo de cero grados, la energía acumulada de los alimentos puede marcar la diferencia entre sobrevivir o morir. De ahí la importancia para el manejo del conocimiento ecológico de las especies, sobre todo de aquellas que por diferentes razones se desea privilegiar su sobrevivencia, por ej. una especie emblemática como el “cardenal amarillo” en la región de la Selva de Montiel.

Hay evidencias que en lotes con labranzas conservacionistas o con bordes vegetados, la predación por parte de distintos organismos aumenta. Esto se debe a las mejores condiciones y disponibilidad de hábitat, y en consecuencia los predadores disponen de una mayor oferta de presas. Desde la perspectiva de la producción, es interesante porque también aplica a organismos predadores de insectos

(de todos los grupos, desde rapaces hasta avispas) puesto que una alta población de éstos pueden ayudar al control biológico de poblaciones de especies plagas (Zaccagnini y Calamari 2001).

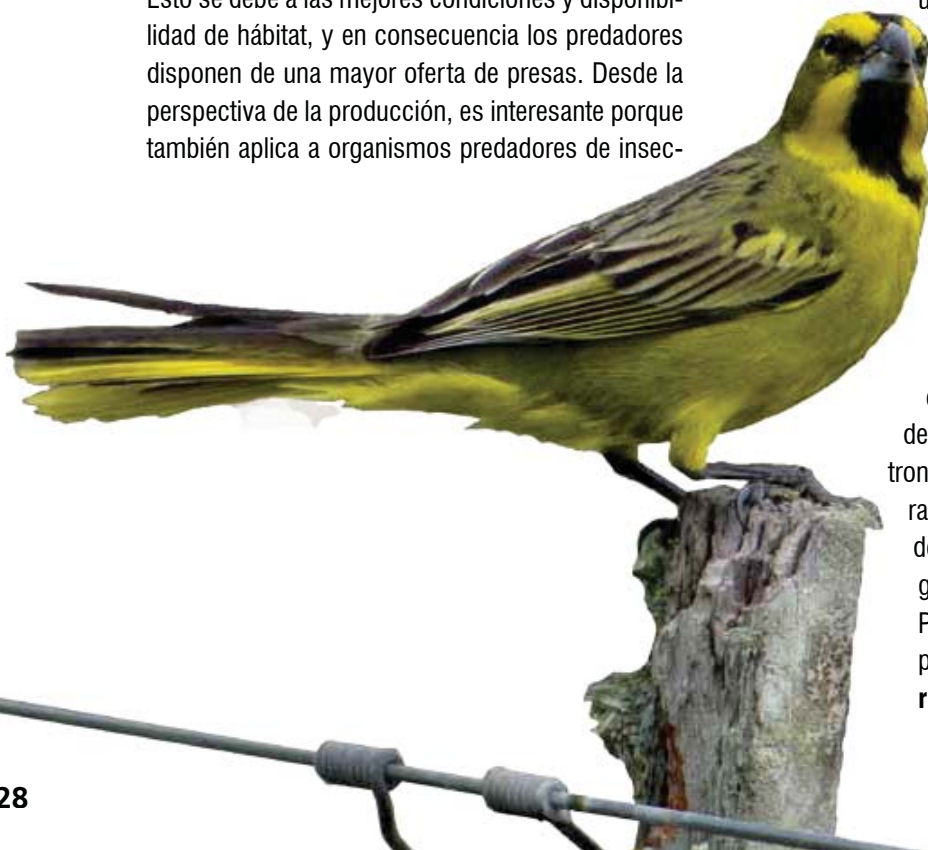
g.2. Refugio o Cobertura:

La disponibilidad de hábitat para cobertura o refugio para la biodiversidad es una condición indispensable para conservar la energía y es el componente de hábitat físico o característica del paisaje que brinda la protección contra riesgos ambientales, tecnológicos, condiciones climáticas adversas y predadores.

En los agroecosistemas, los principales riesgos se vinculan principalmente con la intensidad en la aplicación de las tecnologías de manejo agrícola. Dichas prácticas de manejo definen la disponibilidad de **hábitat para reproducción** de los distintos grupos biológicos, de esa forma, también definen el riesgo de predación que tienen los individuos.

El **éxito reproductivo** está dado por la cantidad de individuos que logran sobrevivir de cada evento reproductivo, ya sea de un par o conjunto de individuos de cualquier grupo biológico. Por ejemplo, una pareja de aves puede ser muy exitosa en la postura y lograr llegar al fin de la incubación con huevos fértiles, pero al nacimiento, unos pocos individuos podrán sobrevivir.

La vulnerabilidad del éxito reproductivo se relaciona con la disponibilidad de sitios aptos para proteger las puestas, nidos o proles, a través de estructuras del espacio físico (como pueden ser troncos, parches de vegetación natural o espontánea, sitios no cultivados), o edificaciones (casas, tinglados, galpones, edificios abandonados). Por otro lado, el éxito también depende de la presión de los **predadores** que suele estar estrechamente



relacionada con la calidad de los refugios. Sin embargo, disponer de hábitats suficientes y de calidad depende del manejo de la estructura, composición y aplicación de tecnologías en el agroecosistema. Algunos hábitats se convierten en verdaderas trampas ecológicas, puesto que por su composición o estructura de la vegetación son atractivas para los organismos al inicio de la reproducción, pero luego debido a la aplicación de ciertas tecnologías de labranzas, uso de agroquímicos en zonas marginales a los campos, o cambios en el paisaje con reducción de coberturas y estructuras, cambian la calidad de los refugios y se reduce el éxito reproductivo de las especies (Zaccagnini y Calamari, 2001).

g.3. Agua:

El agua es un elemento vital para prácticamente todas las formas de vida, por lo tanto, su disponibilidad en calidad y cantidad condiciona la presencia y permanencia de la diversidad de organismos en el ambiente.

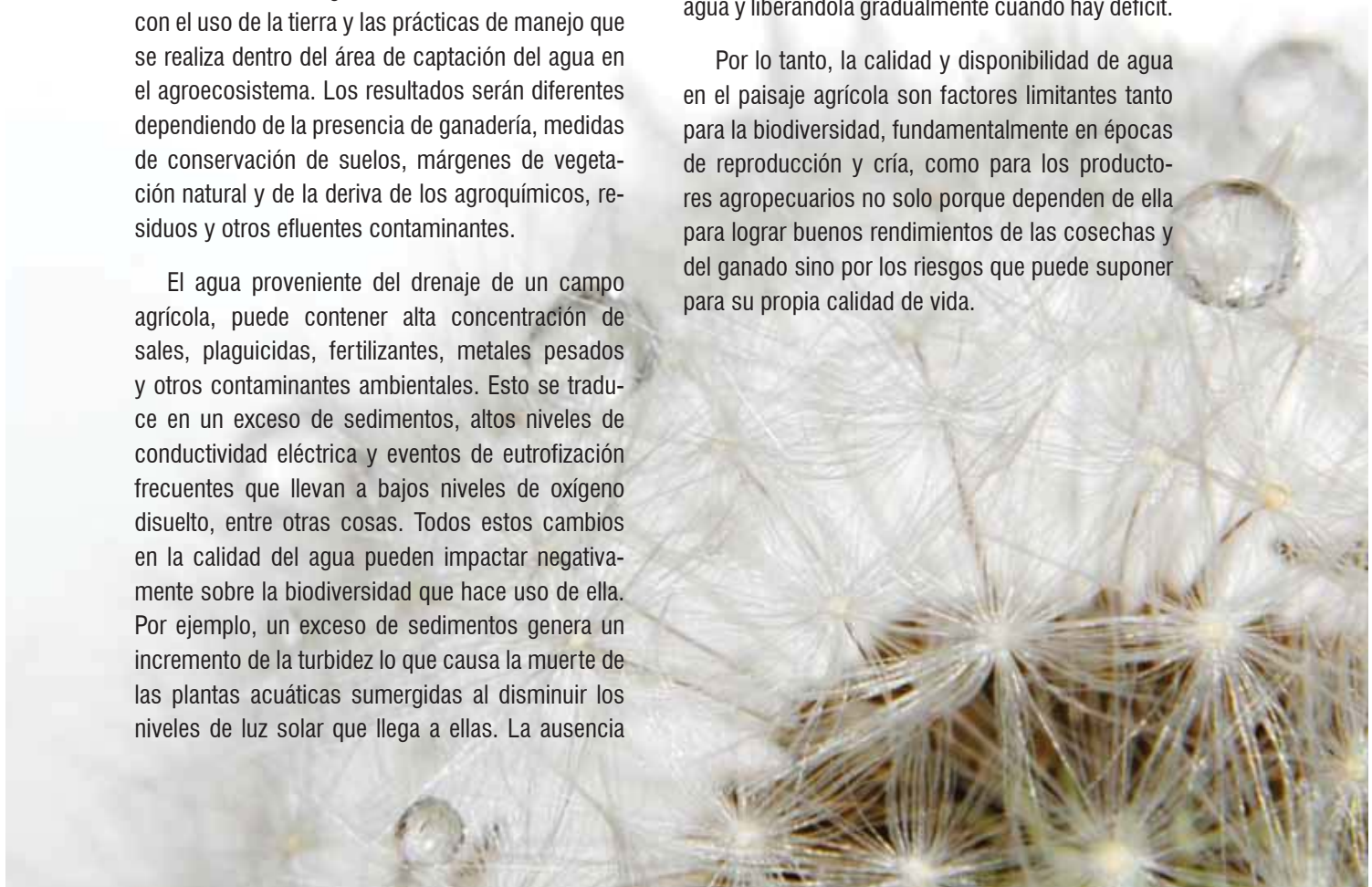
La calidad del agua está en estrecha relación con el uso de la tierra y las prácticas de manejo que se realiza dentro del área de captación del agua en el agroecosistema. Los resultados serán diferentes dependiendo de la presencia de ganadería, medidas de conservación de suelos, márgenes de vegetación natural y de la deriva de los agroquímicos, residuos y otros efluentes contaminantes.

El agua proveniente del drenaje de un campo agrícola, puede contener alta concentración de sales, plaguicidas, fertilizantes, metales pesados y otros contaminantes ambientales. Esto se traduce en un exceso de sedimentos, altos niveles de conductividad eléctrica y eventos de eutrofización frecuentes que llevan a bajos niveles de oxígeno disuelto, entre otras cosas. Todos estos cambios en la calidad del agua pueden impactar negativamente sobre la biodiversidad que hace uso de ella. Por ejemplo, un exceso de sedimentos genera un incremento de la turbidez lo que causa la muerte de las plantas acuáticas sumergidas al disminuir los niveles de luz solar que llega a ellas. La ausencia

de plantas acuáticas crea un “ciclo vicioso”, con resuspensión de las partículas de sedimento, que impide la recolonización por plantas acuáticas y así la recuperación del ecosistema acuático y su funcionalidad.


Asimismo, la cantidad de agua en los sistemas agrícolas está relacionada con el tipo de manejo agrícola. Por ejemplo, un suelo con labranzas mínimas o siembra directa (SD) conservará el agua mucho más que un sistema con labranza convencional. Sin embargo, si el manejo (aún en SD), se orienta a un sistema simplificado con énfasis en el monocultivo, se reducirá inevitablemente la cantidad de materia orgánica en el suelo, disminuyendo su capacidad en el almacenamiento y retención de humedad. La cantidad de agua disponible en arroyos también puede variar de forma abrupta y ser inestable al eliminar el monte de sus márgenes. Luego de fuertes lluvias pueden producirse inundaciones pero poco después los arroyos tienden a secarse rápidamente en ausencia de esta clase de vegetación que actúa como una gran esponja favoreciendo la retención en el suelo del excedente de agua y liberándola gradualmente cuando hay déficit.

Por lo tanto, la calidad y disponibilidad de agua en el paisaje agrícola son factores limitantes tanto para la biodiversidad, fundamentalmente en épocas de reproducción y cría, como para los productos agropecuarios no solo porque dependen de ella para lograr buenos rendimientos de las cosechas y del ganado sino por los riesgos que puede suponer para su propia calidad de vida.

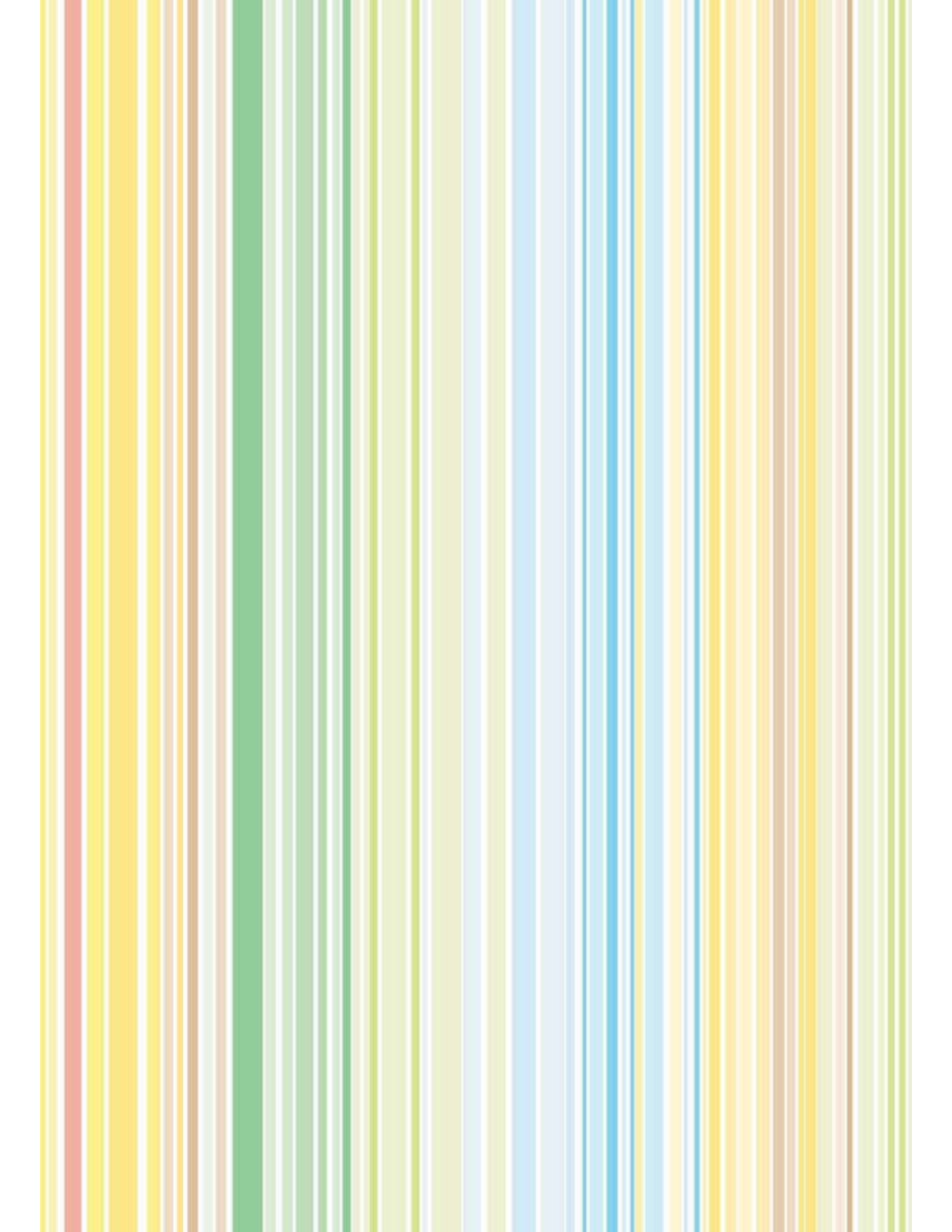


h. Síntesis

El conjunto de elementos que conforman un agroecosistema, constituye “el hábitat”, el que será específico para cada especie. El conjunto de especies y sus interacciones con otras especies y con las condiciones abióticas, generan gran cantidad de procesos que le otorgan al ecosistema la funcionalidad traducida en bienes y servicios ecosistémicos. En este intento por entender el concepto de hábitat, puede ser útil pensar en nuestro hábitat humano, nuestras necesidades de alimentación, adecuada nutrición, buen refugio respecto al clima y la seguridad, facilidades para el movimiento y traslado, adecuado acceso al agua, entre otras cosas. En toda decisión, siempre buscaremos privilegiar nuestra protección y sobrevivencia. Para ello, cuanto más conocimiento adquirimos para satisfacer dichos requisitos con calidad, mejor serán nuestras opciones para alcanzar o satisfacer nuestro estado de bienestar.

Del mismo modo, si un productor o profesional comprende porque una especie o población ocupa un área determinada (sean estas plantas o animales), y entiende las consecuencias de sus decisiones sobre la calidad de los procesos naturales, podrá hacer un manejo adecuado de los sistemas. Es muy importante conservar la integridad de estos, y para ello, será preciso comprender la necesidad de mantener “todas las partes” y preservar la función de autorregulación que tienen los ecosistemas naturales. En los capítulos 2 y 4 brindaremos conceptos y bases para el manejo integrado de los agroecosistemas que permiten privilegiar la biodiversidad, sus BSE y compatibilizar con la producción agropecuaria. 

2



Capítulo 2

Elementos lineales del paisaje como prácticas amigables de manejo del “hábitat” para la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos

Gregorio Gavier, Noelia C. Calamari, María E. Zaccagnini

(Con la colaboración de: Laura Addy Orduna, Julieta Decarre, Julieta Merke, Cesar Salto, Romina Suárez y Laura Solari)

El manejo de hábitat para la biodiversidad en los agro-ecosistemas es el encuentro entre el conocimiento de la función y ecología de las especies y su relación con el manejo de la producción agropecuaria para compatibilizar producción con conservación. Esto implica, un esfuerzo por parte de los productores y técnicos para entender la manera en que los distintos grupos biológicos satisfacen sus requisitos básicos de supervivencia y reproducción (alimento, refugio y agua) según la forma en que se maneja un determinado establecimiento o mosaico de paisaje agropecuario, en el corto y el largo plazo. Este conocimiento permitirá prever en que medida, las distintas decisiones que se toman en el campo (ya sea para conservar el suelo, los tipos de cultivos y sus rotaciones, los controles de plagas y enfermedades, entre otros) y que influyen sobre la estructura, composición y configuración de hábitats, impactan positiva o negativamente sobre las relaciones funcionales que se establecen con la agricultura y el ecosistema y que influirán en la provisión de los servicios ecosistémicos por parte de los distintos grupos biológicos.

En este capítulo, analizamos los componentes del agroecosistema más importantes para el man-

tenimiento de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, poniendo énfasis en el manejo de elementos lineales del paisaje y aquellos atributos de los agroecosistemas que pueden ser conservados o manejados con relativa facilidad, siempre bajo la premisa de que es posible conservar biodiversidad cuando se promueve la agricultura responsable e integrada con metas de conservación de suelos y de los servicios ecosistémicos.

a. ¿Cuáles son los elementos y atributos del paisaje valiosos para la biodiversidad?

La estructura de un agroecosistema a escala de paisaje está dada por las relaciones e interacciones entre sus componentes o elementos: la estructura, la forma, tamaño, diversidad, densidad y patrones espaciales y las interacciones entre ellos. Entre los elementos más valiosos como hábitat para la biodiversidad en los agroecosistemas podemos mencionar a los parches de vegetación natural, los humedales y cuerpos de agua y hábitat lineales como bordes, terrazas, cortavientos, etc. (conocidos en

la ecología de paisajes como “corredores”). Estos elementos también tienen atributos como formas, tamaños y estructura de vegetación; además del contexto del paisaje donde están inmersos (su heterogeneidad espacial y temporal).

a.i. Estructura de la vegetación

Así como una casa puede ser de una sola planta o de varios pisos, la estructura hace referencia a los diferentes estratos verticales que puede presentar la vegetación de un ecosistema. Un ecosistema puede presentar uno o varios “pisos” de acuerdo a las especies de plantas que presente (árboles, arbustos y herbáceas). En general, cuando la estructura y composición de la vegetación es diversa, se benefician una gran variedad de especies de la fauna silvestre que pueden habitar y utilizar estos diferentes “pisos” que presentan características distintas por el tipo de refugio y el recurso alimentario que ofrecen. La variedad de especies vegetales y la diversidad estructural brinda sitios para que las aves se posen y nidifiquen y ofrece enorme cantidad de microhábitats para los invertebrados y pequeños mamíferos. Conservar esta diversidad estructural no solo favorece a especies benéficas de la agricultura, sino también a aquellas que no lo son. Sin embargo, las especies perjudiciales podrían ser presa de vertebrados superiores que pueden ser de interés por otros motivos, como caza deportiva o de autoconsumo o incluso importantes para la conservación.

a.ii. Parches de vegetación natural

Los parches o isletas son áreas de vegetación natural homogéneas en composición y que difieren de su contexto o matriz en la que están inmersos en el paisaje agropecuario y se definen por su cobertura dominante (agrícola, forestal, pastizal). Estos parches son importantes porque proveen hábitat para la biodiversidad además de actuar como refugio para el ganado brindando sombra y protección. Los espacios abiertos dentro de los parches, al igual que árboles en pie o árboles muertos, constituyen

sitios para muchos grupos biológicos que viven o se reproducen en estos. Las esquinas de lotes o los asentamientos habitacionales rurales pueden funcionar como parches y constituir valiosos hábitats, compuestos por plantas con flores, hierbas, y arbustos (muchas veces exóticos) brindando hábitats para especies que cumplen roles funcionales y brindan servicios ecosistémicos variados.

Los parches tienen ciertos atributos, diferentes tamaños y formas, con implicancias ecológicas para el agroecosistema. El tamaño de los parches de vegetación natural es muy importante, ya que, en muchos casos parches de mayor tamaño albergan una mayor diversidad de especies de la flora y fauna originales. Las especies más sensibles y especialmente favorecidas con parches grandes son las que utilizan sólo el interior de los mismos (y no sus bordes) y las que requieren de grandes extensiones para satisfacer sus necesidades. Por ejemplo, grandes predadores como vertebrados carnívoros (pumas, gatos silvestres, yaguararé, etc.), necesitan parches mucho mayores que aquellos que están en niveles inferiores en las redes tróficas (como los herbívoros que son sus presas).

Algunas funciones de los parches

- Proveen una fuente de néctar y hábitat de refugio para los insectos benéficos.
- Mejoran la estructura del suelo, previenen la erosión y brindan estabilidad ecosistémica.
- Son sitios de nidificación de aves y reproducción para muchas especies.
- Contienen comunidades diversas de organismos en el dosel de los árboles que contribuyen a la complejidad de las redes tróficas y con ello a mantener salud en los agroecosistemas (control natural de plagas).
- Proveen semillas para regenerar la cobertura de lotes abandonados o en descanso.

Idealmente, la conservación de parches conectados por remanentes lineales de vegetación (bordes, banquinas, arroyos, cortavientos) dentro de una matriz, brindara mayor aptitud para conservar especies y sus servicios ecosistémicos que los usarán para dispersarse y mejorar su adaptación al medio. Este atributo de conectividad es vital para la conservación en agroecosistemas en contextos de intensificación agrícola que tiende a eliminar los remanentes de vegetación natural, por lo que su protección resulta clave para lograr objetivos de conservación de biodiversidad, provisión de servicios ecosistémicos y agroecosistemas sostenibles.

a.iii. Humedales y cuerpos de agua

Los ecosistemas de humedales como ríos, lagos, bajos inundables, pantanos y arrozales proveen muchos servicios que contribuyen al bienestar humano. El agua subterránea, a menudo recargada por dichos humedales, tiene una función importante en el abastecimiento de agua dulce ya que afecta en forma directa al ciclo hidrológico. Además, los humedales brindan servicios fundamentales como la purificación del agua y detoxificación de desechos, abastecimiento de pescado y fibras, regulación del clima, control de las inundaciones e innumerable cantidad de servicios culturales como el ecoturismo.

Estos humedales, suelen ser afectados y perturbados por el desarrollo de infraestructura, conversión de las tierras, drenaje o extracción excesiva de agua para riego y contaminación. La pérdida de vegetación del margen de los arroyos tiene un gran impacto en el filtrado de la excesiva carga de nutrientes asociada al uso de nitrógeno y fósforo en los fertilizantes y el uso de otros agroquímicos. Estos factores han resultado en una merma en la provisión de servicios, principalmente de agua potable para consumo humano y hábitat para biodiversidad.

En relación a la biodiversidad, los cuerpos de agua de los agroecosistemas brindan hábitats fundamentales para gran diversidad de especies, sobre todo aquellas que requieren del agua para vivir

como los peces o para completar su fase de desarrollo como los anfibios, o aquellas que se alimentan de organismos que se desarrollan mayormente en ambientes acuáticos, como gran cantidad de aves acuáticas que viven o dependen de los ambientes lacustres. Por lo tanto, la conservación de su cantidad y calidad, resulta esencial para la provisión de hábitat para estas especies y sus SE.

a.iv. Elementos lineales de vegetación espontánea

En un paisaje agrícola encontramos elementos de forma lineal como los márgenes de cultivos y de cuerpos de agua, terrazas vegetadas, cortinas de viento y banquinas de rutas y caminos. Algunos de ellos son remanentes de la vegetación original mientras que otros son creados por el hombre.

Estos elementos son importantes para conservar la biodiversidad y sus funciones en los agroecosistemas ya que, además de proveer hábitat para muchas especies, contribuyen a mitigar los efectos negativos de la fragmentación del hábitat al funcionar como corredores para que muchas especies alcancen parches de hábitat de mayor tamaño.

Otra característica de estos elementos es la de aportar una zona de transición o ecotono en su límite con los cultivos, con un importante rol ecológico. Allí se encuentra una gran variedad de especies provenientes de los dos tipos de ambientes entre las que predominan las especies de hábitos generalistas y que son más comunes en el agroecosistema. Frecuentemente, la variedad y densidad de biodiversidad es grande en los hábitats de bordes, fenómeno que es denominado efecto de borde, es decir, la sumatoria de la biodiversidad, cuando dos comunidades de plantas o estados sucesionales se presentan juntos. Este fenómeno está afectado por la cantidad de borde disponible, longitud, ancho y grado de contraste entre los hábitats adyacentes.

Además de su función como hábitat o corredor, estos elementos lineales de vegetación ofrecen en muchos casos protección a otros ambientes como los cuerpos de agua al funcionar como filtro o ba-

rrera para los agroquímicos empleados en los cultivos o los sedimentos provenientes de la erosión hídrica. Las banquinas de rutas y caminos, así como los bordes de campos, también pueden funcionar como corredores y ofrecer hábitat para la alimentación, refugio y reproducción de innumerables especies, tanto invertebrados como vertebrados. Por lo tanto, es necesario mantener en buen estado de conservación estas áreas ya que muchas especies benéficas al agroecosistema pueden ser afectadas por las perturbaciones a la vegetación ocasionadas en esos sitios, ya sea por corte, arado, fuego, pastoreo, pulverización o movimientos de vehículos y tractores durante los meses de primavera y verano.

a.v. Contexto de paisajes y heterogeneidad espacial y temporal.

El contexto del paisaje influye sobre los patrones de distribución local de la fauna silvestre y, en escalas superiores, los cambios en la dinámica de las poblaciones en el largo plazo. Por ejemplo, las variables de paisaje tales como la cantidad de cobertura de árboles o la proximidad de los parches de hábitat entre sí, afectan la abundancia de las aves.

Los patrones de uso de la tierra determinan la composición y configuración del hábitat para las especies. El grado de heterogeneidad, yuxtaposición (combinación de hábitats diferentes) y conectividad entre los tipos de ambientes en un agroecosistema, está relacionado a la variedad de hábitat disponibles

para el conjunto de especies que lo utilizan, y esto determina la aptitud para las mismas. Un ecosistema puede tener igual cantidad de distintos tipos de coberturas, pero si estas están dispuestas en el espacio en diferentes configuraciones, significará aptitudes diferentes para los organismos que usarán esos ecosistemas (Figura 1).

Cuanto más diversos son los agroecosistemas, mayor será la disponibilidad de hábitat para la biodiversidad. Por ejemplo, una matriz agrícola heterogénea y diversificada puede estar conformada por distintas proporciones de cultivos, pasturas, bosques, campos naturales, ambientes acuáticos y construcciones rurales. Cada uno de esos ambientes y la forma en que estén conectados generarán diferentes grados de aptitud de hábitat para distintas especies de la fauna silvestre (Figura 2a). Por el contrario, un agroecosistema de monocultivos y con baja heterogeneidad (Figura 2b, seguramente brindará menor cantidad y variedad de hábitats, por lo que podría esperarse una menor ocurrencia y diversidad de especies de la fauna (Figura 3) (Zacagnini *et al.* 2007).

Asimismo, la diversidad de cultivos producto de las rotaciones anuales e interanuales, imprimen al paisaje una dinámica de heterogeneidad temporal, que contribuye a la aptitud de hábitat para ofrecer recursos a los organismos que requieren a través del tiempo secuencias de especies vegetales en el paisaje para cumplir sus ciclos vitales estacionales (Figura 4).

Figura 1. El arreglo espacial de los cultivos, combinado con el manejo de bordes y bajos inundables, concede al paisaje mayor heterogeneidad de hábitat. Los círculos indican los puntos de yuxtaposición entre tipos de ambientes diferentes. Paisajes agrícolas más heterogéneos generalmente presentan mayor diversidad biológica.

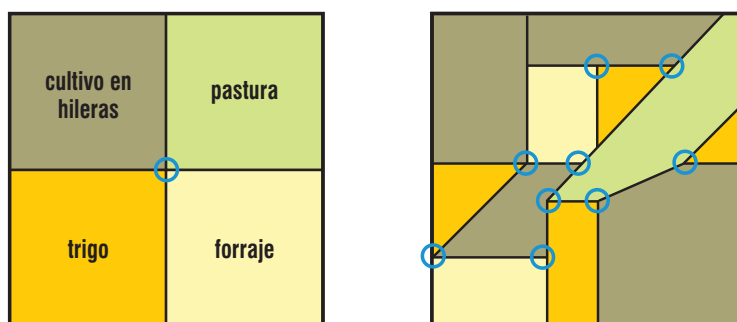


Figura 2. Ejemplo de 2 matrices de paisaje en Entre Ríos: a: heterogénea (mosaico Cerrito), b: homogénea (mosaico Crespo).



Figura 3. Riqueza de especies de mamíferos, anfibios, aves y artrópodos estimada por el índice Jackknife modificado en lotes de soja con y sin terrazas inmersos en mosaicos de paisaje con distinto nivel de heterogeneidad espacial. HO: Mosaico homogéneo; HE: Mosaico heterogéneo; S/T: Lotes sin terrazas; C/T: Lotes con terrazas (Zaccagnini *et al.* 2007).

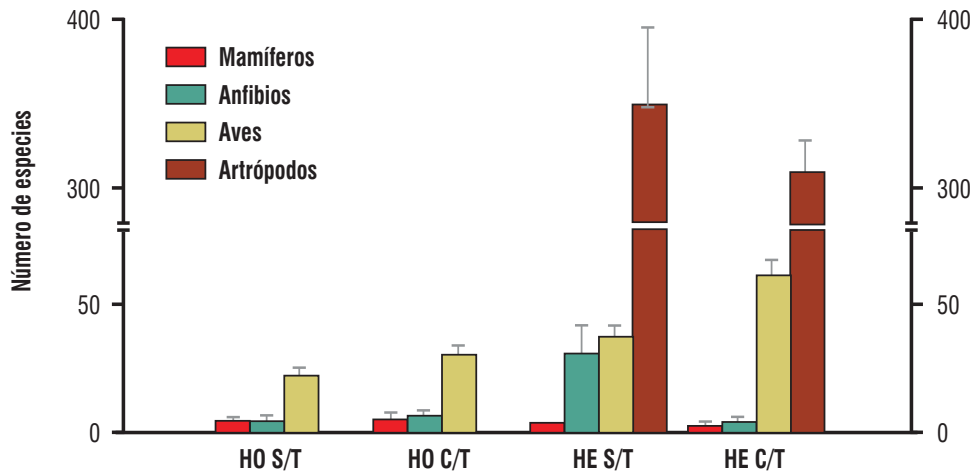
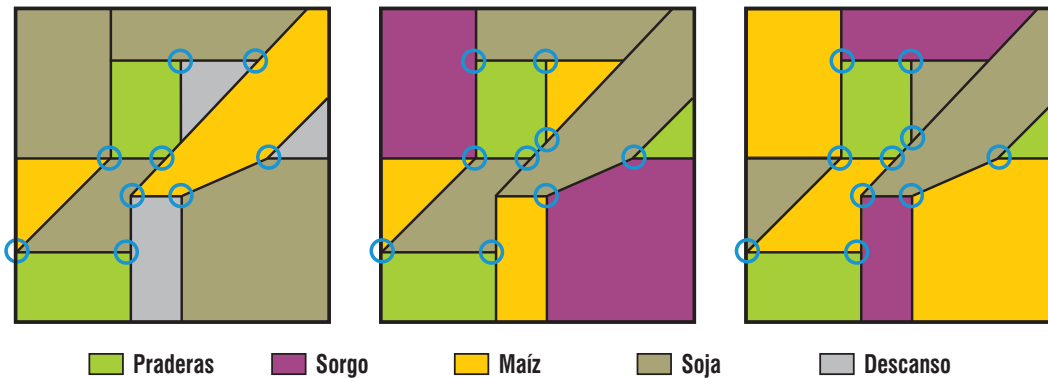


Figura 4. Heterogeneidad temporal en paisajes agrícolas debido a las rotaciones en tipos de coberturas y cultivos.



b. Los elementos lineales del paisaje

b.i. Corredores

Los corredores, en un sentido amplio, se definen como aquellos elementos del paisaje de vegetación natural que tienen una forma linear o elongada, a veces rectas pero también puede ser sinuosa, y se distinguen como elementos diferentes a los parches de distintas coberturas o la matriz circundante. En los agroecosistemas, los corredores son remanentes de la vegetación natural original, pero también pueden ser nuevos elementos resultados del manejo del paisaje.

En los agroecosistemas pampeanos y ciertas zonas mesopotámicas, los ambientes con vegetación espontánea que se desarrollan sobre las terrazas no cultivadas, en los bajos inundables y no cultivables, bajo los alambrados que dividen lotes, en las banquinas, terraplenes, márgenes de cursos de agua y relictos de bosques en galería, representan en muchos casos, **los únicos elementos del paisaje que más se asemejan estructuralmente a los ambientes que existían originalmente**. La presencia y las características de este tipo de ambientes lineales, forman una trama dentro y en los alrededores de los campos de cultivo que conectan espacialmente a los hábitats y facilitan la dispersión y el movimiento de diferentes especies. Esta conectividad beneficia a diferentes grupos biológicos, fundamentalmente a aquellos que requieren continuidad de hábitats para satisfacer todos sus requisitos de vida básicos y las interacciones entre organismos.

Entre los principales elementos lineales podemos distinguir:

b.i.1. Las banquinas vegetadas de caminos y vías de ferrocarril: son los remanentes de vegetación original ubicadas entre los límites de los campos de cultivo y los caminos o vías, usualmente corresponden a tierras públicas lo que previene que sean cultivados.

b.i.2. Los ambientes riparios: corresponden a las áreas vegetadas en la orilla de los arroyos y

ríos, generalmente la pendiente o el tipo de suelo previenen su uso para cultivos y en diferentes áreas son tierras públicas o protegidos por ley del uso agrícola.

b.i.3. Bordes de lotes de cultivos: generalmente se encuentra un espacio cubierto con vegetación natural o espontánea rodeando lotes o separando lotes. Muchas veces corresponden al área bajo y alrededor de viejos alambrados que separaban campos de pastoreo. También suelen permanecer bajo líneas de tendido eléctrico.

b.i.4. Barreras cortavientos: son líneas de árboles (generalmente especies exóticas como álamos o eucaliptos), plantados en línea en los bordes de los lotes cultivados para prevenir la erosión eólica donde suele aparecer vegetación herbácea y arbustiva espontánea.

b.i.5. Terrazas de conservación de suelos: son pequeñas elevaciones longitudinales ubicadas en lotes con pendiente y que protegen al suelo de la erosión hídrica. Pueden ser cultivadas, pero en muchos casos se permite el crecimiento de vegetación espontánea para mejorar su función de control de erosión (Ver Capítulo 3 y 4).

b.ii. Manejo de corredores: Estructura y Función

Los efectos y utilidad que los corredores tienen en el agroecosistema dependen de su estructura y función, que son los dos factores fundamentales a controlar para manejarlos en la obtención de beneficios específicos.

La estructura se define en tres componentes fundamentales:

b.ii.1. Ancho: determina el gradiente ambiental que puede encontrarse de un lado a otro del corredor. Corredores más anchos pueden tener una variedad mayor de condiciones ambientales y tipos de vegetación, generando una mayor diversidad de especies y procesos. Esto aumenta el efecto benéfico del corredor sobre los lotes adyacentes.

b.ii.2. Porción central: la presencia de una entidad interna (ruta, río, sendero, hábitat diferente – por ejemplo como una línea de árboles cortaviento) puede determinar funciones específicas y potenciar sustancialmente el efecto del corredor.

b.ii.3. Composición de la comunidad: la estructura y el tipo de la vegetación dominante y la diversidad de fauna presentes (riqueza, composición, abundancia) determinan en gran medida la función del corredor. Por ejemplo un corredor de bosques tiene un efecto de control de erosión eólica mayor que un corredor de pastizal, y las especies animales de mediano tamaño que se mueven por un corredor boscoso generalmente no utilizan corredores dominados por pastizal.

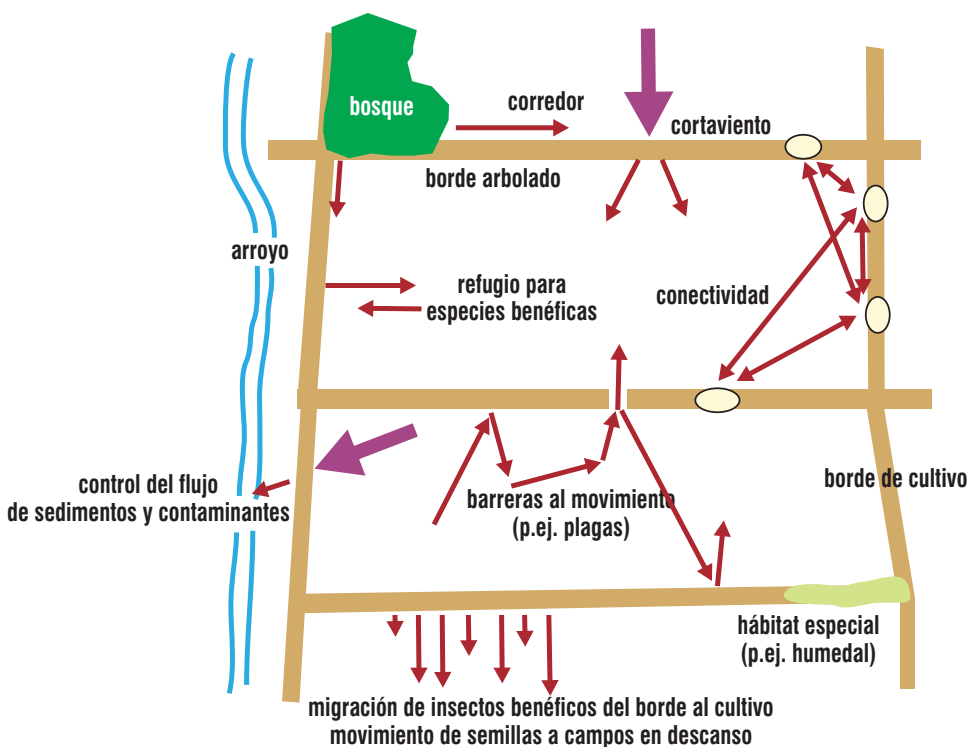
Los distintos tipos de funciones (Figura 5) incluyen:

b.ii.4. Hábitat: generalmente en los corredores viven especies generalistas o de borde, y exóticas, resistentes a disturbios y adaptadas a vivir en di-

ferentes ambientes, por ser más disturbados y expuestos a los efectos desde la matriz circundante. Puede haber especies más raras o especialistas, si se aumenta el ancho del corredor y se mejora el estado de la vegetación. Los corredores son hábitat para muchas especies que brindan servicios ecosistémicos, por ejemplo insectos predadores de plagas pueden refugiarse en los corredores durante el invierno o en épocas de cosecha y siembra, y muchas aves insectívoras que se alimentan de insectos plagas pueden nidificar en corredores de pastizal y de bosques. Otras estructuras internas (porciones centrales) pueden aportar otras especies, por ejemplo anfibios (que se alimentan de artrópodos) si hay un canal de riego interno.

b.ii.5. Movimiento: una de las funciones claves es la de permitir a la biodiversidad el movimiento entre parches fragmentados de vegetación natural aumentando la conectividad del agroecosistema. Muchas especies animales que no atraviesan ambientes cultivados, se trasladan a través de los co-

Figura 5. Dinámica funcional de los corredores: Ejemplos de atributos y funciones que aportan los elementos lineales en un paisaje agrícola heterogéneo.



rededores de vegetación natural para alcanzar otros parches de hábitat. Incluso especies de plantas pueden colonizar corredores y pasar de un parche de hábitat a otro. Las especies animales generalmente trasladan semillas o propágulos (huevos, larvas, partes vegetales que se reproducen vegetativamente) hasta áreas alejadas al trasladarse a través de corredores. El movimiento de especies se facilita en corredores más anchos y rectilíneos, preferentemente más cortos y con pocos gradientes ambientales.

b.ii.6. Filtro: los corredores pueden actuar como filtros, evitando el movimiento transversal al corredor desde los lotes vecinos, dependiendo de la estructura del corredor y el tipo de proceso o especie en movimiento considerado. La permeabilidad cambia con el tiempo, a medida que la vegetación del corredor cambia por sucesión ecológica (invasión de especies diferentes, crecimiento de las especies leñosas) o disturbios (fuego, sobrepastoreo en corredores de pastizal, caída de árboles por tormentas en corredores boscosos). El efecto de filtro puede prevenir el movimiento de una plaga de cultivo al lote adyacente, por lo tanto el ancho, alto y largo son muy importantes. Las barreras internas generalmente disminuyen la permeabilidad (senderos, caminos o cursos de agua dentro del corredor) y asimismo, pueden prevenir el flujo del viento (cortinas) y o el agua (terrazas).

b.ii.7. Fuente: el corredor puede ser una fuente de diferentes elementos que pueden fluir desde el corredor a los lotes cultivados o áreas de pastoreo en el agroecosistema; dependiendo de la estructura de la vegetación y la comunidad de fauna que el corredor contenga. Si bien éste puede ser fuente de semillas de malezas, en general el corredor es fuente de numerosos servicios ecosistémicos, como aves e insectos predadores que pueden controlar diversas plagas y numerosas especies de insectos que brindan servicios de polinización a los cultivos. También son fuentes de semillas que regeneran la cobertura de campos en descanso.

b.ii.8. Sumidero: en algunos casos, los corredores funcionan como trampa (o sumidero) de

elementos moviéndose en los cultivos (suelo, semillas, nieve, pesticidas, animales). También puede comportarse como un hábitat de baja calidad, si el corredor es muy angosto o disturbado, con poca estructura vegetal, y las especies que se instalen tengan tasas de mortalidad mayor a las de natalidad.

b.iii. La importancia de los corredores en el contexto del paisaje

Al considerar pautas de manejo de corredores, es muy importante reconocer que los corredores están insertos en un paisaje con el cual tiene una relación de interacción tanto en estructura como funcionamiento. En primer lugar, particularmente en paisajes simplificados espacialmente, la presencia de los corredores aporta heterogeneidad estructural al paisaje. La heterogeneidad del paisaje, dada por los parches, corredores y otros elementos, juega un papel clave en la sostenibilidad. En paisajes heterogéneos, los recursos están espacialmente separados, proveyendo hábitat para la especialización y diferenciación de especies. La yuxtaposición de diferentes recursos en parches adyacentes, brinda una complementariedad de recursos, mayor estabilidad, tanto para las comunidades naturales, como humanas.

En segundo lugar, los corredores pueden formar una red al estar conectados espacialmente, regulando el flujo de elementos (especies, agua, agroquímicos) en el agroecosistema, y determinando en gran medida el funcionamiento del paisaje agrícola. La heterogeneidad es la causa básica del flujo y los movimientos de organismos, y los distintos tipos de elementos permiten que los flujos varíen ampliamente en el paisaje.

Por otro lado, el paisaje circundante tiene un efecto importante en el funcionamiento y estructura de los corredores. Hay evidencia que demuestra una relación directa entre la capacidad que tienen los corredores de ser reservorios de especies y de brindar servicios ecosistémicos al paisaje agrícola circundante cuando la heterogeneidad de este es

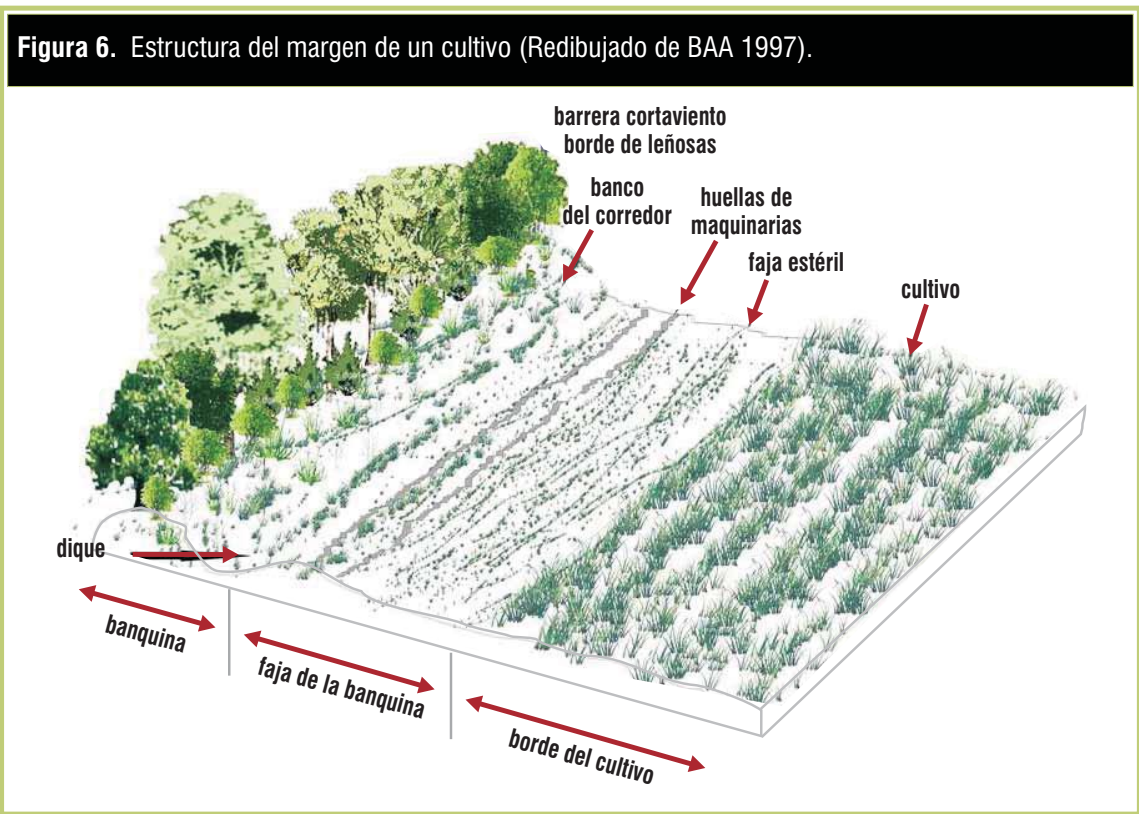
mayor. Esto implica entonces que en agroecosistemas que tienen parches remanentes de diferente tipo de vegetación natural, corredores de diferente tipo, y actividades agropecuarias diversas y entremezclados espacialmente, se maximizará la provisión de servicios ecosistémicos y la sostenibilidad del agroecosistema.

b.iv. Márgenes de lotes: Origen, Importancia, Estructura, y Función

Los márgenes de lotes suelen ser remanentes de la vegetación original o los usos previos de los lotes. Muchos de los bordes dominados por vegetación baja o pastizales responden a un uso anterior ganadero, y potenciales remanentes de pastizales bajo las alambradas que separaban potreros. Los bordes arbóreos suelen ser remanentes de bosques deforestados para implantar agricultura, y en algunos casos son dominados por vegetación exótica que invade bordes previamente cubiertos con vegetación baja. En otros casos, los bordes son creados por manejo humano como el caso de las cortinas

cortavientos. En algunos países, los bordes son creados expresamente para favorecer la presencia de especies importantes por estar en peligro de desaparición o sus servicios ecosistémicos que son necesarios para la producción agrícola.

Las márgenes son estructuras muy dinámicas, las cuales pueden modificarse por procesos naturales o la acción humana. Muchas veces, los bordes dominados por remanentes de bosques tienden a perder árboles por el efecto de tormentas al quedar más expuestos al viento que en el bosque original. Asimismo, bordes de vegetación baja pueden ser invadidos por especies de plantas leñosas exóticas que cambien radicalmente la estructura de la vegetación. El crecimiento natural de la vegetación, sumado a la llegada de nuevas especies (sucesión secundaria), es un proceso ecológico que cambia la estructura de la vegetación en los bordes. La intervención humana puede crear bordes (cortavientos, franjas sembradas de pastos), o eliminarlos para ganar espacio para cultivos o por deriva de herbicidas y posteriores disturbios como el fuego.



La estructura de los márgenes puede ser simple o compleja, pudiendo estar constituidos por varios tipos de corredores ubicados en paralelo. En general, los márgenes de los campos (Figura 6) se dividen en:

1. Banquina: constituyen una barrera semejante a un borde, que puede estar formado de vegetación arbórea, herbácea o una combinación de ambas. En algunos casos, puede incluir además un curso de agua, como por ejemplo una zanja.

2. Faja de banquina: es el área de campo entre la banquina y el cultivo. Puede incluir una senda de cultivos o una faja de herbáceas.

3. Borde del cultivo: forman parte de la cabecera o área usada para el paso de las maquinarias y no es lo mismo que la faja de las banquinas, o es simplemente el área bajo el alambrado.

b.v. Función de los márgenes

En general los márgenes de cultivos proveen numerosos beneficios para la producción y el bienestar humano, dependiendo de su estructura. En numerosas oportunidades los márgenes actúan como “buffer” o amortiguadores frente a condiciones climáticas adversas y a los potenciales impactos negativos de la agricultura, la forestación o pastoreo del ganado. Los bordes pueden constituir bancos de semillas de donde se puede regenerar la vegetación natural de lotes abandonados. Protegen los bordes del cultivo, ya que generalmente se utilizan estos márgenes para la circulación de la maquinaria. También los bordes de gramíneas protegen al cultivo de la competencia por agua y nutrientes de bosques maduros adyacentes. Constituyen barreras semipermeables en el paisaje, reduciendo la deriva de plaguicidas, brindando protección del viento a los cultivos y minimizando la dispersión de plagas y enfermedades. Asimismo, constituyen sitios de recreación para observadores de fauna silvestre.

La función de los márgenes como hábitat y corredor para biodiversidad es fundamental para la sostenibilidad del agroecosistema, habilitando la

provisión de servicios claves como el control de plagas y la polinización. En agroecosistemas simplificados, los márgenes albergan la mayor diversidad de especies animales y vegetales silvestres. En la región pampeana, la riqueza y abundancia de micro mamíferos es mayor en márgenes vegetados que en lotes de cultivos anuales (Bilenca *et al.* 2007), lo que también se ha observado en el centro de Entre Ríos (Zaccagnini *et al.* 2007). Muchos micro mamíferos ayudan a eliminar las semillas de malezas en las áreas de los lotes adyacentes a los cultivos (Booman *et al.* 2009). Las aves en particular responden positivamente a los márgenes vegetados, aumentando su diversidad con el nivel de complejidad estructural de la vegetación. En las regiones espinal y pampeana, la abundancia y riqueza de aves es mucho mayor en márgenes vegetados que en lotes de cultivos, particularmente en aquellos con mayor número de árboles y arbustos (Zaccagnini *et al.* 2007, Di Giacomo y Lopez de Casenave 2010). Particularmente, el número de especies de aves insectívoras (potenciales controladoras de plagas) está directamente relacionado al número de árboles autóctonos presentes en el margen de lotes en el centro de Entre Ríos (Goijman *et al.* 2010).

Los márgenes son ambientes favorables para la conservación de insectos benéficos. La diversidad de especies de insectos predadores y potenciales controladores de plagas es más alta en los bordes que en los cultivos en el centro de Entre Ríos. Más importante, en los períodos en los que las condiciones en el cultivo no son favorables, los insectos predadores buscan refugio en los márgenes (Weyland y Zaccagnini 2008). En este caso los márgenes pueden actuar como refugios ante la aplicación de insecticidas (Lee *et al.* 2001) o durante períodos de sobre-invernación (Lemke y Poehling 2002). Así constituyen sitios de invierno y verano para insectos benéficos al agro. En numerosas oportunidades se han observado movimientos de artrópodos benéficos desde estos márgenes hacia el interior de los cultivos.

En Entre Ríos, el nivel de supervivencia de insectos predadores después de tratamientos de lotes con plaguicidas es significativamente mayor en

lotes con márgenes vegetados (Varni *et al.* 2010). Es posible entonces que los márgenes necesiten manejos especiales de los ambientes marginales introduciendo variedades específicas de plantas para que la fauna que se establece en éstos pueda dispersarse hacia los lotes y allí cumplir sus roles funcionales benéficos para la agricultura (predación, ciclado de nutrientes, parasitismo de plagas).

Las plagas generalmente son controladas por insectos benéficos, parasitoides y predadores, cuya base alimenticia son justamente los insectos fitófagos que pueden causar daño económico en los cultivos. La vegetación espontánea es fundamental para la subsistencia de estos insectos benéficos, ya que en ella encuentran alimentos alternativos, polen y néctar para suplementar su dieta o para completar el desarrollo y sitios de protección para superar etapas climáticas adversas. La disponibilidad de los insectos predadores en los agroecosistemas permite reducir el uso de agroquímicos, con los beneficios económicos y ambientales que esto implica, al controlarse naturalmente los insectos plagas.

La ausencia o escasez de sitios con vegetación espontánea no permite el sustento de los insectos polinizadores. Su disminución impacta directamente en la producción de alimentos, ya que el rendimiento y la calidad de cultivos como girasol y colza, diversos frutos y productos hortícolas dependen fuertemente de la polinización entomófila. En general, el aporte no energético de las dietas (vitaminas, minerales, etc.) es realizado por especies vegetales de polinización cruzada, que dependen fuertemente de los polinizadores. La mayoría de las especies con flores de crecimiento espontáneo, muchas de ellas mal consideradas “malezas,” constituyen un recurso indispensable para el sustento y la eficiencia de la apicultura, una actividad que implica ingresos económicos muy importantes para el país en general y para numerosas familias en particular.

En campos de soja de Estados Unidos, se ha observado que el rinde es mayor en lotes experimentales rodeados de márgenes de gramíneas implantadas. La causa es que estos márgenes son refugio y fuente de artrópodos controladores de

plagas, y de hongos que controlan algunos lepidópteros (orugas). El rinde de estos lotes fue apenas inferior a los tratados con plaguicidas, pero sin el costo del tratamiento. La pérdida de un 12% del área para usarse en cultivos (correspondientes a los márgenes con gramíneas) es balanceada por el aumento en la producción, sumado a lo ahorrado en pesticidas (Kemp y Barret 1989). Los márgenes herbáceos con alta riqueza de plantas con flores conspicuas tienen una gran importancia para syrphidos (insectos predadores de plagas de trigo), y constituyen importantes reservorios en agroecosistemas muy simplificados (Haenke *et al.* 2009).

La importancia de los márgenes para la biodiversidad está regulada en parte por el contexto espacial a escala de paisaje, por lo tanto en el manejo de márgenes debe considerarse la estructura del paisaje donde los márgenes están insertos. Por ejemplo, la vegetación del borde es en muchos casos una función de la heterogeneidad espacial del paisaje. En Estados Unidos, la riqueza de plantas herbáceas en los márgenes aumenta con la cercanía de remanentes de bosques (Holland y Fahrig 2000), mientras que la proporción de campos en descanso o abandonados alrededor del lote tiene una gran influencia en la riqueza de plantas en los márgenes, particularmente exóticas (Boutin *et al.* 2008). La riqueza de insectos en lotes de alfalfa se relaciona directamente a la cantidad de márgenes vegetados en un radio de un kilómetro del lote considerado (Holland y Fahrig 2000). A escala de paisaje, un buen manejo incluye utilizar todos los elementos de vegetación lineales en una red para interconectar los elementos de remanentes de hábitat naturales y potenciar la función de corredores y conectividad en el paisaje.

c. Síntesis

El agroecosistema alberga una gran biodiversidad de especies animales y vegetales las cuales proveen numerosos servicios ecosistémicos benéficos para la producción agrícola. La provisión de estos servicios ecosistémicos (como la polinización y el control de plagas) contribuye en forma

sustancial a la producción sostenible. El nivel de biodiversidad (número de especies y su abundancia) en el agroecosistema está determinado por la presencia de hábitat natural y seminatural, el que se encuentra en los remanentes no cultivados como parches de vegetación natural, los humedales y cuerpos de agua y hábitat lineales como bordes, terrazas, cortavientos, etc.

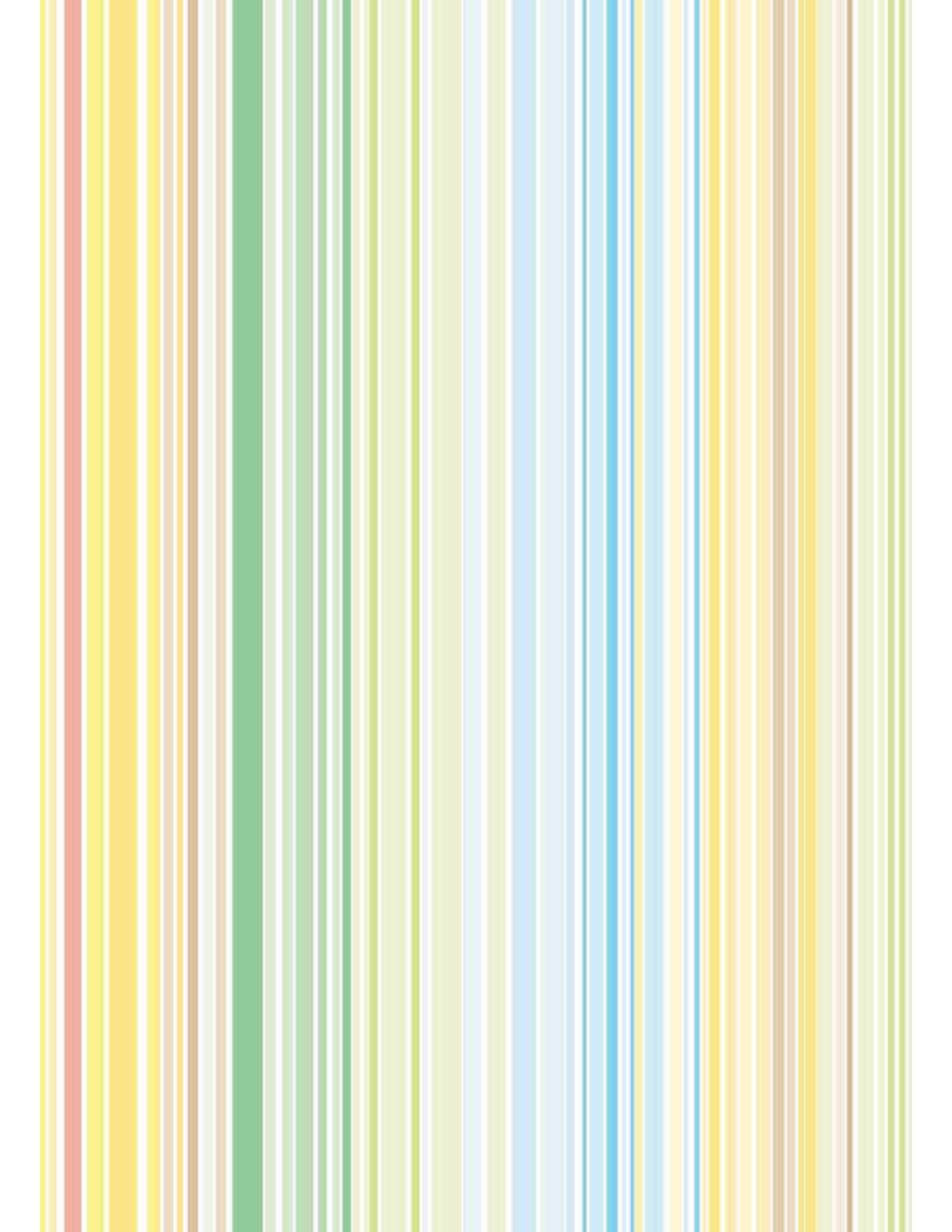
Los remanentes no cultivados ocupan un porcentaje muy reducido en el agroecosistema, pero albergan una proporción importante de la biodiversidad original de la región y sus servicios ecosistémicos. La distribución espacial y variedad de remanentes no cultivados determina la biodiversidad del agroecosistema, donde paisajes más heterogéneos (con mayor variedad y cantidad de elementos de vegetación remanente) albergan mayor biodiversidad.

Las características de estos elementos remanentes, como su tamaño, complejidad estructural, tipo de vegetación y nivel de conectividad determinarán su importancia para la biodiversidad. Considerando estas características, pueden implementarse intervenciones en los paisajes agrícolas para restaurar o crear estos elementos y favorecer la biodiversidad. Los elementos lineales del paisaje son elementos fundamentales en los agroecosistemas, porque suelen ser los remanentes de vegetación natural que permanecen y son mantenidos en las áreas agrícolas, como los márgenes o límites entre lotes, las banquinas vegetadas o los bordes de los arroyos. Estos elementos mantienen una importante biodiversidad de especies particularmente en Entre Ríos.

Los elementos lineales son más idóneos para mantener múltiples funciones (mantenimiento de biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, corredores biológicos, cortavientos, prevención de la erosión y movimiento de plagas) mientras más anchos y largos sean y mientras más compleja sea la estructura de la vegetación que las compone. Los elementos lineales ideales en Entre Ríos presentan vegetación arbórea, arbustiva, herbácea y gramínea autóctona, muchas veces en una estructura trans-

versal compleja (franjas paralelas de estos tipos de vegetación). Asimismo, sus funciones son maximizadas si los elementos lineales tienden a estar unidos en una red que da conectividad y cohesión funcional en el agroecosistema. El mantenimiento de los elementos lineales en el agroecosistema, demanda un porcentaje muy bajo de área cultivable, y provee sustanciales beneficios a la producción y mantenimiento de agroecosistemas sostenibles. ■■■■

3



Capítulo 3

Importancia y función de la sistematización de tierras para la conservación del suelo y la biodiversidad

José D. Oszust, Marcelo G. Wilson, Emmanuel A. Gabioud y María Carolina Sasal

Desde la antigüedad, los suelos han sido considerados como soporte de la producción agropecuaria, y los esfuerzos de manejo fueron dirigidos hacia mejorar funciones de drenaje, fertilidad y abastecimiento de agua. Si bien muchas prácticas fueron exitosas en aumentar la producción primaria, algunas tecnologías afectaron negativamente funciones del suelo (King 2007). Como consecuencia, aproximadamente el 85% de las tierras agrícolas del planeta están degradadas por erosión, salinización y compactación, entre otros procesos negativos (Walker, Salt 2006).

El paisaje ondulado y la baja permeabilidad de los suelos en gran parte del territorio le confieren a la provincia de Entre Ríos susceptibilidad a la erosión hídrica. La sistematización de tierras es una práctica agronómica utilizada para controlar la velocidad del escurrimiento del agua de lluvia, a nivel de lote de producción, establecimiento agropecuario o cuenca hidrológica.

a. Introducción a la conservación del suelo y la biodiversidad

Dependiendo de la escala considerada, la visión del problema y las posibles soluciones serán diferentes. Por ejemplo, a escala de lote se podrá

solucionar el proceso erosivo utilizando una rotación de cultivos que permita tener un alto grado de cobertura superficial del suelo y controlando la velocidad de circulación de los excedentes hídricos dentro del lote. Mientras que a una escala de establecimiento agropecuario, además de lo anterior, se deberán contemplar el diseño de caminos de circulación dentro del establecimiento, cómo y dónde se realizarán las salidas de los excedentes hídricos. En tanto que, a una escala de cuenca hidrográfica se pondrá énfasis en la red hidrográfica y en cómo se irán sumando los aportes de agua de cada establecimiento hacia los tributarios y desde ellos, al cauce principal.

En este capítulo, se presentan los factores que influyen en el proceso de erosión hídrica, las bases teóricas de la sistematización de tierras y las características requeridas en las terrazas para la conservación de suelos en Entre Ríos. Además, se analiza la factibilidad de las terrazas para prestar servicios de conservación de la biodiversidad y la provisión de BSE.

La cuenca hidrográfica es un espacio delimitado por la naturaleza, donde sus componentes interactúan con la población que lo habita, permitiendo abordar acciones de ordenamiento territorial y de planificación del aprovechamiento integral de sus recursos naturales. En esta escala cobran

importancia las características propias del paisaje, los sistemas de producción predominantes, la ubicación de caminos vecinales, zonas urbanas y periurbanas, red hidrográfica, entre otros. En este manual, consideramos que el nivel de cuenca, es el adecuado para realizar la sistematización de tierras en la provincia de Entre Ríos debido a su paisaje ondulado, su amplia red hidrográfica (Figura 1) que cubre toda la provincia y a la subdivisión de la tierra en establecimientos de pequeña superficie. Esta geografía predispone fuertemente a la ocurrencia de degradación y erosión de suelo.

b. Erosión hídrica

La **erosión** es un proceso de desprendimiento, remoción del suelo y material superficial, transporte y deposición en zonas alejadas de las que fueron removidas. Si bien la erosión ocurre naturalmente, casi siempre se ve magnificada por la acción antrópica. En Entre Ríos el proceso de erosión predominante es el que ocurre por efecto del agua sobre el suelo, lo que representa cerca del 40% de la superficie provincial con algún grado de erosión hídrica.

Figura 1. Red hidrográfica de la provincia de Entre Ríos, donde se destacan las Cuencas hidrográficas más importantes (SIG de Recursos Hídricos de la provincia de Entre Ríos. Dirección de Hidráulica de E.R., 2003).



En cuanto a la susceptibilidad al proceso erosivo, el 75% del área está comprometida (Figura 2) (INTA, 1998).

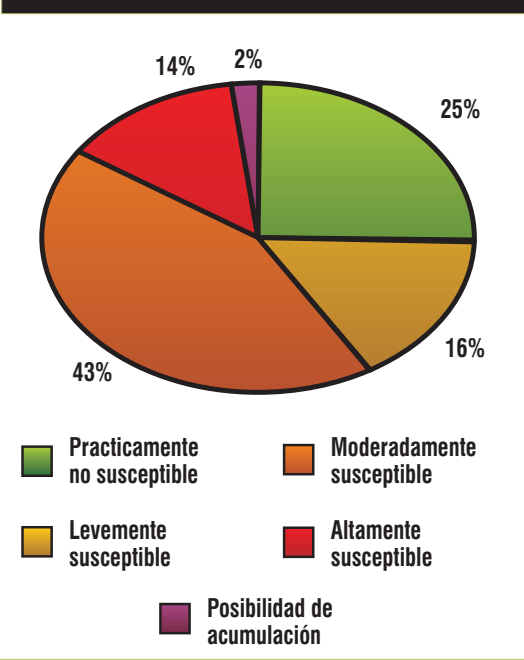
c. Factores que influyen en el proceso de erosión hídrica

La erosión hídrica está influenciada por factores naturales y antrópicos entre los que se destacan:

Clima: Uno de los agentes externos al suelo desencadenantes de la erosión hídrica es la lluvia y en especial su intensidad. Por otro lado, la distribución de las precipitaciones durante el año cobra importancia debido a que pueden ocurrir en épocas en que la cobertura del suelo es escasa. La combinación de alta intensidad de lluvia y época del año con baja cobertura superficial del suelo produce un alto riesgo de proceso erosivo, debido a la alta energía con que impacta la gota de lluvia sobre la superficie del suelo.

Topografía: La intensidad de la pendiente de un terreno y la longitud de la misma son otro factor externo al suelo que genera la erosión hídrica, dándole al agua excedente de una precipitación, velocidad

Figura 2. Susceptibilidad a la erosión hídrica en la Provincia de Entre Ríos. Fuente: Plan Mapa de Suelos de Entre Ríos.



TIPOS DE EROSION HIDRICA



Laminar: Existe una ruptura de los agregados del suelo y posterior reacomodamiento de las partículas en el mismo lugar. Los efectos de este tipo de erosión es la formación de una costra superficial. Generalmente, se presenta en suelos con pendientes suaves ubicadas en posición de loma convexa. Afecta amplias superficies, frecuentemente de buena aptitud agrícola. En sistemas de labranza convencional constituía la primera etapa del proceso erosivo y al no ser espectacular, generalmente no era tomada en cuenta. En los sistemas de labranza conservacionista, al existir rastrojo en superficie, puede no presentarse y el proceso erosivo puede iniciarse a partir de la formación de pequeños surcos.



Surcos: aquí se hace visible el transporte de partículas por concentración de escurrimiento, son áreas relativamente pequeñas y transitorias. Generalmente aparece en suelos con mayores pendientes ubicadas en media loma. Es más evidente que la erosión laminar y origina grandes e irrecuperables pérdidas de suelo.



Cárcavas: es la expresión máxima del proceso erosivo; se presenta en sectores de concentración de escurrimiento. Es la más espectacular, los zanjones pueden alcanzar varios metros de profundidad, afectando no solamente el suelo, sino al subsuelo y obras de infraestructura.

de escurrimiento. Estos factores, combinados con la cobertura del suelo son los que determinan la velocidad máxima a la que puede escurrir el agua sin colaborar significativamente al proceso de erosión. Algunos autores consideran que, en suelos con buena cobertura superficial, velocidades de escurrimiento mayores a 1,5 m/s desencadenan el proceso de erosión (Scotta *et al.*, 1989). En tanto que, en suelos sin cobertura una velocidad mayor a 0,7 m/s es suficiente para producir erosión.

Suelo: la estabilidad estructural, la textura, la estructura y el contenido de materia orgánica son algunas de las variables que determinan la velocidad de infiltración del agua al suelo. Estos factores son determinantes a la hora de evaluar la susceptibilidad de un suelo a la erosión hídrica.

Vegetación: su presencia disminuye la energía del impacto de la gota de lluvia sobre el suelo y aumenta la rugosidad del terreno, disminuyendo la velocidad de escurrimiento del agua.

Uso y manejo: Toda práctica agronómica que tienda a incorporar restos vegetales en superficie y aumente a largo plazo la porosidad total del suelo disminuye el riesgo de erosión hídrica (sistemas de labranzas conservacionistas). Otra práctica es acortar la longitud de la pendiente del terreno para que la velocidad de escurrimiento no llegue a valores erosivos. Esto se logra construyendo terrazas de conducción y evacuación de agua.

d. Sistematización de tierras

En los suelos de paisaje ondulado, el proceso erosivo se inicia levemente en los sectores altos de la loma y crece acumulativamente a lo largo de las pendientes para alcanzar su máximo grado cerca de la costa de los arroyos. Para atenuar la degradación de suelos por erosión hídrica, se desarrollaron y adoptaron sistemas de labranza conservacionistas como la reducción de laboreos, la utilización de labranza vertical y más recientemente, la siembra directa (SD). Sin embargo, en algunas regiones, dependiendo del tipo de suelo, pendiente e intensidad de las precipitaciones, la utilización de estos sistemas resulta insuficiente para controlar sus efectos, debiéndose implementar tecnologías como la sistematización de tierras y la construcción de terrazas para el control de la erosión hídrica.

La sistematización de tierras es una necesidad para preservar los recursos naturales. Esta práctica surge a partir del concepto que al acortar el largo de la pendiente del terreno, el agua que escurre no alcanza la velocidad y energía cinética necesaria para remover y transportar partículas de suelo. La sistematización de tierras o sistema de terrazas, divide a la cuenca en paños. Cada paño es un sector del terreno donde el agua escurre hacia una terraza. La superficie del paño conforma el área de captación de la terraza. Un paño puede tener como límite a dos terrazas, una en la parte superior del terreno y otra en la parte inferior del mismo; o bien el límite superior puede estar constituido por una divisoria de aguas y el inferior por una terraza. En cualquier caso, el agua escurre hacia la terraza que

se encuentra en la parte inferior del terreno, asignándosele a esta el área de captación del paño. Dependiendo de la complejidad de las pendientes y paisaje del terreno, la sistematización se realiza diseñando terrazas que pueden o no ser paralelas entre sí (Figura 3). Si las pendientes son uniformes y el paisaje es suave, la sistematización con terrazas paralelas es factible. En el caso de que existan pendientes con diferentes grados de intensidad y un paisaje irregular, se deben diseñar terrazas que sigan la irregularidad del paisaje.

El INTA en convenio con la FAO, a fines de la década de 1960, generó una metodología para el cálculo de diseño de las terrazas que integra los ajustes locales de los coeficientes de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE), desarrollada por la Universidad de Purdue. La USLE es un modelo paramétrico multiplicativo que utiliza 5 parámetros: energía erosiva de una lluvia (R), erosionabilidad del suelo (K), largo e intensidad de la pendiente del terreno (LS), cultivo (C) y práctica agronómica (P). Los valores que adoptan estos parámetros se logran a partir de variables meteorológicas, edáficas, topográficas, fenología de cultivo y prácticas agronómicas que fueron adaptadas a las características propias de Entre Ríos. Cada una de estas variables o factores participa modificando alguna etapa en el proceso erosivo del suelo. A partir de las investigaciones, desarrollos tecnológicos e innovaciones realizadas en el INTA, el Gobierno provincial y la UNER, y a la visualización del problema de la erosión hídrica, se sanciona una Ley que establece una serie de manejos conservacionistas

Figura 3. Sistematización de tierras. a- Sistema de terrazas paralelas. b- Sistema de terrazas no paralelas. Fuente: Google Earth 2013.



respecto a la erosión hídrica. La Ley Provincial N° 8318 de Conservación de Suelos instrumentada y vigente, es una característica distintiva de Entre Ríos.

Esta Ley establece como concepto de degradación a los efectos provocados por: erosión, agotamiento, deterioro físico, alcalinidad, acidificación, salinidad y el drenaje inadecuado. Además declara de interés público y sujeto a uso y manejo conservacionista a los suelos de la provincia de Entre Ríos que por sus condiciones naturales o antrópicas manifiesten síntomas o susceptibilidad de degradación. En el artículo 5 establece 3 áreas de conservación de acuerdo a la magnitud del proceso erosivo:

1- Áreas de conservación y manejo de suelos voluntaria.

2- Áreas de conservación y manejo de suelos obligatoria.

3- Áreas de conservación y manejo de suelos experimental.

La Ley también prevé el acceso a estímulos a todos aquellos que posean título de propiedad en las áreas declaradas de conservación y manejo. Según las características de los trabajos realizados en las áreas de conservación y manejo la Ley establece tres prácticas posibles, permanentes, semipermanentes y anuales. De acuerdo a cada práctica se establece una reducción diferencial en el valor del impuesto y en el tiempo total del beneficio.

En la resolución N° 184/98 de la Dirección General de Desarrollo Agrícola y Recursos Naturales (DGAyRN), se incorpora a la siembra directa conti-

nua (SD) como práctica experimental para la conservación y manejo de suelos. Para poder acogerse a los beneficios el productor debe certificar, a través de un Ingeniero Agrónomo matriculado, que realiza la práctica de SD con dos años de anterioridad a la petición del acceso al beneficio. La ley considera como buena práctica bajo SD a toda rotación agrícola o de pasturas anuales que incluya un cultivo de sorgo o maíz cada 3 años y que asegure una pérdida de suelo menor a las 2,5 tn/ha/año (estimada con la ecuación USLE). En el caso de que las pérdidas de suelo sean superiores a las 2,5 tn/ha/año, se considera necesaria la implementación de otras prácticas de conservación; o sea el diseño y construcción de terrazas.

e. Terrazas

En Argentina y particularmente en Entre Ríos se define como terraza con pendiente de evacuación o conducción, al canal por donde se evacua el agua excedente de un área de captación perteneciente a un lote. Además del canal, la terraza está constituida por un montículo de tierra o lomo ubicado en la parte inferior del terreno (Figura 4). El canal es diseñado y construido con una pendiente interna para evacuar el agua del área de captación a una velocidad constante y no erosiva. Cada terraza que forma parte de una misma cuenca confluye en un canal colector que tiene por función dirigir el agua excedente hacia la zona de descarga de la cuenca. A este sistema de terrazas y canales colectores se lo denomina sistematización de un lote o cuenca (Figura 5).

Figura 4. Terraza y sus componentes. Modificado de Manual de sistematización de tierras para control de erosión hídrica y aguas superficiales excedentes (Scotta *et al*, 1989).

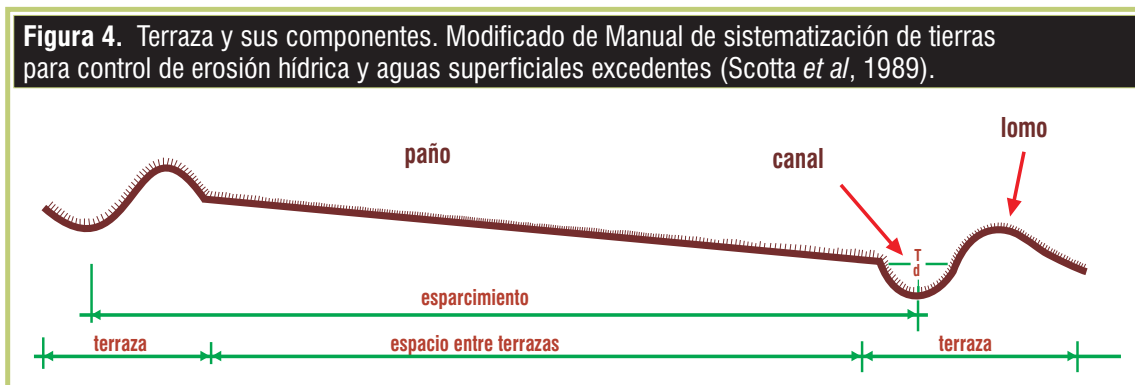


Figura 5. Lotes sistematizados en Entre Ríos, donde se muestra la disposición de terrazas y canal colector (Foto de José Luis Panigatti).



i. Diseño de terrazas

Para sistematizar una cuenca, en primer lugar, se debe realizar un relevamiento planialtimétrico del sitio. Con esa información, se realiza un análisis topográfico de la cuenca para decidir el diseño de terrazas a utilizar. Se propone un límite máximo de pérdida de suelo anual por erosión hídrica. Luego se estima el distanciamiento entre terrazas para que la erosión hídrica se encuentre por debajo de los valores máximos propuestos. Para ello se utiliza la EUPS con los valores de variables edafoclimáticas y de manejo necesarias. Una vez establecido el distanciamiento, se realiza el cálculo hidráulico para obtener las dimensiones de cada terraza. La obtención de las dimensiones se realiza con cualquier modelo de diseño de canales, por ejemplo el método de la curva número del USDA.

El diseño de una terraza consiste en calcular las dimensiones del canal encargado de evacuar el excedente de una lluvia máxima con una recurrencia de n años sin desbordarse. La dimensión depende del área de aporte, la velocidad de escurrimiento dentro del mismo, su pendiente interna y el caudal

pico en la desembocadura del canal. Cada terraza tendrá un inicio en el sector más alto del terreno y su final se ubicará aguas abajo, respetando la topografía y la pendiente interna del canal diseñado. Generalmente, el conjunto de terrazas desembocan en un canal colector que está diseñado para recibir el excedente hídrico de cada terraza, trasladándolo a una velocidad no erosiva hacia la parte más baja de la cuenca.

En todo proyecto de sistematización se debe contemplar que la construcción de los canales colectores se debe realizar al menos un año antes que la construcción de las terrazas. Esta práctica permite que el canal colector tenga una buena cobertura vegetal al momento de conectar las terrazas al mismo. Esto se debe realizar así porque el volumen de agua transportado por el canal colector es la suma de todas las terrazas que desembocan en él; siendo el punto de diseño y construcción de la sistematización. El excedente hídrico transportado por el canal colector de un lote o cuenca sistematizada debe desaguar en el mismo punto que lo hacía naturalmente antes de la sistematización, y el volumen transportado, es como máximo el mismo que

se perdería sin la sistematización; la diferencia es la velocidad de transporte del agua. En un lote o cuenca sistematizada, el agua circula a una velocidad no erosiva, en tanto que si no se sistematiza el agua se mueve a una velocidad mayor y erosiva.

Otra parte constitutiva de la terraza es el lomo. Este se construye aguas abajo del canal con el excedente de suelo sacado al terreno para la construcción del mismo. Actualmente, a una terraza se la puede construir con dos tipos de lomos. La diferencia entre ambos tipos se encuentra en la forma del lomo, por un lado se encuentran las terrazas de lomo angosto, no cultivable o vegetado y por otro, las terrazas de lomo ancho, cultivables o no vegetadas.

ii. Terrazas de lomo angosto, no sembrables o vegetadas (TNS)

Presentan un canal que varía entre 1 a 4 m de ancho, con profundidades de hasta 45 cm. El lomo se construye con un ancho máximo aproximado de 2 m. Por lo que el ancho máximo del sistema de terrazas es de aproximadamente 6 m (COPAER 2011). La característica distintiva de este tipo de terrazas es que tanto el canal como el lomo no se deben utilizar con fines productivos. Este tipo de lomo permite la regeneración de especies vegetales diferentes al del paño. El lomo no se puede utilizar para la siembra debido a la altura y a que las maquinarias no pueden copiar fielmente el relieve. Las tareas de labranza se realizan siguiendo el contorno de las terrazas sin poder pasar de un paño a otro. Este sistema tiene por ventajas la menor remoción y movimiento de suelo respecto de las terrazas sembrables. Una desventaja de las TNS son que requiere de la realización de cabecera dentro de cada paño, por ello se utiliza entre un 3% y 8% más de insumos por superposición de tareas; y la superficie cultivable de un lote se reduce entre un 2% al 4% (COPAER 2011). Otra desventaja para el sistema productivo es la aparición en el lomo de especies vegetales consideradas malezas, que avanzan año a año hacia el paño, compitiendo con el cultivo por agua, nutrientes y luz.

Las TNS fue la práctica con que se inició el control de la erosión hídrica en Entre Ríos. Anteriormente, la totalidad de la agricultura se realizaba bajo un sistema de labranza convencional. En lotes con terrazas, las labranzas se realizaban en todo el paño del lote excepto en la zona de canal y lomo de la terraza, por lo que en este sistema de labranza la terraza se mantenía empastada debido al no laboreo de esa zona. A partir de la adopción de la SD, el control de malezas se realiza utilizando herbicidas llegando hasta el límite entre canal y lomo de la terraza. Esto afecta al buen empaste del canal quedando vegetación solo en el lomo de la terraza.

iii. Terrazas de lomo ancho o sembrables (TS)

Presentan un canal de dimensiones similares al de las TNS pero difiere en el ancho del lomo. Generalmente el ancho máximo del lomo es de 8 m (COPAER 2011). Para su construcción se remueve una franja de suelo de hasta 3 veces mayor al realizado en una TNS. El sistema completo puede tener un ancho máximo de 12 m. En este sistema de lomos, las tareas se realizan perpendicularmente a la pendiente del terreno y utilizando el total de la superficie; es decir que la terraza también es cultivable. Esto se traduce en una reducción del costo de los insumos por menor superposición. Las desventajas de las TS son el costo de construcción, 2,5 a 3 veces mayor a las TNS, y además requieren decapitar y remover una mayor superficie de suelo aumentando la heterogeneidad en la fertilidad en el horizonte superficial (COPAER 2011). Además, el costo de mantenimiento es mayor respecto a las TNS debido a que los lomos se deforman ante las sucesivas pasadas de maquinarias. En terrenos con pendientes mayores al 3% no es recomendable realizar TS debido al gran volumen de suelo a remover para lograr un canal adecuado y un lomo ancho. Las TS fueron adoptadas por la mayoría de los productores que se dedican a la agricultura en Entre Ríos, ya que permite utilizar el total de la superficie del lote y facilita las labores de manejo de cultivos a realizar.

iv. Terrazas Reservoirio

Para prestar servicios de conservación de suelos y a su vez conservar la biodiversidad y la provisión de BSE, las terrazas deben ser vegetadas. Así, se modera la erosión hídrica y se constituyen sumideros de especies de flora y hábitat para la fauna. En efecto, se propone con el término de terraza reservorio a aquellas terrazas vegetadas con dimensiones y manejo tales que permiten mejorar la calidad del suelo, aumentando la cantidad y calidad de las especies que lo habitan.

La terraza reservorio consiste en un lomo de terraza a la cual se deja cubrir en su totalidad por vegetación con especies autóctonas, (tanto herbáceas como leñosas), no perjudiciales para el sistema de producción realizado en el lote agrícola (Figura 6 a y b; Figura 7). En casos específicos donde no sea posible la interconexión de parches o elementos lineales con las terrazas reservorio, se podrán incorporar al sistema los canales colectores para que cumplan dicha función. En este caso se rediseñaran los mismos con un diseño hidráulico tal, que permita la incorporación de cobertura vegetal herbácea. En ningún caso se podrán incorporar especies leñosas dentro del canal colector, pero sí en los bordes del mismo. Aquellas especies vegetales consideradas plaga (sorgo de alepo, gramón, rama negra) pueden ser controladas con herbicidas específicos para impedir su dispersión al paño productivo. La cobertura tiene al menos dos de los tres componentes florísticos: herbáceas, arbustivas y arbóreas. El ancho mínimo de una terraza reservorio es de 10 m. Dentro del proyecto de sistematización se deberá definir la ubicación de la/s terraza/s

reservorio, considerando su integración en la cuenca hidrográfica con otras buenas prácticas agropecuarias, especialmente otros tipos de terrazas de evacuación de excedentes hídricos. Las terrazas reservorio, tendrán que ocupar una superficie equivalente al menos del 5% del total de la cuenca a sistematizar (Figura 6 c).

Cada terraza reservorio debe estar conectada en sus extremos a parches de monte, banquinas de caminos, alambrados o a canales colectores que presenten una cobertura vegetal similar. En el caso de banquinas y alambrados, la cobertura del suelo por especies vegetales deberá ser total. En el paño superior e inferior a la terraza reservorio, se aplicará el monitoreo integrado de plagas y uso de los umbrales de daño económico antes de utilizar productos fitosanitarios. Estos productos deberán ser específicos para cada especie a controlar y se deberán aplicar en el momento adecuado. Esto será muy importante para evitar que estas terrazas reservorio no se constituyan trampas ecológicas. Esto implicaría tener excelentes condiciones para que la biodiversidad se establezca, y luego ocurran situaciones de riesgo ambiental que afecte a las poblaciones, y neutralice el objetivo planteado originalmente con la intervención.

f. Objetivos buscados con la utilización de terrazas reservorio en los proyectos de sistematización

Con la incorporación de las terrazas reservorio en los proyectos de sistematización se logra una convergencia entre la necesidad de preservar el re-

Figura 6. Terraza reservorio (Imagen obtenida a través de simulación con Realtime Landscaping Architect 2).

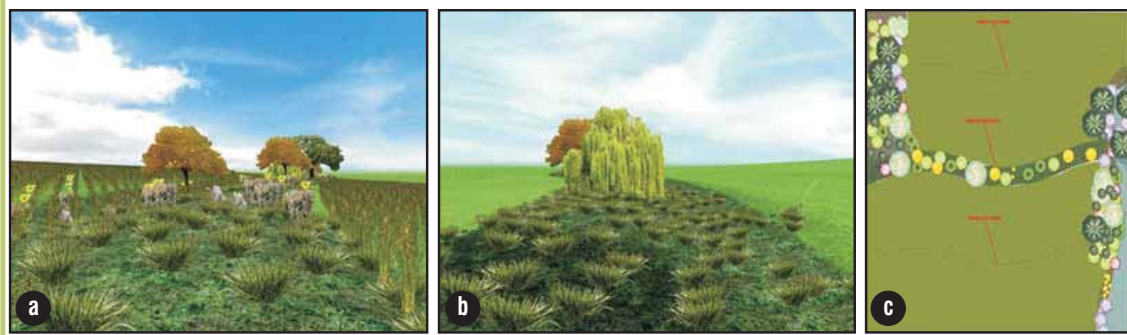
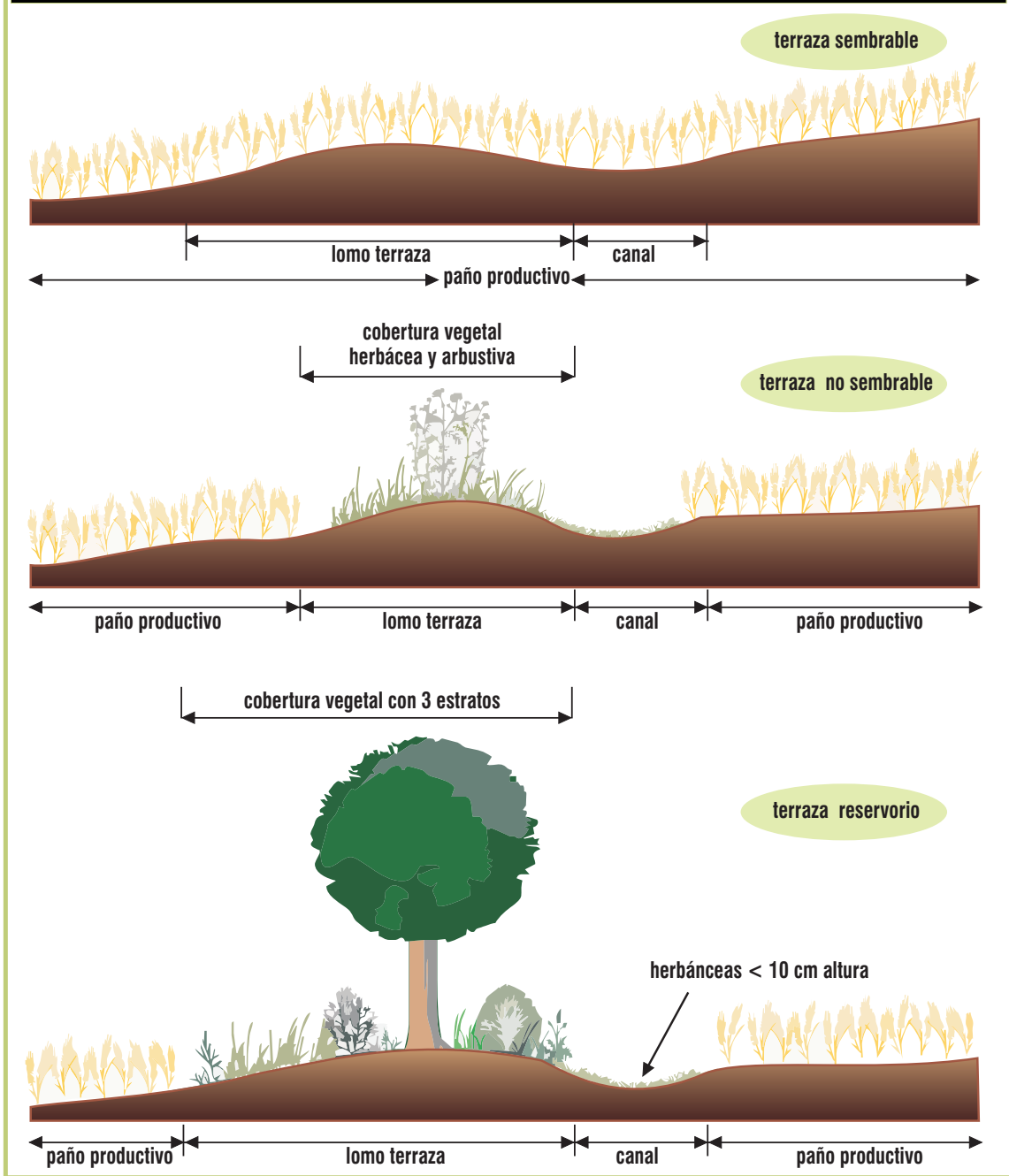


Figura 7. Esquema de Terraza reservorio y comparación con otros tipos de terrazas.
Esquema José Oszust – Rosa Ana Milocco.



curso suelo y de mejorar su biodiversidad y la de la parte aérea de los ecosistemas. Lo que se busca es incrementar una mayor heterogeneidad ambiental a escalas locales, y reestablecidos los procesos ecológicos, se espera una mayor diversidad funcional y por lo tanto, se mejorarán las posibilidades para actividades productivas sostenibles. La adopción

de este nuevo enfoque tecnológico e instrumentos de gestión como los incentivos a la conservación tendrán un efecto positivo contribuyendo a minimizar la degradación futura de los recursos naturales. Además, proveerá de otras oportunidades de uso que puedan surgir como resultado de una mayor oferta de recursos.

Ley Nacional N° 26.331 de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos

Esta ley nacional establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible de los bosques nativos, y de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad. En tal sentido, en el poder legislativo provincial, a la fecha se encuentra para su aprobación un anteproyecto de ley que adhiera a la ley nacional, sobre ordenamiento territorial de los bosques nativos en la provincia de Entre Ríos.

Es de visión amplia y novedosa, ya que plantea someter a ley todos los ecosistemas forestales naturales compuestos por especies arbóreas nativas maduras, con diversas especies de flora y fauna asociados, en conjunto con el medio que los rodea, suelo, subsuelo, atmósfera, clima, recursos hídricos, conformando una trama independiente con características propias y múltiples funciones que en su estado natural le otorgan al sistema una condición de equilibrio dinámico y que brindan a la sociedad servicios ambientales, además de los recursos naturales con posibilidades de utilización económica.

Están comprendidas en esta definición los bosques nativos de origen primario, donde no interviene el hombre como aquellos de origen secundario formadas luego de un desmonte, así como aquellos resultantes de una recomposición o restauración naturales.

Dicho ordenamiento territorial surge de la idea consensuada en el marco de la Comisión Provincial del Monte Nativo, tomando como base información técnico científica desarrollada localmente, como es la Clasificación del Estado de Conservación de los bosques elaborado de la FCA UNER, el estudio sobre calidad de suelo para determinar los indicadores ambientales elaborado por INTA Paraná y las Cuencas Hídricas de la Provincia elaborado por la Dirección Provincial de Hidráulica.

g. Resultados esperados con la incorporación de las terrazas reservorio a los proyectos de sistematización

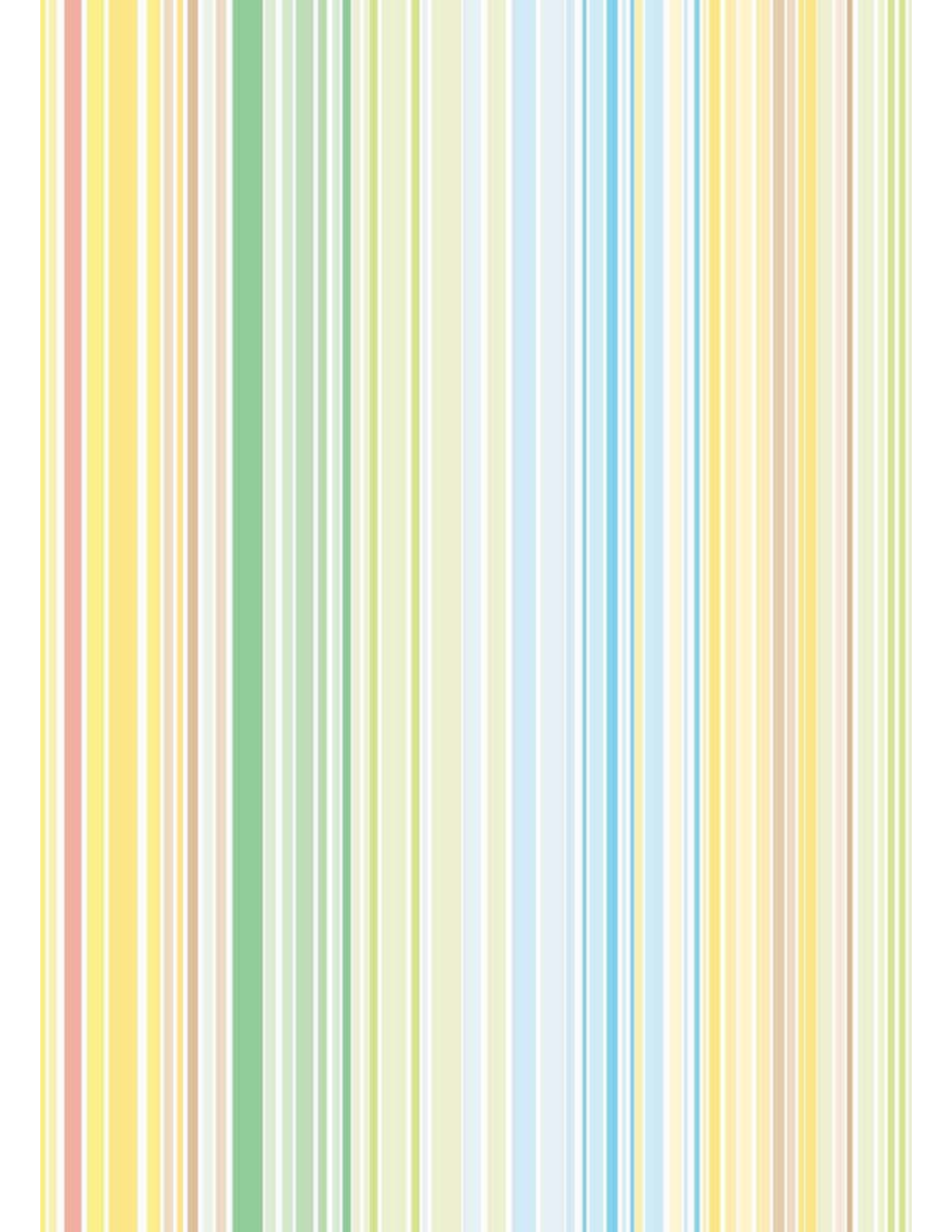
Los sistemas agroproductivos que incorporen las terrazas reservorios lograrán, además de un control eficiente de la erosión y pérdida de nutrientes del suelo, conservar y mejorar la biodiversidad y los BSE dentro de su área de influencia. Además, la sociabilización de información disponible sobre la importancia del diseño de las terrazas en la gestión de los agroecosistemas para los productores, así como para la sociedad en general que recibe y se beneficia de los BSE, permitirá mejorar la percepción de parte de la sociedad urbana respecto al impacto que producen las actividades agropecuarias sobre el medio ambiente.

Por otro lado, la implementación de esta tecnología podrá enmarcarse dentro del artículo de la Ley Nacional de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos, ya que aquellos diseños que incluyan a las terrazas reservorio (canales colectores empastados y terrazas) tendrán a mediano plazo una regeneración de la vegetación nativa.

h. Síntesis

La sistematización de tierras es una práctica agronómica contemplada como instrumento de la ley provincial N° 8.318 o ley de conservación de suelos para controlar la velocidad del escurrimiento del agua de lluvia. Para prestar servicios de conservación de suelos (moderar la erosión hídrica) y a su vez conservar la biodiversidad y la provisión de BSE se propone la implementación de Terrazas Reservorio, con dimensiones y manejo tales que permitan mejorar la calidad del suelo, aumentando la cantidad y calidad de las especies que lo habitan.

4



Capítulo 4

Función de las terrazas reservorios-vegetadas y pautas de manejo para conservar la biodiversidad

Noelia C. Calamari, Gregorio Gavier, María Elena Zaccagnini

(Con la colaboración de: Laura Addy Orduna, Julieta Decarre, Julieta Merke, Cesar Salto, Romina Suárez y Laura Solari)

Las terrazas reservorios con vegetación espontánea o natural, como elementos lineales del paisaje, se comportan de manera similar a los márgenes de cultivos y otros corredores, dependiendo de su estructura vegetal y dimensiones. Generalmente, y debido a su ancho menor, tienden a ser más simples respecto a los márgenes de cultivos. Sin embargo, para su manejo pueden emplearse la mayoría de las recomendaciones hechas para otros tipos de márgenes o corredores. Existen numerosos factores relacionados a las prácticas de manejo que influyen sobre las terrazas, además de factores asociados a otras escalas espacio-temporales, los que deben ser considerados para lograr una producción compatible con la conservación.

En este capítulo, presentamos un conjunto de recomendaciones de manejo y de utilización de prácticas agronómicas que contribuyen a brindarle una mejor funcionalidad a las terrazas, en armonía con diferentes esquemas agronómicos para el manejo de bordes y usos de tecnologías y productos fitosanitarios para el control de plagas. Este es uno de los aspectos más importantes de riesgo para la biodiversidad y por lo tanto merece su tratamiento específico.

a. Función de las terrazas vegetadas para conservar la biodiversidad

Las terrazas no sembrables (TNS) y terrazas reservorio (TR) podrían cumplir similares funciones a los bordes con vegetación espontánea debido a sus características estructurales y de manejo (Weyland y Zaccagnini 2008). En muchos casos, estas estructuras vegetadas representan los únicos elementos del paisaje que se asemejan a los ambientes que existían originalmente (Zaccagnini *et al.* 2007). En Entre Ríos se han desarrollado numerosos estudios para evaluar la influencia de la heterogeneidad ambiental brindada por las terrazas sobre la biodiversidad. Estos estudios destacan la importancia de las terrazas reservorios para el manejo de los lotes de la región, ya que contribuyen no sólo al control de la erosión sino también a la conservación de la biodiversidad en agroecosistemas (Zaccagnini *et al.* 2007).

La riqueza de especies de artrópodos en lotes con terrazas es mayor respecto a lotes sin terrazas, posiblemente debida a una mayor relación borde/área de los cultivos con terrazas Weyland y Zaccagnini (2008). Estas estructuras constituirían verdaderos “reservorios”, ya que proporcionarían a los

artrópodos una mayor diversidad de hábitat, facilitando la colonización del cultivo desde las terrazas.

Los vertebrados muestran un patrón similar. Hay una mayor riqueza, abundancia y diversidad de anfibios en lotes de soja con terrazas, posiblemente debido a que estas estructuras facilitan la dispersión o favorecen el movimiento de los anfibios hacia el interior de los cultivos (Suárez y Zaccagnini 2006). Estudios realizados destacan la importancia de un adecuado manejo de estos hábitats lineales como bordes y terrazas para que constituyan ambientes favorables a las poblaciones de pequeños mamíferos (Zaccagnini *et al.* 2007).

Lotes de soja con TNS-TR presentaron mayor número de especies y mayor densidad total de aves de bosques (ya sean granívoras, insectívoras u omnívoras) respecto a lotes sin terrazas. Adicionalmente, cuando estas terrazas presentaban arbustos en su composición vegetal, la densidad de aves fue mayor respecto a las terrazas herbáceas (Goijman y Zaccagnini 2008, Solari y Zaccagnini 2009). Otros estudios destacan la importancia de estos elementos lineales de vegetación espontánea en el paisaje para mantener la diversidad de aves en los agroecosistemas (Kirk *et al.* 1996; Bennet 1999; Harvey *et al.* 2005).

En síntesis, en la región existe suficiente evidencia sobre la importancia de conservar estas estructuras vegetadas, debido a que los distintos grupos biológicos que las utilizan brindan diversos bienes y servicios ambientales a la producción. Si estos servicios ecosistémicos se interrumpen o se pierden, los costos económicos y ambientales para reponerlos podrían resultar muy altos (Zaccagnini *et al.* 2007).

b. Pautas de manejo de bordes y terrazas

b.i. Complejidad estructural

Un margen o terraza estructuralmente más complejo brinda mayor diversidad de servicios ecosistémicos que uno simple, debido a que al tener

asociada una mayor biodiversidad, hay una mayor complejidad de funciones ecológicas. Para ello el margen debería tener la mayor cantidad de tipos de borde en paralelo, es decir borde del cultivo, banquina incluyendo un área de pastizal o gramíneas y un corredor arbolado (complejidad transversal) (Figura 1). En cada parte del margen, hay que buscar la mayor complejidad vertical de la vegetación, que favorezca la presencia de especies con diferentes necesidades y adaptaciones aumentando el nivel de biodiversidad. Los corredores arbolados, particularmente remanentes de bosques nativos, idealmente deben tener un buen desarrollo de los estratos herbáceos, arbustivo y arbóreo. Es importante permitir crecer arbustos en los bordes de gramíneas (como espinillos) y plantas nativas con flores conspicuas.

b.ii. Manejo de especies

En el caso de márgenes o terrazas ya constituidos, se recomienda conservar los márgenes ocupados por vegetación nativa tanto de bosques como de pastizales o arbustales para favorecer las especies autóctonas. Se debe permitir madurar a los árboles de los corredores, ya que árboles maduros albergan una gran diversidad de plantas y fauna silvestre, y son hábitats para algunas especies amenazadas. Se recomienda replantar árboles faltantes, particularmente de especies nativas. La calidad de los márgenes puede mejorarse implantando especies valiosas, considerando a estas aquellas que son hábitat para especies polinizadoras o melíferas. Las plantas herbáceas con flores conspicuas son buen refugio para insectos polinizadores y depredadores controladores de plagas (Tablas 1 y 2). Se pueden implantar árboles en bordes o corredores de pastos o arbustales para aumentar la complejidad vertical y mejorar el hábitat de aves insectívoras. Para la nidificación, algunas especies de aves necesitan árboles de una cierta altura y edad, mientras que las especies que nidifican en el suelo necesitan un buen crecimiento de la vegetación superficial. No debería desestimarse dejar troncos de árboles muertos en pie, ya que estos son recursos para especies que nidifican en huecos y en su proceso de descom-

Figura 1. Tipos de complejidad estructural de bordes y terrazas vegetadas.

Complejidad estructural y funciones de bordes



Borde con estructura compleja, corredor de relicto boscoso remanente del monte original y arbustos de especies autóctonas, margen dominado por herbáceas.

Provee control de erosión hídrica y eólica, y hábitat para muchas especies controladoras de plagas como aves e insectos, y para insectos polinizadores..

Funciona como corredor en el paisaje para especies medianas y como barrera a potenciales plagas.



Borde con estructura simplificada, dominado por gramíneas y herbáceas.

Provee hábitat para numerosos insectos benéficos y actúan como corredores para muchas especies. Proveen semillas para regenerar la vegetación de campos en descanso.



Eliminación de bordes por siembra de soja en banquinas de caminos.

No hay servicios ecosistémicos de control de la erosión, especies polinizadoras o controladoras, no hay banco de semillas para regenerar la vegetación de campos en descanso.

Complejidad estructural y funciones de terrazas vegetadas



Terrazas vegetadas con alta complejidad estructural, probablemente cubiertas por el monte original previo a un desmonte, proveen un efectivo control de la erosión hídrica y eólica e incorpora los servicios ecosistémicos de la biodiversidad.



Terrazas cubiertas por gramíneas con la presencia de árboles aislados. Permitir que los árboles colonicen las terrazas incorpora en éstos muy buen hábitat para muchas especies que proveen servicios ecosistémicos, en particular aves insectívoras.



Terrazas dominadas por gramíneas y herbáceas, proveen control de la erosión hídrica y son hábitat de muchos insectos benéficos para la agricultura, entre otras especies controladoras de plagas y polinizadoras.

posición contienen gran cantidad de organismos que resultan en excelentes recursos alimentarios para pichones y especies insectívoras. La utilización de plantas nativas para favorecer la biota del lugar debería privilegiarse, porque las plantas exóticas pueden convertirse en invasoras. Es importante elegir la/s especie/s de acuerdo a las características propias del suelo y a las condiciones climáticas. Un criterio adecuado es cultivar las banquinas o márgenes desnudos con pastizales nativos. Si lo que se decide es la implantación de cortavientos, conviene usar árboles resistentes a plagas (sauces,

álamos, eucaliptos) y evitar especies invasivas que puedan colonizar otros ecosistemas o las áreas de cultivos (en particular siempreverdes o ligustros, acacias negras, olmos, acacia blanca, paraísos). En los casos en que los bordes son destinados a forrajes, es adecuado sembrar trébol y alfalfa, para brindar hábitat para las especies de pastizales.

Una experiencia de restauración de la vegetación de pastizales en cárcavas de erosión: rollo de semilla para restaurar el pastizal.

Joaquín Casillo y Gustavo D. Marino, 2012

Uno de los riesgos de las terrazas vegetadas es la invasión por especies de malezas o indeseables. Una experiencia interesante que puede adaptarse para dotar a las terrazas con vegetación nativa y especies de pastizal, es la propuesta en el *KIT de Ganadería del Pastizal*, usando la técnica del “rollo de semilla”. Esta es fácil de concretar y busca restaurar pastizales mediante la confección de rollos de pastizal, que cosechan la semilla de las especies que se quieren implantar, y su desparamado posterior en los sitios elegidos.

Los pastizales a reimplantarse se encuentran generalmente en las banquinas que no son desmalezadas o pastoreadas y son básicamente de dos tipos:

a) **Pastizal de loma**, que usualmente ocupan suelos más fértiles y contienen especies de invierno (entre las que se encuentran las de mayor valor forrajero) y de verano. Los mismos se encuentran en áreas muy reducidas, generalmente en lugares hoy abandonados por la agricultura, sobre suelos altos y arcillosos (comúnmente denominados lomas).

b) **pastizal de bajo**, con especies mayormente de verano. Son abundantes en bajos, cañadones y cañadas utilizadas para ganadería.

Hacer rollo de semilla implica tres pasos: 1] Cosechar las semillas (incluida la selección del sitio donde se cosechará y la forma en que se lo hará), 2] sembrarlas y 3] cuidar y perpetuar el pastizal restaurado mediante un manejo adecuado.

Estas terrazas vegetadas-refugios, permitirán:

a) **Mayor diversidad de especies:** siempre hay una forrajera que está “creciendo”; atrae fauna, porque es su hábitat. Es claro el efecto sobre las aves (perdices, ñandúes, pechos amarillos y verdones son muy atraídos por los parches de pastizal) y entre los mamíferos (vizcachas, zorros, gatos del pajonal, peludos y mulitas, etc.).

b) **Mayor duración de la oferta forrajera:** un pastizal natural dura más porque está adaptado a ese tipo de suelos. En cambio una pastura dura 3, 4 años o con suerte 5 años. Luego es remplazada con otras especies o malezas.

c) **Menor problema de invasiones:** en general, según indica la biología, cuánto mayor diversidad de especies tiene un ecosistema, es menos susceptible a invasiones. Por ejemplo, un pastizal con 100 especies de pastos distintos deja menos “huecos” o “espacios de tiempo” para que germinen y se implante las leñosas invasoras que una pastura con una especie sola.

d) **Mayor tolerancia a los extremos:** un pastizal tolera más los extremos, está “adaptado” al clima. Aguanta mejor las sequías, tolera inundaciones, por ser más diverso es menos susceptible de ser atacado por enfermedades de los forrajes cultivados (roya, isoca etc.).

Cartilla completa: http://ganaderiadepastizal.org.ar/files/0977-Cartilla_Rollo_de_Semillas_-_Kit_AA-FVSA.pdf

Tabla 1. Plantas valiosas como refugio y alimento de insectos polinizadores y controladores de plagas, susceptibles de ser mantenidos o sembrados en los bordes y terrazas



Ammi majus L. (Apiaceae)

El “apio cimarrón” es una herbácea anual de hasta un metro de altura. Las hojas están divididas en 3 folíolos y pueden alcanzar hasta 30 cm. Las flores blancas se agrupan en umbelas, inflorescencias con forma de paraguas y son de floración invierno-primaveral a estival. Sobre sus flores se encontraron alimentándose abejas melíferas (*Apis mellifera*), predadores de las Familias Coccinellidae (“vaquitas”), Syrphidae, Chrysopidae y parasitoides de la Familia Aphidiidae (*Aphidius colemani*)



Capsella bursa-pastoris (L.) Medik. (Brassicaceae)

Es una herbácea anual de Eurasia, no más de 40 cm y frutos en forma acorazonada recuerdan la forma de una bolsa (“bolsa de pastor”). Sus hojas se disponen en roseta basal. Las flores de apenas 4 mm, desde finales de invierno y en casi todo el año, son blancas con pequeñas líneas rojizas. Se encontraron alimentándose abejas melífera, predadores de la Familia Syrphidae y parasitoides de la Familia Aphidiidae.



Lamium amplexicaule L. (Lamiaceae)

La “ortiga mansa” es una hierba anual de Eurasia. Posee el tallo y hojas cubiertos de finos pelos. Las hojas son redondeadas. Florece entre mediados de invierno y principios del verano, produciendo flores con forma de tubo de 1-2 cm, rosadas a púrpuras. Es una fuente importante de polen para las abejas, siendo una de las primeras flores que se abren en invierno. Se encontraron además los parasitoides *L. testaceipes* y *Phidius picipes*.



Sonchus oleraceus L. (Asteraceae)

La “cerraja” es una hierba anual europea con tallos débiles. Hojas generalmente con los bordes recortados. Tallo hueco, frecuentemente rojizo, erecto, ramoso y con pelos. Flores amarillas en capítulos de unos 2 cm de diámetro. Florece desde otoño hasta primavera, siendo muy visitada por insectos. Es muy común encontrar predadores y parasitoides, ya que generalmente la atacan los pulgones.

Tabla 2. Ejemplos de especies comunes de insectos polinizadores y controladores de plagas encontrados en bordes y terrazas del centro de Entre Ríos.

Polinizadores



Bombus sp (“abejorro”)



Megachile rotundata

Controladores de plagas



Fam. *Coccinellidae* (“vaquitas”)



Fam. *Anthocoridae* (“chinche”)

b.iii. Manejo del ganado

Cercar los corredores para evitar que ingrese el ganado vacuno, ya que un buen manejo de los corredores, incrementará la longevidad de los árboles y el sobrepastoreo reduce la complejidad estructural y la biodiversidad eliminando sitios de nidificación y reproducción de muchas especies, así como de recursos alimentarios. El uso ganadero de corredores riparios no debería hacerse o debería ser muy bien vigilado, ya que contribuye a la pérdida de vegetación, erosión del suelo, sedimentación de arroyos y numerosos problemas de contaminación. No se debería permitir el forrajeo cerca de los márgenes de los campos y es conveniente mantener allí los postes de alambrados, ya que numerosas especies de aves (particularmente predatoras) lo utilizan como percha.

b.iv. Protección de la vegetación del borde

Evitar la poda anual, sólo de ser necesario se podrá hacer cada 2 o 3 años y en forma rotativa. No pulverizar los márgenes con plaguicidas, ya que por las características de estos hábitats presentan gran diversidad de fauna silvestre. No transportar insecticidas dentro de los márgenes de los campos. Evitar que los agroquímicos tomen contacto con los cursos de agua que puedan estar presentes en los márgenes. Cuidar de no aplicar herbicidas cuando el viento pueda hacerlos derivar de los lotes a los márgenes y afectar su vegetación. No cortar anualmente las banquinas o márgenes. Se debe evitar el uso de desmalezadoras mecánicas, ya que destruye nidos y reduce la cobertura, incrementando la predación de aves que nidifican en el suelo. En caso de ser necesario, una alternativa es hacerlo en bloques, de modo que la perturbación no sea completa al mismo tiempo. De no poder evitarse la desmalezada mecánica de los bordes, ésta debe

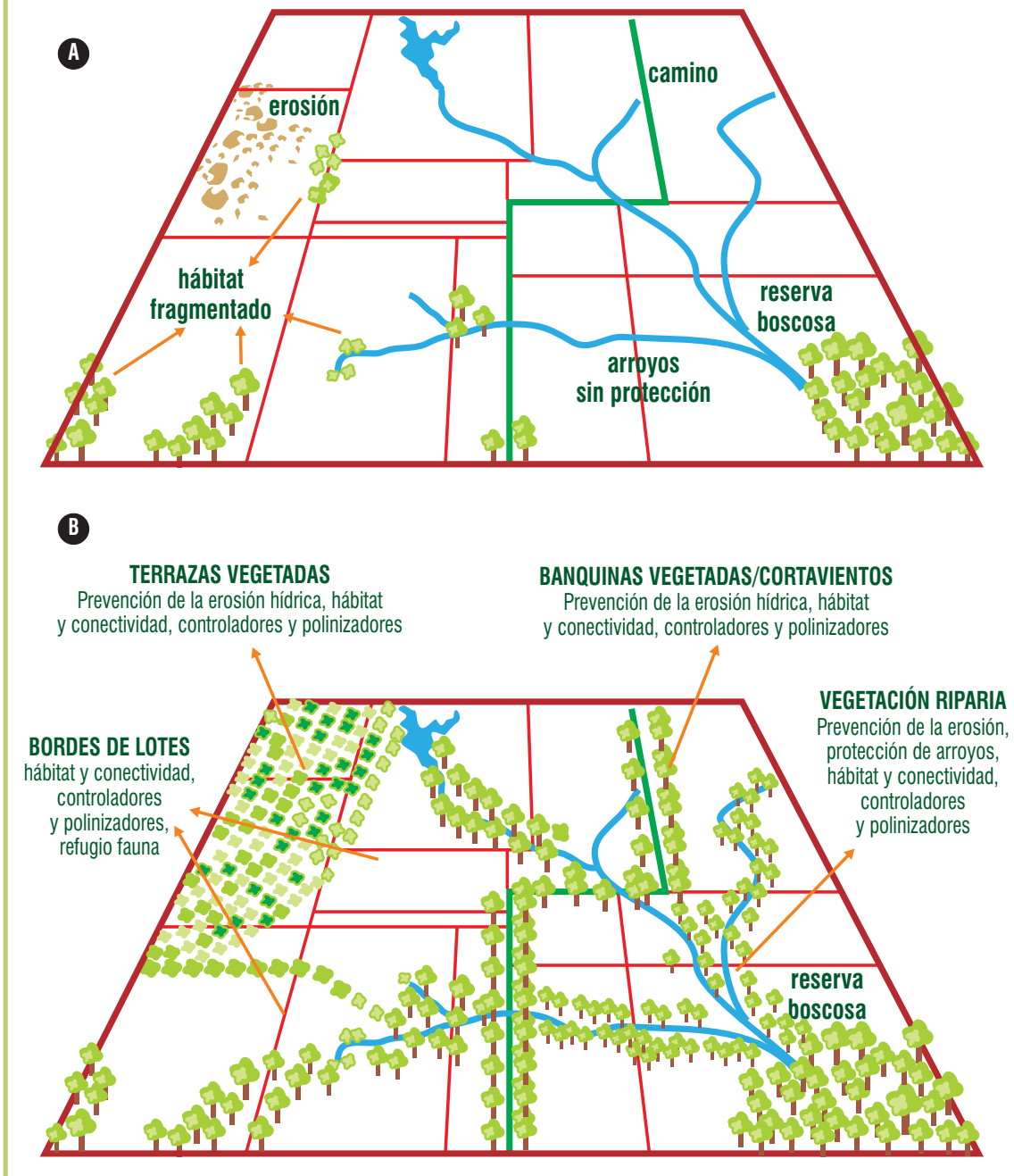
hacerse fuera de la época reproductiva de las aves (no entre Setiembre y Marzo). No arar ni rastrear, para no remover el borde de hierbas perennes. Replantar los sectores en los que la vegetación se vaya perdiendo.

b.v. Manejo por tamaño, forma y contexto espacial

Idealmente se deberá conservar corredores (márgenes, terrazas, banquinas vegetadas) de distintos tamaños y formas (Figura 2). Esto brinda mayor heterogeneidad al agroecosistema, y diferentes tipos de hábitats para albergar una mayor diversidad

Figura 2. Clasificación de tipos de Servicios Ecosistémicos.

Tomado de MEA 2005, Chapin, Folke y Kofinas, 2009.



de especies. Se deberían usar corredores de similar estructura vegetal para conectar parches de montes aislados por la fragmentación del paisaje. Los corredores deberán ser tan largos y anchos como sea posible, de modo de proteger especies sensibles a la pérdida de hábitat así como a otras más tolerantes. Debe tratar de usarse los corredores para conectar fragmentos de vegetación natural remanentes, y conectar los corredores entre ellos de forma de generar una red que aumente la conectividad de movimiento de especies en el agroecosistema. Por ejemplo, las terrazas pueden extenderse hasta un borde o corredor perpendicular que a su vez se extiende hasta un fragmento remanente de bosque. Maximizar el ancho de los márgenes de pastizales (10 m es un mínimo ideal), lo cual incrementa el hábitat para numerosas especies de fauna y flora.

Se recomienda establecer una zona “buffer” o de amortiguamiento de aproximadamente 6 m de ancho, libre de pulverizaciones, a lo largo del perímetro de los campos y mantener una variedad de formas y tamaños de bordes en un agroecosistema beneficiará a un amplio rango de especies en el campo. En general, bordes con poco manejo albergan grandes poblaciones de insectos. Por lo tanto, si no hay objetivos específicos para el manejo, la propuesta es producir una variedad de tamaños y formas de bordes alrededor del campo.

c. Cuidado de los bordes y conectividad en la aplicación de fitosanitarios

Las actividades agrícolas (siembras, cosechas, pulverizaciones, etc.) pueden ser extremadamente perjudiciales para las especies que habitan los bordes, a través del uso de maquinarias inapropiadas, excesivo rodaje de los implementos, incorrecto uso y aplicación de productos fitosanitarios, entre otras. Particularmente la aplicación de herbicidas y otros plaguicidas es altamente perjudicial, ya sea por la toxicidad intrínseca de los principios activos, la exposición de la biodiversidad o cuando se producen derivas de estos agroquímicos a los bordes y terrazas (Bernardos y Zaccagnini 2012).

d. Algunas medidas que permiten optimizar el uso de productos fitosanitarios

Hay una serie de recomendaciones estándar en la aplicación de productos fitosanitarios, que pueden ser altamente beneficiosos para reducir los riesgos ecotoxicológicos para la biodiversidad de los ambientes productivos. Estas incluyen desde la identificación de las plagas, identificación y aplicación de plaguicidas, y los necesarios registros que deben llevarse para poder monitorear los efectos y la historia de las aplicaciones y así poder aprender y comprender los resultados de las decisiones de manejo que se aplican.

d.i. Identificación de plagas

- La identificación de las malezas cuando son pequeñas permite minimizar la dosis de herbicidas a ser aplicados;
- En el caso de insectos, se recomienda el monitoreo mediante paño vertical y el uso de trampas para identificarlos y cuantificarlos;
- La adecuada selección de las herramientas que contribuyen a la correcta identificación de las enfermedades es fundamental, aunque la mera presencia no siempre es indicador de la necesidad de efectuar pulverizaciones;
- Los análisis del suelo muchas veces constituyen una guía acerca de qué especies perjudiciales se encuentran en el mismo;
- Las inspecciones regulares de los campos con la ayuda de profesionales competentes, muchas veces disipa dudas respecto a la presencia de una plaga (Figura 3).

d.ii. Selección de plaguicidas

- En muchos casos, el uso de plaguicidas químicos es necesario. En estos casos, es importante considerar aspectos claves tales como la selectividad de los productos para la plaga o maleza blanco, su persistencia en la actividad y sus impactos en

los organismos que no son blanco. Por lo tanto, se debería integrar el uso de plaguicidas químicos con otros métodos de control de plagas.

- Se recomienda utilizar solamente aquellos productos registrados en el país, siguiendo las recomendaciones de uso de la etiqueta para la adversidad que corresponda.

- Las condiciones de almacenamiento del agroquímico deben estar en concordancia con las indicaciones de la etiqueta, de la hoja de seguridad y de la legislación vigente. Además, verificar la fecha de vencimiento del producto.

- En todos los casos y previo a tomar la decisión de aplicación, se debería considerar la localización del lote a aplicar, los cultivos circundantes, así como los hábitats para la fauna silvestre (recordar que las plantas y sus semillas son la fuente de alimento para muchas aves y otros grupos biológicos) y cursos de agua cercanos.

- El tratamiento para especies de plagas con productos de amplio espectro tiene el potencial de dañar a otros organismos, quienes pueden ser una importante fuente de alimento para las aves y otra

fauna silvestre. Por este motivo, seleccionar productos de reducido espectro cuando sea posible.

- Para la toma de decisiones sobre qué productos utilizar, se recomienda evaluar los riesgos y los beneficio para la salud humana y el ambiente del plaguicida seleccionado mediante, por ejemplo, el uso de la calculadora de riesgo ecotoxicológico para aves, que permite seleccionar aquellos productos en función de los precios y los riesgos de mortandad aguda como indicadores del impacto potencial sobre la biodiversidad (Figura 4).

Figura 3. Ejemplo de una guía de identificación de plagas asociadas al cultivo de la soja, desarrollado en INTA Paraná (Ing. Adriana Saluso).



Figura 4. Calculadora de riesgo Ecotoxicológico para aves y recomendaciones de uso de agroquímicos según su impacto potencial de toxicidad aguda para aves, tendientes a prevenir riesgos cuando el uso de insecticidas es inevitable.



d.iii. Aplicación de plaguicidas

- El requerimiento fundamental para la aplicación de plaguicidas es esparcirlo en el lugar correcto, con la dosis exacta, en el área blanco, evitando contaminar a los operadores y fauna silvestre de los alrededores (Figura 5).

- Generalmente la maquinaria es sofisticada, por lo tanto las inspecciones y los mantenimientos regulares son esenciales.

- Los operadores deben estar capacitados para realizar las aplicaciones y presentar certificado de idoneidad cuando se lo solicite.

- Es imprescindible calcular previamente la cantidad de producto necesaria según el área de aplicación y preparar el volumen preciso para minimizar la generación de residuos. Es decir, es recomendable usar tanto como sea necesario, pero tan poco como sea posible.

- Se recomienda minimizar la exposición a los plaguicidas por parte de los operadores y utilizar equipos de protección completos.

- Esparcir los plaguicidas correctamente, evitando solapamientos y abstenerse de pulverizar en los bordes de los cultivos.

- Eliminar el excedente de las soluciones aplicadas en caminos internos o mediante camas de degradación biológica, con base impermeable o permeable según corresponda. Nunca eliminar los

excedentes en los bordes, campos naturales o en barbecho, cerca de cuerpos de agua, depósitos, galpones o viviendas.

- Realizar el triple lavado y la perforación de los envases vacíos y eliminarlos según las recomendaciones de la etiqueta o de la autoridad competente en materia de residuos peligrosos.

- Aplicar los agroquímicos según las condiciones ambientales de temperatura, humedad y viento indicadas en sus etiquetas y hojas de seguridad. Nunca aplicar en días ventosos ni cuando se verifique inversión térmica en la zona, de manera de controlar la deriva. Se recomienda realizar las aplicaciones durante las primeras horas de la mañana o durante la tardecita.

- En cuanto al incrementado uso de fertilizantes, recordar que las malezas más invasoras se benefician tanto como los cultivos de la aplicación de fertilizantes. Si éstos finalizan en cursos de agua seguramente habrá pérdidas económicas, así como de fauna silvestre acuática.

d.iv. Registro de las actividades desarrolladas

- Se recomienda registrar las aplicaciones de los plaguicidas con datos relevantes, como dosis empleada, volumen del plaguicida utilizado, momento de la aplicación, maleza o plaga controlada, entre otros.

Figura 5. Las buenas prácticas agropecuarias deben estar orientadas al control de las derivas y la correcta aplicación de los agroquímicos, para contribuir a mantener la heterogeneidad ambiental benéfica.



- Mantener un monitoreo de las distintas actividades desarrolladas en el campo, de manera regular.

- La naturaleza y la proporción de los problemas dictaminarán la solución. Soluciones que contemplen los aspectos ecológicos y ecotoxicológicos generalmente conllevan reducción en los costos, mejoramiento de la calidad de los bordes de los campos y una mayor seguridad para el ambiente.

e. Algunas alternativas no-químicas en el manejo de un agroecosistema

Hay alternativas de manejo que si bien no resuelven los problemas de daños de plagas, su aplicación previene la ocurrencia de las plagas o de niveles poblacionales tan altos como para cuasar daños económicos.

- **Mantener el suelo libre de semillas de malezas y patógenos:** Las malezas anuales son diseminadas por semillas. El suelo transporta un inmenso “banco” de semillas de malezas, algunas de las cuales pueden sobrevivir en un estado latente durante muchos años hasta que las condiciones favorables para la germinación y el crecimiento tengan lugar. Esta es una de las características del éxito de las malezas. Por lo tanto, es necesario reducir, tanto como sea posible, el retorno adicional de semillas de malezas al banco. Estas medidas no solamente intentan el control de las malezas dentro de los cultivos, sino que permite asegurar el control de las malezas en el campo, en la tierra no cultivada, en los caminos y rutas. Mientras que algunos insectos y otros agentes causantes de enfermedades viven en el suelo del campo, muchos otros no lo hacen. Estos invaden los cultivos de otra manera. Obviamente poco puede ser hecho en torno a la invasión de insectos voladores o que son transportados por el viento. Sin embargo, los riesgos pueden ser minimizados mediante la eliminación de las fuentes de infección en el campo, ¿Cómo?

- **Usar variedades de cultivos resistentes a determinadas plagas:** Muchas veces una plaga tiene preferencias por un determinado huésped o

grupo de huéspedes. Algunas variedades de cultivos presentan una resistencia innata (o tolerancia) a determinadas plagas, lo cual conlleva una disminución de aplicaciones de agroquímicos.

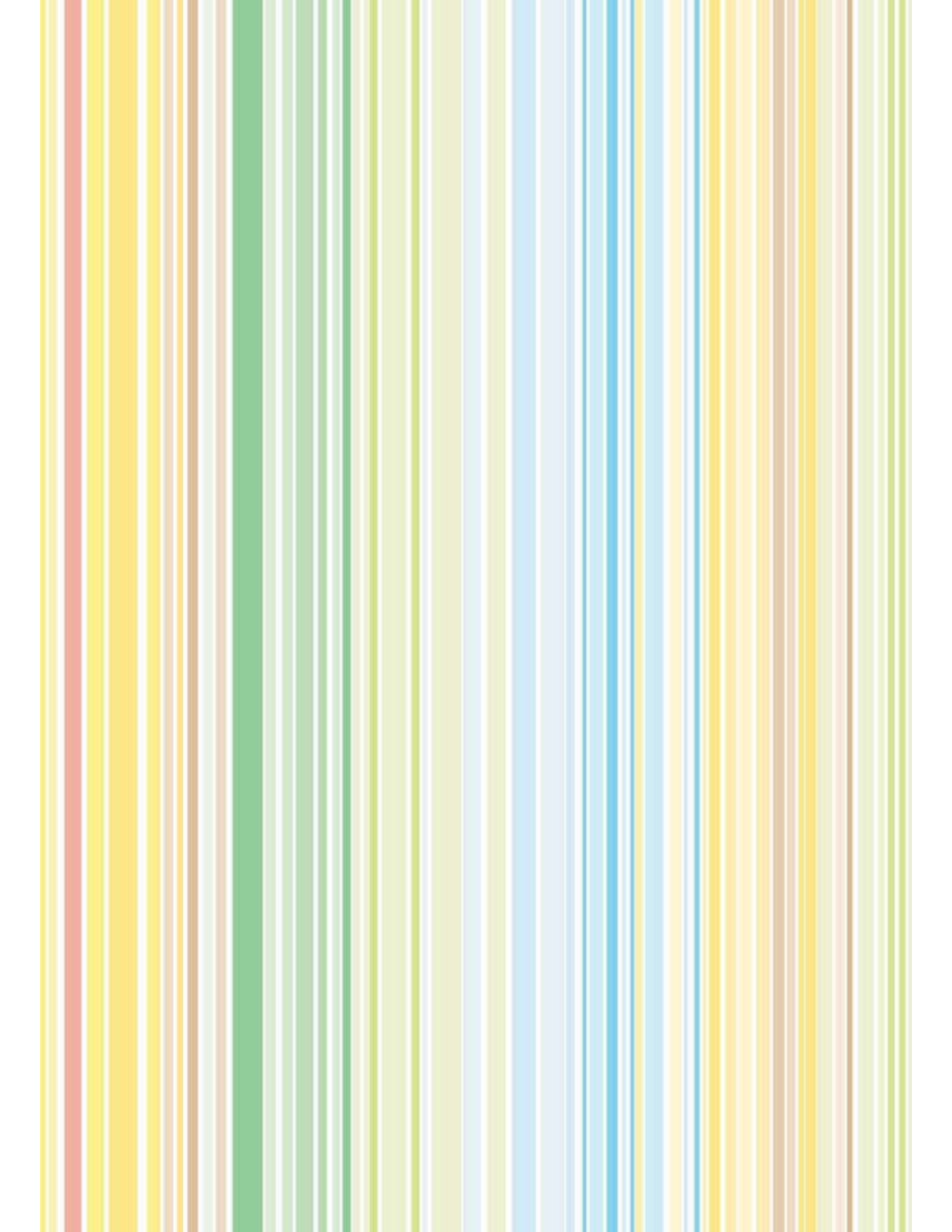
- **Fomentar el control biológico:** La mayoría de los organismos tienen enemigos naturales. En primer lugar, el sistema es regulado por sí mismo, es decir, el predador no puede sobrevivir sin la presencia de su presa –el organismo plaga– el cual puede causar daño al cultivo antes de que el mismo sea controlado. En segundo lugar, debido a que las poblaciones de especies perjudiciales disminuyen cuando aumenta el número de predadores. Su resultado es, que el grado, duración y precisión del control en un sistema biológico es normalmente inferior que los obtenidos con químicos. Sin embargo, si la meta es suprimir densidades de plagas tal que no sobrepasen el umbral de daño económico, el control biológico mediante prácticas que favorezcan el asentamiento de enemigos naturales, podría considerarse positivo. Muchas plagas, pero especialmente los áfidos (pulgones), tienen predadores naturales, que conviven con ellos en los cultivos y en las inmediaciones. Estos predadores, no pueden reducir adecuadamente por ellos mismos una pesada invasión de plagas, pero brindan una contribución significativa. Los bordes de los cultivos correctamente manejados brindan un excelente refugio para aquellos predadores que tienen preferencias por un huésped en particular. En algunos casos, como por ejemplo en campos muy largos, pueden presentarse problemas debido a que muchos de los predadores son poco voladores y deben recorrer grandes distancias. Una alternativa es estimular las poblaciones de esos predadores creando refugios en el medio del cultivo, desde donde puedan desplazarse fácilmente a través del campo.

f. Síntesis

En este capítulo hemos listado un conjunto de recomendaciones y brindado ideas para compatibilizar agricultura y conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Sin dudas estas no son exhaustivas y siempre es posible innovar en

el manejo para ser más eficiente en el aprovechamiento de las funciones naturales al servicio de la agricultura y la sostenibilidad de la misma. El cuidado del suelo es fundamental para la agricultura sostenible, pero la biodiversidad lo es también. De manera que es importante pensar que cuanto más cuidamos la heterogeneidad y la funcionalidad del ambiente en su conjunto, mejor será la respuesta que este puede ofrecer frente a las incertidumbres climáticas o a las perturbaciones de distinta naturaleza. Un agroecosistema excesivamente modificado, simplificado, y contaminado, no será un buen proveedor de servicios ecosistémicos (agrícolas, ecológicos y de otros tipos). Para producir alimentos conservando la potencialidad de los agroecosistemas, se deberá cuidar la salud de éste y la funcionalidad de todos sus componentes. El buen manejo y las prácticas conservacionistas, son los mejores aliados para lograr la sostenibilidad. ■■■■

cf



Consideraciones Finales

Conservación de suelos, biodiversidad y provisión de servicios ecosistémicos a partir de la sistematización de tierras.

José D. Oszust, Marcelo G. Wilson, María E. Zaccagnini, Emmanuel A. Gabioud, Guillermo M. Stamatti y María Carolina Sasal

Este Manual aporta información agronómica para la conservación del suelo y biológica para la valorización de los BSE, constituyendo una oportunidad para que una práctica de manejo aceptada por los productores y considerada en la legislación vigente en Entre Ríos permita a su vez conservar la biodiversidad. En este sentido, se presenta una propuesta de innovación tecnológica aplicada a la gestión de agroecosistemas: las terrazas reservorio, la conservación de los bordes vegetados de los campos, la configuración heterogénea de los paisajes. Esta propuesta está diseñada para desarrollarse a una escala mayor del propio establecimiento agropecuario y en consecuencia, requiere analizar el paisaje en su conjunto.

El manejo de un paisaje agropecuario es una combinación de arte y ciencia y, la planificación artesanal usando el conocimiento local y el científico, debe surgir del consenso entre los actores, especialmente el productor, el asesor y en dentro de lo posible, del investigador. Este manual da inicio a este trabajo de búsqueda de consenso ya que fue sometido a discusión por distintos expertos que volcaron sus sugerencias y opiniones plasmadas en este capítulo.

Para el desarrollo de esta propuesta se tuvieron en cuenta una serie de requisitos necesarios para la implementación de buenas prácticas tales como:

- La planificación del uso de la tierra mediante la inclusión de tecnologías disponibles con alto impacto en la conservación del suelo.
- La evaluación de la calidad del suelo mediante la valorización de indicadores de uso de la tierra.
- La propensión a una mejora del entorno productivo con la comunidad que interactúa en la nueva ruralidad.
- La utilización de un abordaje de escala a nivel de cuenca y teniendo en cuenta la diversidad productiva y la heterogeneidad que presenta el paisaje.
- La utilización de tecnologías y procesos que tienen una visión en la conservación de los recursos naturales.

La mirada al uso de terrazas de conducción de excedentes hídricos como conectores entre parches, corredores y reservorios para mantener heterogeneidad del paisaje y aumentar la biodiversidad, constituye una forma de revalorizar las tecnologías de sistematización de tierras. Así, se amplifica el

concepto de conservación existente y se potencia y valoriza una práctica tecnológica aceptada y adoptada por los productores de la zona. Es por ello que la propuesta de innovación planteada en este manual pretende darle un nuevo valor a la sistematización de tierras a partir de la incorporación de un nuevo tipo de terrazas; las TERRAZAS RESERVORIO-VEGETADAS. Estas terrazas formarán parte de cualquier proyecto de sistematización, se contempla su integración con otras prácticas de conservación, como son otros tipos de terrazas de evacuación de excedentes hídricos, de manera que los productores desarrollen actividades agropecuarias que compatibilicen la producción con la conservación de la biodiversidad y de sus ambientes.

Se considera muy relevante en esta instancia, recuperar las opiniones de algunos de los asistentes a la jornada de validación de este manual. Como todo proceso en desarrollo, la opinión experta nos permite evolucionar conceptos y visiones que sin duda, nos permitirán mejorar este manual y su futura implementación en el territorio.

Terrazas sembrables (de absorción) vs. Terrazas no sembrables (de evacuación)

Geólogo Egidio Scotta

El diseño y construcción de terrazas cultivables (sembrables) para ser utilizadas como terrazas de evacuación, parte de un criterio incorrecto ya que por definición son terrazas de absorción; siendo utilizadas en regiones más secas y con suelos más permeables que los de Entre Ríos. Tienen por finalidad acumular agua y son construidas a cota cero o con pendiente muy baja.

Para la región litoral, la práctica avala a la teoría referida a que las terrazas de evacuación no se deben cultivar, entre otros motivos porque su función primordial es el control de la erosión y no la producción de cultivos. Si se cultivan las terrazas de evacuación, se requiere diseñar y calcular un canal de boca más ancha que el óptimo, originando un problema hidráulico por aumento de la superficie de rozamiento y consecuente disminución de la velocidad del flujo en el orden promedio del 50%, lo que implica alta probabilidad de desborde que producirá erosión pendiente abajo. Ello es verificable al calcular la sección óptima aplicando las ecuaciones de Manning y de Continuidad.

El argumento que las terrazas no cultivables dificultan las operaciones de siembra, pulverización, cosecha, pasaje de tolvas, etc. es verdadero, pero una verdad parcial y relativa ya que esas limitaciones deben asociarse a que en Entre Ríos se está realizando agricultura intensiva en condiciones de alto potencial erosivo, lo que requiere admitir la necesidad de controlar la erosión con la tecnología más eficiente y su adopción implica no cultivarlas, cruzarlas excepcionalmente con maquinaria.



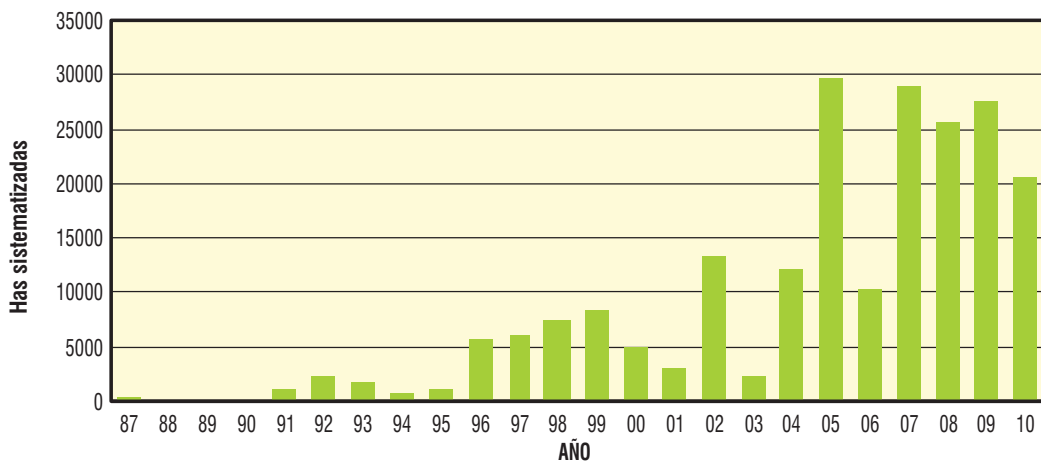
Terrazas sembrables y adopción de tecnología

Ing. Agr. Mariano Saluzzio

La sistematización de tierras con el uso de terrazas para el control de la erosión hídrica es una práctica que tiene sus orígenes en los años '80 en la provincia de Entre Ríos. Pero es a partir de la campaña 2004/2005 que el nivel de adopción por parte de los productores se hace importante. Esto surge a partir de datos que permiten observar un promedio de 20000 ha/año sistematizadas (Figura 1). Además, la mayoría de esa superficie es sistematizada con terrazas cultivables (sembrable), lo que nos permite suponer que es una de las causas que explican la mayor adopción de la tecnología de la sistematización.

Este nivel de adopción utilizando a las terrazas cultivables se debe, entre otros factores, al aprovechamiento de toda la superficie del campo (salvo canales colectores), a la reducción en la utilización de insumos, y a la eliminación de malezas problema dentro del lote. Con terrazas no cultivables existe una superposición de insumos de alrededor del 5 al 10% y la aparición, con el tiempo, de malezas que avanzan desde los lomos de terraza hacia el paño del lote. Sumado a la dificultad de tránsito con maquinarias, hace que el productor agrícola no se incline por adoptar dicho sistema de terrazas.

Evolución Superficie Sistematizada en Entre Ríos



Más biología a la agronomía y más agronomía a la biología

Ing. Agr. José Luis Panigatti

“Es muy importante y completo lo que han hecho, porque es incorporarle más biología a la agronomía y más agronomía a la biología. Entre las instituciones involucradas tenemos que trabajar en conjunto estos aspectos. Lo que está volcado en este Manual, creo que debe ser incorporado a la Ley de Conservación de Suelos de Entre Ríos y, porque no, a la Ley Nacional. El tema de las terrazas con vegetación natural y en algunos casos con inter-siembra de especies nativas son buenas prácticas que permitirán simultáneamente la conservación del suelo y de la biodiversidad y otorga un rol funcional complementario. Esto es particularmente destacable en una provincia donde se ha desmontado y sigue desmontando en extensas superficies tanto...”.



Terrazas reservorio en la legislación provincial

Ing. Agr. Osvaldo Paparotti

“Para la implementación de las terrazas reservorio, al igual que en otros tipos de terrazas, se deben tener en cuenta las normas de construcción y de mantenimiento para la correcta circulación del agua, por lo que el canal de conducción debe respetarse. En tal sentido, el diseño debería ser más amplio y profundo, debido a la mayor rugosidad, si es que tendrán árboles. Si se pretende implementar desde el Sitio Piloto de la Aldea Santa María, es una práctica que podría incorporarse en la legislación provincial como área experimental, ya que la ley de conservación de suelos así lo contempla”

Un nuevo paradigma de producción sustentable para Entre Ríos

Sr. Orlando Hergenreder

(productor agropecuario)

Es el comienzo de una visión de cómo producir en el futuro. Seguro tendremos que cambiar algunas actitudes. Es un nuevo paradigma en el que será la producción sustentable en los años venideros. Llevará su tiempo pero será de mucha utilidad si podemos transmitir una realidad de vida distinta, a los jóvenes que están hoy en el campo trabajando la tierra de nuestros mayores, pero que es propiedad de futuras generaciones.

Nunca soñamos que podíamos tener este reconocimiento de las Naciones Unidas y ser parte de los productores seleccionados para el área piloto. Ahora, muchos años después del inicio de las prácticas conservacionistas, vemos la importancia que tenía la conservación del suelo y la biodiversidad. Hoy podemos seguir viviendo y disfrutando de esta tierra que ojalá sea la misma que nos cobije como el poncho final.



Producción y conservación tienen que ir por la misma senda

Lic. Biólogo Alfredo Berduc

Este Manual es un insumo muy importante. Muy necesario para romper esa separación en nuestro ideario que la conservación tiene que ir por un lado y la producción por el otro. Esa visión equivocada es responsable de gran parte de los problemas actuales. Estoy muy contento y ojalá que nuestros legisladores y los representantes de la sociedad puedan tomar estas instancias y volcarlas en normativas e incentivos reales para mejorar la forma de vivir para todos.

Anexo I:

Caracterización Ambiental del Sitio Piloto “Aldea Santa María”

Emmanuel A. Gabioud, José D. Oszust, Marcelo G. Wilson, María E. Zaccagnini, María Carolina Sasal, Noelia C. Calamari, Sebastián Dardanelli

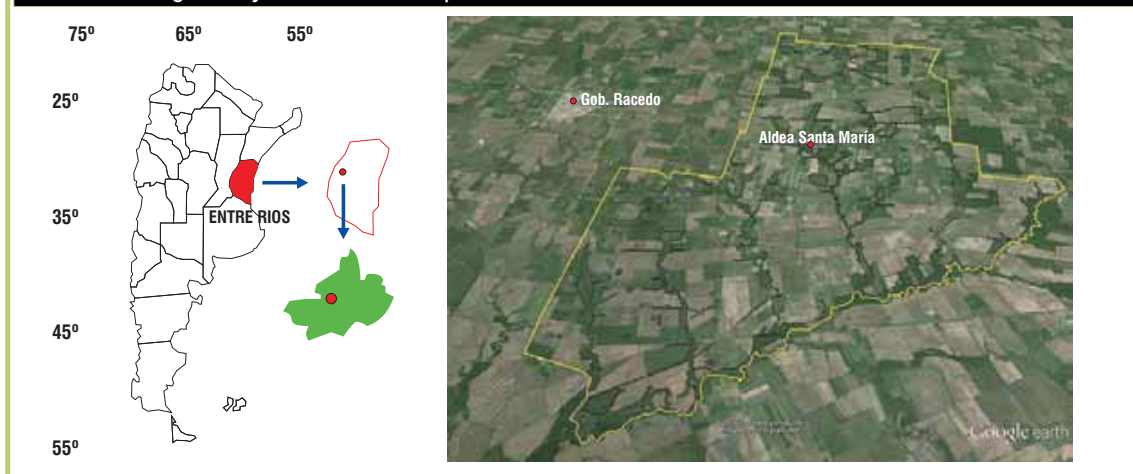
a. Sitio piloto Aldea Santa María

El sitio piloto a la Aldea Santa María, constituye actualmente un área provincial de conservación de suelo obligatoria. Se encuentra ubicada en el Distrito Tala, departamento Paraná, distante a 70 km de la capital provincial. Se puede llegar a la zona urbana, desde la ciudad de Paraná, por la Ruta Provincial nº 12. La población según el censo nacional 2010 es de 700 habitantes, entre zona urbana y rural. El área de su jurisdicción tiene una extensión territorial de 10.040 ha, y la presencia de bosques nativos asciende a una superficie de 3.273 ha (Fi-

gura 1), donde se pueden apreciar distintas categorías de bosque desde renovales, bosques prístinos, sucesiones secundarias y selva en galerías (Lucas Fanoni 2012, informe interno).

La estructura agraria se caracteriza por una subdivisión progresiva de los predios por herencia, la cual se mantiene hasta nuestros días. Es así que, con el tiempo, estos han ido adquiriendo modalidades de minifundio. Una de las características del minifundio es la intensificación del laboreo de los suelos, lo que sumado al relieve ondulado y al clima de la región, crea condiciones favorables para los procesos de degradación de los suelos.

Figura 1. Ubicación de la Aldea Santa María, donde se muestra el área de conservación de manejo de suelos obligatoria y el área con bosques nativos.



b. Reseña histórica

La Aldea Santa María fue fundada el 4 de Junio de 1887, instalándose en el lugar un grupo de inmigrantes alemanes provenientes de la zona del Río Volga, Rusia. En su gran mayoría se dedicaron a tareas agrícolas. El cambio en el uso de las tierras, de bosques nativos a la actividad agrícola, provocó una perturbación en el ecosistema, poniendo en evidencia a la erosión hídrica.

Para la década de 1970 la erosión hídrica constituía una limitante principal para la producción agropecuaria en Entre Ríos. El Área de Investigación en Suelos de la EEA INTA Paraná en convenio con la FAO adecuó la tecnología de terrazas para control de erosión hídrica con el fin de disminuir la pérdida de suelo. El primer sitio en adoptar esta tecnología fue la Aldea Santa María. El 4 de Julio de 1995 según el decreto N° 2697 del Ministerio de Gobierno, Justicia y Educación de Entre Ríos declaró a la Aldea Santa María como Capital Provincial de la Conservación del Suelo y como área de conservación y manejo de suelos obligatoria.

c. Fisiografía y extensión (Plan Mapa de Suelos, 1997)

i. Clima

El departamento Paraná posee clima templado húmedo de llanura, altamente favorable para la práctica de cultivos de cereales, oleaginosas y forrajeras de secano. La precipitación media anual es de alrededor de 1000 mm. El régimen térmico es templado; la media diaria anual es 18,5°C y varía entre 25,0°C en enero y 12,0°C en julio, con una amplitud térmica de 13,0°C. El período más lluvioso es de septiembre a abril, donde se registra el 83% del total anual y el menos lluvioso, de mayo a agosto con el 17% del total.

ii. Geología

Los sedimentos que constituyen los materiales parentales a partir de los cuales se desarrollaron los

principales suelos del área se depositaron durante el Cuaternario. Los materiales cuaternarios más antiguos son los limos calcáreos de la Formación Hermandarias, constituidos por arcillas grisáceas con abundancia de carbonatos y concreciones ferro manganíferas, en los que se generaron posteriormente los suelos Vertisoles y Alfisoles que cubren amplios sectores del área. Por encima de ellos se depositaron sedimentos finos de origen eólico del Pleistoceno Superior y del Holoceno, que constituyen un manto de poco espesor en relación a los restantes, constituyendo la Formación Tezanos Pinto. Esta formación dio origen a los Molisoles.

iii. Geomorfología

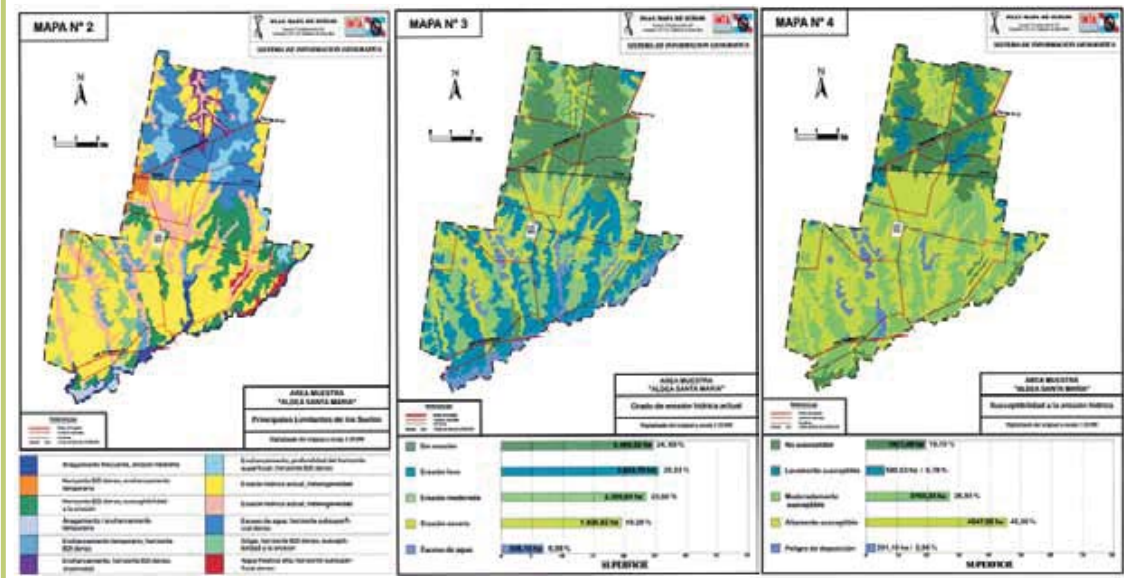
Los patrones topográficos pronunciados del departamento Paraná determinan una amplia densidad de cursos de agua. Este relieve, formado por sucesiones de lomadas, separadas por valles anchos y chatos que sumado a las características de las lluvias, da origen al desarrollo de una compleja e importante red hidrográfica. La cuenca del arroyo Las Conchas es la más importante del departamento y contiene a la Aldea Santa María.

El paisaje fisiográfico más extenso en el área lo constituye la peniplanicie, siendo una superficie estructural muy antigua de relieve actual suavemente ondulado a plano. Por encontrarse el área de la Aldea Santa María al occidente de las últimas estribaciones de la denominada "Cuchilla de Montiel", la peniplanicie local muestra en sus partes más elevadas una indudable influencia de esa gran altillanura que recorre el centro norte provincial en dirección NE-SE y que está caracterizada por presentar el típico ambiente de evolución de los Alfisoles. Es por ello, que la parte noreste del área muestra una "ingresión" de áreas planas a muy suavemente onduladas.

iv. Suelo

Los suelos del área perteneciente a la Aldea Santa María se agrupan en los siguientes órdenes: Alfisoles, Molisoles y Vertisoles. El 69% de la superficie de los suelos pertenecen al orden Vertisol,

Figura 2. Principales limitantes de los suelos en Aldea Santa María (Mapa N°2); Erosión hídrica actual (Mapa N°3); Erosión potencial (Mapa N°4), tomado de Plan Mapa de Suelos (1997)



le sigue en importancia los Molisoles con 19% de la superficie y los Alfisoles con el 12%. La mayoría de estos suelos presentan algún grado de susceptibilidad a los procesos erosivos (Figura 2).

d. Biodiversidad

i. Vegetación

Los bosques nativos del centro-norte de Entre Ríos, que incluye a la Aldea Santa María, pertenecen a la provincia fitogeográfica del Espinal, correspondiente al Dominio Chaqueño (Cabrera 1976) y ocupa una superficie de aproximadamente 307.374 km² (Menéndez y La Roca 2006). Esta provincia fitogeográfica o ecorregión del Espinal, se dispone formando un arco que rodea a la ecorregión pampeana representando un gran ecotono entre ésta y las ecorregiones Chaqueña y del Monte. Este enorme arco atraviesa de norte a sur parte de las provincias de Corrientes, Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba, San Luis, La Pampa y el extremo sur de Buenos Aires (Matteucci 2012).

El Espinal esta típicamente representado por bosques bajos y semi-abiertos de tipo semi-xerofíticos, donde el factor común es la dominancia de

algarrobos (*Prosopis* spp.) en el estrato arbóreo. Esta ecorregión se divide a su vez en 3 distritos: distrito del Ñandubay, Distrito del Algarrobo y Distrito del Caldén. Los bosques del centro y norte de Entre Ríos, corresponden al distrito del Ñandubay, caracterizado por la presencia del ñandubay (*Prosopis affinis*) y palmera caranday (*Trithrinax campestris*), acompañados de otras especies arbóreas y arbustivas comunes a los otros distritos (Lewis y Collantes 1973, Cabrera 1971, 1976).

La fisonomía típica de los bosques de ñandubay presenta un estrato arbóreo abierto caracterizado por la presencia de árboles maduros de algarrobos (principalmente *Prosopis affinis* y *P. nigra*) algunos individuos de quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), tala (*Celtis ehrenbergiana*) y espinillo (*Acacia caven*). Otras especies arbóreas que pueden aparecer en bosques más cerrados son *Zanthoxylum* spp. (tambetaries), *Prosopis alba* (algarrobo blanco), *Schinus* spp. (molles), *Geoffroeadecorticans* (chañar), *Sideroxylon obtusifolium* (guaraniná), *Jodina rhombifolia* (sombra de toro), *Achatocarpus praecox* (ivirajú), y *Scutia buxifolia* (coronillo) (Menéndez y La Rocca 2006). Además, presenta un estrato arbustivo integrado principalmente por *Acacia atramentaria* (brea),

A. bonariensis (ñapindá), *A. praecox* (garabato), *Castella tweediei* (granadillo), *Aloysia gratissima* (azahar de monte), *Eugenia uniflora* (ñangapiri), *Parkinsonia aculeata* (cina-cina), *Berberis rusci-folia*, *Rollinia emarginata*, *Allophylus edulis* (chalchal), *Buddleja stachydioides*, y varias especies de *Baccharis*, *Vernonia*, *Eupatorium*. Un elemento frecuente es la presencia de la palmera caranday (*Trithrinax campestris*) en el sotobosque formando asociaciones puras o mixtas. El estrato herbáceo es rico en gramíneas de los géneros *Andropogon*, *Axonopus*, *Aristida*, *Stipa*, *Setaria*, *Bothriochloa*, *Paspalum*, *Briza*, *Melica*, etc. y otras especies no gramíneas de los géneros *Acicarpa*, *Dichondra*, *Trifolium*, *Dolichandra*, *Adesmia*, *Desmanthus*, *Desmodium*, *Galactia*, y *Rhynchosia* (Cabrera, 1976 y Menéndez y La Rocca 2006). Son comunes las colonias de *Bromelia serra* (caraguatá) en el bosque y de *Eryngium horridum* en los claros (Menéndez y La Rocca 2006).

El acelerado proceso de deforestación en la provincia puede observarse a través de la información aportada por Muñoz (1999), quien indica que Raña en 1904 estimó una superficie de bosque nativo de 2.500.000 ha (31% de la superficie) incluyendo a renovales y zonas de bosques abiertos o parques. Al año 2003, el bosque nativo cubría una superficie total de 1.360.056 ha (Brizuela *et al.* 2003), de las cuáles 855.055 ha son bosques nativos y el resto vegetación ribereña de cursos de agua. Respecto al área con vegetación ribereña, se destaca su alta fragilidad, ya que constituye el soporte de la red hidrográfica y tiene importancia como corredor de la biodiversidad.

Actualmente, la vegetación original se presenta deteriorada y alterada respecto a las formas naturales predominantes hasta hace un siglo, cuando dio comienzo el proceso masivo de producción agropecuaria. Ello se debe a los muy intensos procesos de colonización y aprovechamiento de recursos naturales que se presentaron en el territorio provincial (Wilson 2007). Desde la perspectiva ecológica, la pérdida de cobertura boscosa produce cambios en el ambiente físico dado por la pérdida de suelo fértil, un mayor escurrimiento superficial, alteraciones en

el ciclado de nutrientes, los regímenes hidrológicos, el transporte de gases atmosféricos, la exposición a los vientos, etc. (Saunders *et al.* 1991). A nivel de las comunidades, se alteran los patrones sucesionales y la composición biótica vegetal y animal (Rescia Perazo *et al.* 1994; Forman 1995). Por otro lado, la fragmentación altera el microclima dentro y alrededor de los parches remanentes y el aislamiento de cada parche del resto de los elementos del paisaje, a la vez, se reduce el área total de hábitat disponible y se incrementa el hábitat de "borde" (Saunders *et al.* 1991, Murcia 1995, Lindenmayer and Fischer 2006).

Este proceso de fragmentación del bosque nativo del área piloto de Aldea Santa María evidencia un cambio sustancial tanto en la composición como en la configuración espacial del bosque. Entre los cambios, se destaca la existencia de nuevas áreas desmontadas dentro de fragmentos de bosques mayores, reducción en el tamaño medio de los parches de bosque, aumento en la complejidad de sus formas y aparición de nuevos fragmentos pequeños (Calamari, datos no publicados). Sumado a ello, el pastoreo del ganado vacuno y la práctica del fuego no controlado generan situaciones de degradación, agravadas por la invasión de malezas, fundamentalmente arbustivas del género *Baccharis* (chilcas y carquejas), *Trithrinax campestris* (palma caranday) y gramíneas como *Melica macra* (espartillo amargo) (Sabattini *et al.* 2002).

ii. Fauna de Vertebrados

Los bosques nativos de Entre Ríos albergan una biodiversidad reconocida como una de las más abundantes y variadas de la región ya que se conjugan aportes de 3 provincias biogeográficas: Espinal, Paranaense y Pampeana (Menéndez y La Rocca 2006). Entre ellos el grupo más diverso y notorio del espinal entrerriano es el de las aves con cerca de 300 especies. El ave más característica del Espinal (Chebez 2008) es el cardenal amarillo (*Gubernatrix cristata*) que es a su vez es un ave endémica del cono sur de Sudamérica (Remsen *et al.* 2013). Esta emblemática especie se encuentre en

peligro de extinción y esta situación es un reflejo de la fragilidad de una de las Ecorregiones más castigadas de la Argentina como lo son los bosques de Espinal (Brown *et al.* 2006). Otras especies de aves que si bien no son exclusivas del Espinal son bastante típicas y abundantes en este ambiente son la Cotorra (*Myiopsitta monachus*), los carpinteros real y blanco (*Colaptes melanochloros*, *Melanerpes candidus*), el cardenal común (*Paroaria coronata*) y pepiteros gris y de collar (*Saltator caeruleus*, *S. aurantirostris*), así como una gran abundancia de furnáridos entre los que destacan varias especies de espineros (*Phacellodomus* spp.), el hornero (*Furnarius rufus*) y el curutié blanco (*Cranioleuca pyrrhophia*). Entre las especies que son utilizadas como recurso podemos destacar a especies de áreas abiertas con distribución en el Espinal como son la perdiz común (*Nothura maculosa*) y el ñandú (*Rhea americana*). Finalmente es importante destacar que, además de la diversidad de especies, los bosques xerofíticos, aunque en general poseen menos especies que las selvas, suelen ser muy ricos en cuanto a la diversidad de funciones (Janzen 1986) y por lo tanto es probable que están prestando una alta diversidad de servicios ecosistémicos a ambientes aledaños como los agroecosistemas (Sekercioglu 2006).

También existe una interesante diversidad de mamíferos (sobre todo marsupiales, murciélagos y roedores) anfibios y reptiles en el Espinal (Menéndez y La Rocca 2006). De estos grupos podemos destacar a mamíferos como el peculiar aguará guazú o lobo de crin (*Chrysocyon brachyurus*), que habita sabanas y pastizales y se encuentra amenazadas de extinción. Otros mamíferos notables son el carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) que es el roedor más grande del mundo, la vizcacheta (*Lagotomus maximus*), el pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y la corzuela parda (*Mazama gouazoubira*), todos cazados por su carne y cuero (Canevari y Vaccaro 2007). Así como diversos carnívoros como gatos monteses, zorros, hurones y zorrinos (Canevari y Vaccaro 2007).

Finalmente, existe también una buena diversidad de anfibios (aprox. 33 especies) y reptiles (aprox.

61 especies) en el Espinal mesopotámico (Menéndez y La Rocca 2006). Entre ellos podemos destacar al escuerzo grande (*Ceratophrys ornata*), la lagartija *Cnemidophorus lacertoides*, la boa curiyú (*Eunectes notaeus*), la tortuga pintada (*Trachemys dorbignyi*) que son especies amenazadas que habitan la región (Abdala *et al.* 2012, Girauo *et al.* 2012, Prado *et al.* 2012a, Vaira *et al.* 2012). Dos especies de reptiles, la boa curiyú (*E. notaeus*) el yacaré overo (*Caiman latirostris*) tienen historia pasada de uso por su cuero pero actualmente parece haber disminuido su captura (Girauo *et al.* 2012, Prado *et al.* 2012b) El lagarto overo (*Tupinambis merianae*), en cambio, es una especie que actualmente sigue siendo cazada para utilizar su cuero (Menéndez y La Rocca 2006).

Numerosas especies de vertebrados son sensibles a los cambios estructurales en el bosque como consecuencia de la pérdida y fragmentación del mismo. Los parches de bosque remanentes podrían no sustentar las necesidades básicas para la supervivencia de varias especies de vertebrados. Por ejemplo, en Entre Ríos hay numerosas especies migratorias a las cuales la pérdida de aptitud del hábitat podría ponerlas en peligro y producir extinciones importantes. Asimismo, los procesos biológicos reproductivos pueden afectarse negativamente y la colonización por especies exóticas, competencia interespecífica y la predación y parasitismo de nidada, se expresan rápidamente en ecosistemas boscosos transformados (Faaborg *et al.* 1993, Winter and Faaborg 1999). El incremento de los bordes, por ejemplo, beneficia a una variedad de predadores que se alimentan de huevos y pichones de especies que nidifican en el bosque (Murcia 1995, Campbell and Johns 2002, Batáry y Báldi. 2004). Asimismo, especies vegetales exóticas (*Gleditsia triacanthos*, *Ligustrum lucidum*, *L. sinense*, *Lonicera japonica*, *Pyracantha coccinea*, etc.), incrementan en pequeños ambientes fragmentados, limitándole el crecimiento a especies nativas, perturbando la sucesión natural y limitando la diversidad estructural y vegetativa. Por ejemplo, en el Parque Escolar Rural Enrique Berduc los bosques invadidos por especies vegetales exóticas tuvieron

una diversidad de aves significativamente menor que los sectores no invadidos, además los bosques invadidos perdieron especialmente aves insectívoras y omnívoras (Fandiño *et al.* 2010), las cuales prestan servicios ecosistémicos muy importantes para la sustentabilidad de los ecosistemas (Sekercioglu 2006).

En el área correspondiente a la Aldea Santa María los bosques nativos se encuentran asociados a las riberas de los cursos de agua o suelos con una mala aptitud para el uso agrícola. Estas zonas son el refugio de un gran número de especies. Goijman y Zaccagnini (2008) y Goijman (inédito); registraron 39 especies de aves sólo en lotes de soja y sus bordes donde la riqueza y densidad de aves fue mayor en campos con terrazas vegetadas que en campos sin terrazas; y 49 especies de aves en un estudio posterior. Adicionalmente datos preliminares (otoño 2013) de muestreo de aves en el área piloto mostraron una mayor riqueza de aves en lotes con terrazas con vegetación natural que en campos sin terrazas o con terrazas cultivadas (Dardanelli *et al.* datos no publicados). En un área más extensa, abarcando gran parte de la región Pampeana y parte del Espinal, se registraron 259 especies de aves en relevamientos llevados a cabo sobre caminos secundarios en ambientes rurales (Zaccagnini *et al.* 2010, 2011). Por otro lado, en campos de cultivo de soja dentro del área piloto, se encontraron 8 especies de anfibios (Suárez y Zaccagnini 2006), y 14 especies en un muestreo a mayor escala (Suárez y Gavier 2010).

e. Uso actual de las tierras


En el año 1997 el INTA informa que en gran parte del área perteneciente a la Aldea Santa María se presenta una alta subdivisión de las tierras, en las que prevalece la actividad ganadero-agrícola con una baja utilización de tecnología. La utilización de un sistema de labranza convencional y un uso intensivo del suelo provoca un deterioro notable de las condiciones físicas e incrementa los procesos de erosión hídrica. Este informe considera que la implementación de prácticas conservacionistas

como la construcción de terrazas puede atenuar dichos procesos de degradación. Pero que esa tarea se torna dificultosa como consecuencia de la alta subdivisión de la tierra. Actualmente el nivel de adopción de utilización de terrazas y SD en el área en estudio es alto.

El uso actual de la tierra está destinado a la actividades ganaderas (G), agrícolas (A) y ganadero-agrícola (GA). En la actividad G se observa un predominio de sector tambero; en tanto en la actividad GA existe una mayor proporción de cultivos con destino a la ganadería respecto de los cultivos agrícolas. En los establecimientos GA también se observa un predominio de la actividad tampera sobre la actividad de cría e invernada. Los establecimientos A realizan esta actividad bajo un sistema de SD con terrazas.

La agricultura presenta 2 situaciones contrastantes, los establecimientos que son administrados por sus propietarios (P) y establecimientos que son administrados por arrendatarios (ARR). El nivel tecnológico utilizado por P es medio a alto, predominando la tecnología de procesos sobre la de insumos. Con una utilización media de agroquímicos, siendo la secuencia más común de la rotación trigo-soja-maíz. El alto costo de amortización y mantenimiento de la maquinaria en relación a la superficie media de los establecimientos de la zona, obliga a que una o varias de las tareas sean realizadas por contratistas. En tanto, los ARR utilizan el mismo nivel tecnológico que P, pero con mayor utilización de insumos y con predominio de una secuencia de cultivos de trigo-soja. Esto se debe al alto costo del arrendamiento y los períodos cortos de duración de los contratos.

La actividad G y GA se desarrolla bajo una tecnología media. Algunas características de la actividad tampera media en la zona son el ordeño mecánico, la cría artificial del ternero, utilización de pasturas plurianuales con base alfalfa, realización de reservas forrajeras. Las reservas pueden ser en forma de heno a partir del excedente de pastura, avena o moha; o en forma de silaje a partir de la producción de sorgo, maíz o avena. La alimenta-

ción en su mayoría se realiza bajo pastoreo directo rotativo. En caso de existir bosque nativo, este es utilizado para el pastoreo de las vaquillas de recría o como lote de resguardo para los días de lluvia (campo duro), presentando en muchos casos un alto grado de enmalezamiento. Las pasturas tienen una duración de tres a cuatro años, con fertilización a la siembra y en algunos casos refertilización anual. La producción avícola en forma integrada verticalmente a frigoríficos y la producción porcina, constituye una actividad complementaria en algunos establecimientos. 

Anexo II:

Taller de Validación del Manual de Buenas Prácticas

Este manual fue sometido a discusión en un taller de validación que se realizó el día 28 de junio de 2013 en el Centro Regional Entre Ríos del INTA. El objetivo de dicho taller fue validar el Manual, a través del intercambio de aportes de los diferentes actores, como requisito para su cumplimentación.

a. Instituciones participantes y sus representantes:

Dir. Gral. Recursos Naturales, Gobierno Prov. Entre Ríos	NICOLAU, Florencio
Universidad Autónoma de Entre Ríos	TENTOR, Fernando
Universidad Nacional de Entre Ríos	SALUZZIO, Mariano
Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo	PANIGATTI, José Luis
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria EEA Paraná	PAPAROTTI, Osvaldo
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria AER Crespo	DE CARLI, Ricardo
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria OT María Grande	MARNETTO, María José
Productor Agropecuario. Aldea Santa María	HERGENREDER, Orlando
Productor Agropecuario. Aldea Santa María	HERGENREDER, Claudio
Productor Agropecuario. Aldea Santa María	RAUSCH, César
Productor Agropecuario. Aldea Santa María	HERGENREDER, Atilio
Asociación Ecologista E. Berduc – Parque San Martín	BERDUC, Alfredo

a. Participantes del equipo del Proyecto GEF 3623. Sitio Piloto Aldea Santa María, Entre Ríos

Asistente técnico Sitio Piloto Entre Ríos. INTA EEA Paraná	WILSON, Marcelo
Referente Biodiversidad, INTA IRB Castelar	ZACCAGNINI, María Elena
Responsable Carbono Sitio Piloto Entre Ríos. INTA EEA Paraná	SASAL, María Carolina
Punto Focal Sitio Piloto Entre Ríos. Gobierno Prov. Entre Ríos	FERNANDEZ, Roque
Asistente administrativo Sitio Piloto Entre Ríos. EEA Paraná	PAUTASSO, Néstor
Participante Facultad Ciencias Agropecuarias UNER	OSZUST, José
Participante INTA EEA Paraná	GABIOUD, Emmanuel
Referente Ecología del Paisaje, INTA IRB Castelar	GAVIER, Gregorio
Extensión, INTA AER Crespo	STAMATTI, Guillermo
Participante Facultad Ciencias Agropecuarias UNER	OSZUST, José

c. Programa desarrollado:

Taller de Validación: Manual BP para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos

Programa

- 8.30 hs Apertura - Bienvenida. Autoridades INTA - Gob. Entre Ríos
- 9.30 hs Ronda de presentación de los participantes
- 9.10 hs Presentación GEF Sitio Piloto Entre Ríos. Objetivos del Taller - M. Wilson
- 9.30 hs Terrazas vegetadas para la Conservación de los Servicios Ecosistémicos. M.E. Zaccagnini
- 10.00 hs Integración y Desarrollo del Manual BP J. Oszust
- 10.15 hs café
- 10.30 hs Trabajo en grupo. Cada representante institucional expondrá las observaciones, sugerencias y aportes. (5' cada uno).
- 12.30 hs Conclusiones y cierre
- 13.00 hs Almuerzo

Lugar: CRER INTA, Fecha: viernes 28 de junio de 2013



Agradecimientos:

Agradecemos a la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) que ejecutó en forma conjunta con INTA el Proyecto GEF 3623 PNUD ARG/10/G49-PNUMA 4B85, que financió esta publicación; en particular a su Directora Nacional Dra. Silvia A. Révora y al Coordinador Gral. del proyecto Dr. José A. Gobbi. Al Gobierno de la Provincia de Entre Ríos, en nombre del Dir. Gral. de Recursos Naturales, Dr. Claudio Ledesma y de los Ings. Roque Fernández y Guillermo Gorskin, puntos focales del proyecto en el sitio piloto Entre Ríos. Al INTA y su Instituto de Recursos Biológicos del Centro de Investigaciones en Recursos Naturales de Castelar y a las Estaciones Experimentales Agropecuarias Paraná y Rafaela, en cuyos ámbitos trabajamos quienes hemos contribuido a esta guía. Los grupos de Biodiversidad, Ecología y Gestión Ambiental del INTA, el Grupo de Recursos Naturales

de la EEA Paraná y al grupo de Apicultura de EEA Rafaela. Un agradecimiento especial a los técnicos de la Agencia de Extensión de Crespo y sus Oficinas Técnicas de María Grande y Cerrito, en nombre de los Ings. Ricardo De Carli, María José Marnetto, Roberto Ludi y el Méd. Vet. Francisco Bongiovanni. Al grupo Comunicaciones de la EEA Paraná. A la Cátedra de Espacios Verdes de la FCA UNER. Agradecemos a todos los productores que nos han facilitado sus campos donde hemos aprendido acerca de las relaciones entre las decisiones agropecuarias y las respuestas de distintos grupos de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, así como a la comunidad de la Aldea Santa María que nos abrieron las puertas de sus casas para atender nuestros requerimientos. Finalmente, agradecemos a los participantes del Taller de Validación por sus aportes constructivos que ayudaron a mejorar esta Guía. ■■■

Bibliografía consultada

- Abdala, C. S.; Acosta, J. L.; Acosta, J. C.; Álvarez, B. B.; Arias, F.; Avila, L. J.; Blanco, G. M.; Bonino, M.; Boretto, J. M.; Brancatelli, G.; Breitman, M. F.; Cabrera, M. R.; Cairo, S.; Corbalán, V.; Hernando, A.; Iburguengoytía, N. R.; Kacolis, F.; Laspiur, A.; Montero, R.; Morando, M.; Pelegrín, N.; Pérez, C. H. F.; Quinteros, A. S.; Semhan, R. V.; Tedesco, M. E.; Zalba, S. M.; Vega, L. 2012. *Categorización del estado de conservación de las lagartijas y anfibios de la República Argentina*. Cuadernos de Herpetología 26:215-248.
- Altieri M.A. 1993. *El rol ecológico de la biodiversidad en Agroecosistemas*. Agroecología y Desarrollo (4):2-11
- BAA (British Agrochemicals Association). 1997. *Arable wildlife: Protecting non-target species*. 91 páginas.
- Batáry, P. y A. Báldi. 2004. *Evidence of an edge effect on avian nest success*. Conservation Biology 18:389-400.
- Bennet A.F. 1999. *Linkages in the landscape. The role of corridors and connectivity in wildlife conservation*. IUCN, UK.
- Bernardos J. y M.E. Zaccagnini. 2011. *El uso de insecticidas en cultivos agrícolas y su riesgo potencial para las aves en la región pampeana*. Hornero 26(1):55-64.
- Bernardos, J.N., Zaccagnini, M.E., PMineau, J.Decarre y R. De Carli. 2007. *Calculadora de Riesgo Ecotoxicológico para Aves: Sistema Soporte de Decisiones para el Control de Plagas con criterios ambientales*. Versión 2.0. Edic. INTA.
- Bilencia D.N., González-Fisher C.M., Teta P. y M. Zamero. 2007. *Agricultural intensification and small mammal assemblages in agroecosystems of the Rolling Pampas, central Argentina*. Agriculture, Ecosystems and Environment 121: 371–375
- Boatman N. (editor) 1994. *Field Margins: integrating agriculture and conservation*. BCPC Monograph N° 58. Farnham BCPC Publications. 404 pp.
- Booman G.C, Laterra P, Comparatore V. y N. Murillo. 2009. *Post-dispersal predation of weed seeds by small vertebrates: Interactive influences of neighbor land use and local environment*. Agriculture, Ecosystems and Environment 129: 277–285
- Boutin C., Baril A. y P.A. Martin. 2008. *Plant diversity in crop fields and woody hedgerows of organic and conventional farms in contrasting landscapes*. Agriculture, Ecosystems and Environment 123: 185–19
- Brizuela A., Muñoz J.D., Romero E.C. y S. Milera. 2003. *Bosques nativos y selvas ribereñas en la provincia de Entre Ríos*. 9 p. versión en CD.
- Brookfield H. y C. Padoch. 2007. "Managing biodiversity in spatially and temporally complex agricultural landscapes". En: *Managing Biodiversity in Agricultural ecosystems*, Jarvis D.I, Padoch, C y H.D Cooper editores. Columbia University Press. 492 pp.
- Brown A., Martínez Ortiz U., Acerbi M. y J. Corcuera (eds.). 2006. *La Situación Ambiental Argentina*. 2005 Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.

- Cabrera A. 1976. *Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Segunda edición. Tomo II. Editorial ACME S.A.C.I. 85 pp
- Calamari N.C., Cerezo A., Canavelli S.B., Dardanelli S., Bernardos J. y M.E. Zaccagnini. 2012. *Tendencia poblacional de aves (2003-2011) y su relación con variables ambientales en agroecosistemas de la región central de Argentina*. Pag. 49. Proceedings del X Congreso Internacional de Manejo de Fauna Silvestre en la Amazonía y Latinoamérica. Salta, Argentina, 14 al 18 de Mayo de 2012
- Canevari, M. y O. Vaccaro. 2007. *Guía de mamíferos de América del Sur*. Editorial L.O.L.A, Buenos Aires, 413 pp.
- Campbell, M. and M. Johns. 2002. *Habitat fragmentation and birds*. Downloaded from www.qacps.k12.md.us/bird/fragment/fraglink.htm
- CDB (Convenio sobre la Diversidad Biológica). 1992. www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf Costanza R., dArge R., deGroot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P, vandenBelt M. (1997) *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature 387:253-260.
- COPAER, Comisión de suelos. 2011. *Manual de Mantenimiento de campos sistematizados*. Colaboraron los Ings. D. Berta, J. Pierotti, G. Oertlin, M. Saluzzio y E. Scotta. 12 p. Versión 1. COPAER. 18 pp.
- Dabas E. 1980. "La colonización en zonas forestales". En: *Curso de Perfeccionamiento Profesional. Dasonomía con orientación en forestación*. Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Santa Fe – Facultad de Cs. Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario. Santa Fe. Tomo I. pp. 219-234.
- Dellafiore, C. M. y N.O. Maceira (1998) *Problemas de conservación de los ciervos autóctonos de la Argentina*. Mastozoología Neotropical 5: 137–145.
- Dennis P. y Gla Fry. 1992. *Field margins: can they enhance natural enemy population densities and general arthropod diversity on farmland?* Agric. Ecosyst. Environ. 40:95-115.
- Di Giacomo A.S. y J. Lopez de Casenave. 2010. *Use and importance of crop and field-margins habitats for birds in a neotropical agricultural ecosystem*. The Condor 112: 283-293.
- EEM (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio). 2005. *Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua. Informe de síntesis*. World Resources Institute, Washington, DC.
- Faaborg, J., M. Brittingham, T. Donovan and J. Blake. 1993. "Habitat fragmentation in the temperate zone: A perspective for managers". In *Status and Management of Neotropical Migratory Birds*, ed. D. M. Finch and P. W. Stangel, 331-338. US Forest service General Technical Report RM-229.
- FAO 1999. *Sustaining agricultural biodiversity and agro-ecosystem functions*. Sustainable Development Dimensions. <http://www.fao.org/sd/EPdirect/EPre0080.htm>
- FAO 2007. *Agricultural Biodiversity in FAO*. www.fao.org/biodiversity
- Fandiño, B, Berduc AJ, Beltzer AH (2010) *Ensamblajes de aves de bosques nativos y exóticos en la estación reproductiva de un área protegida en el Espinal de Entre Ríos, Argentina*. Ornitología Neotropical 21:1–16.
- Farina A. y A. Belgrano. 2006. *The eco-field hypothesis: toward a cognitive landscape*. Landscape Ecology 21:5–17
- Forman R.T.T. 1995. *Land Mosaics: The ecology of landscape and regions*. Cambridge University Press. 632 páginas.
- Giraudó, A. R.; Duré, M.; Schaefer, E.; Lescano, J. N.; Etchepare, E.; Akmentins, M. S.; Natale, G. S.; Arzamendia, V.; Bellini, G.; Ghirardi, R.; Bonino, M. 2012. *Categorización del estado de conservación de las Serpientes de la República Argentina*. Cuadernos de Herpetología 26:303-326.


- Gliessman S.R. 1998. *Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture*. An Arbor Press. 357 pp
- Goijman A.P. y M.E. Zaccagnini. 2008. *The effects of habitat heterogeneity on avian density and richness in soybean fields in Entre Ríos, Argentina*. *Hornero* 23(2):67-76.
- Goijman A.P., Conroy M., Thompson J.J. y M.E. Zaccagnini. 2010. *Vegetated field borders as habitat for insectivorous birds and the effects of pesticides along soybean cycle in Entre Ríos, Argentina*. 25th International Ornithological Congress. Campos de Jordao, Brazil.
- Goldman R.L., Thompson B.H. y G.C. Daily. 2008. "Managing for ecosystem services on U.S. agricultural lands". En *U.S. agricultural policy and the 2007 farm bill*, K. Arha, T. Josling, D. A. Sumner, and B. H. Thompson (editores): 97–111. Stanford, CA: Woods Institute for the Environment.
- Green R.E., Osborne P.E. y Sears E.J. 1994. *The distribution of passerine birds in hedgerows during the breeding season in relation to characteristics of the hedgerow and adjacent farmland*. *Journal of Applied Ecology*, 31: 677-692.
- Gysel L.J. y L.J. Lyon. 1980. "Habitat Analysis and Evaluation". Chap.19. En: *Wildlife Management Techniques Manual*. páginas 305-327. (S. D. Schemnitz, Editores). 4th. Edition. The Wildlife Society. Wash. D.C.
- Haenke S., Scheid B., Schaefer M., Tschardt T. y C. Thies. 2009. *Increasing syrphid fly diversity and density in sown flower strips within simple vs. complex landscapes*. *Journal of Applied Ecology*, 46, 1106–1114
- Harvey C.A., Villanueva C., Villacís J., Chacón M., Muñoz D., López M., Ibrahim M., Gómez R., Taylor R., Martínez J., Navas A., Saenz J., Sánchez D., Medina A., Vilchez S., Hernández B., Pérez A., Ruiz F., López F., Lang I., y F.L. Sinclair. 2005. *Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes*. *Agri. Ecosyst. Environ.* 111:200-230.
- Holland J. y L. Fahrig. 2000. *Effect of woody borders on insect density and diversity in crop fields: a landscape-scale analysis*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 78: 115–122.
- Jackson D.L. y L.L. Jackson. 2002. *The farm as natural habitat. Reconnecting food systems with ecosystems*. Island Press. 295 pp.
- Janzen, D.H.(1986).*Tropical dry forests: the most endangered major tropical ecosystem*. In Biodiversity, ed. E.O.Wilson,pp.130-137. National Academy Press, Washington.
- Jobin B., Choiniere L. y L. Belanger. 2001. *Bird use of three types of field margins in relation to intensive agriculture in Quebec, Canada*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 84 131-143.
- Kemp J.C. y G.W. Barret. 1989. *Spatial patterning: impact of uncultivated corridors on arthropod populations within soybean agroecosystems*. *Ecology* 70: 114-128.
- King D. 2007. *La investigación para el manejo sustentable del suelo. El Futuro de la Ciencia del Suelo*. Hartemink, A.E. (ed.). Wageningen, IUSS International Union of Soil Science. The Netherlands.
- Kirk D.A., Eveden M.D. y P. Mineu. 1996. *Pest and current attempts to evaluate the role of birds as predators of insect pests in temperate agricultura*. En pp. 175 – 269. V. Nolan and E. D. Ketterson (Eds.) *Current Ornithology*. Vol. 13. Plenum Press, New York.
- Lee J.C., Menalled F.D. y D.A. Landis. 2001. *Refuge habitats modify impact of insecticide disturbance on Carabid beetle communities*. *Journal of Applied Ecology* 38(2): 473-483.
- Lemke A. y H.M. Poehling. 2002. *Sown weed strips in cereal fields: overwintering site and "source" habitat for Oedothorax apicatus (Blackwall) and Erigone atra (Blackwall) (Araneae: Erigonidae)*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 90, 67-80.
- Lewis, J.; Collantes, M. (1973) *El Espinal Periestépico*. *Ciencia e Investigación* 29:360–377

- Lindenmayer, D.B. & Fischer, J. (2006). *Landscape Change and Habitat Fragmentation*. Island Press, Washington, DC.
- Malan, G. y G.A. Bennb. 1999. *Agricultural land-use patterns and the decline of the helmeted guineafowl Numida meleagris (Linnaeus 1766) in KwaZulu-Natal, South Africa*. Agric. Ecosyst. Environ. 73, 29–40.
- Matteucci, S. (2012) “Ecorregión Espinal”. Capítulo 11. En: Morello, J., Matteucci, S., Rodriguez, A.F. y Silva, M.E. (eds) 2012. *Ecorregiones y Complejos Ecosistémicos Argentinos*. Pp:349-390.
- Menéndez, J.L. y S.M. La Roca. 2007. *Primer inventario nacional de bosques nativos. Inventario de Campo de la región del Espinal distritos Caldén y Nandubay*. Informe Regional Espinal segunda etapa. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. 223 pp.
- Morrison, M.L., B.G. Marcot, y R.W. Mannan. 1992. *Wildlife-habitat relationships: concepts and applications*. University of Wisconsin Press. 364 pp.
- Muñoz J.D. 1999. “Valoración del bosque y de los sistemas agrosilvopastoriles”. En *Sistemas agroforestales para pequeños productores de zonas húmedas* (J. Casermeiro y E. Spahn, eds.). 47-62.
- Murcia, C. 1995. *Edge effects in fragmented forests: implications for conservation*. Trends in Ecology and Evolution 10:58-62.
- Nores, M. 1987. “Zonas ornitogeográficas”. Páginas 297-303 en *Guía para la identificación de las aves de Argentina y Uruguay* (T. Narosky y D. Yzurieta, Eds.). Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires.
- Payne N.F. y F.C. Bryant. 1998. *Wildlife Habitat Management of Forestlands, Rangelands, and Farmlands*. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida. 840 pp.
- Prado, W. S.; Waller, T.; Albareda, D. A.; Cabrera, M. R.; Etchepare, E.; Giraudo, A. R.; González Carman, V.; Prosdociimi, L.; Richard, E. 2012a. *Categorización del estado de conservación de las tortugas de la República Argentina*. Cuadernos de Herpetología 26:375-388.
- Prado, W. S.; Piña, C. I.; Waller, T. 2012b. *Categorización del estado de conservación de los caimanes (yacaré) de la República Argentina*. Cuadernos de Herpetología 26:403-410.
- Pimentel D., Wilson C., McCullum C., Huang R., Dwen P., et al. 1997. *Economic and environmental benefits of biodiversity*. Bioscience 47:747-757.
- Plan Mapa de Suelos, Convenio INTA Gobierno de Entre Ríos. 1997. *Área de Jurisdicción de la Aldea Santa María, Departamento Paraná, Provincia de Entre Ríos*. EEA Paraná, Serie Relevamiento de Recursos Naturales N° 16, 47 pp.
- Remsen J.V., Cadena J.R., Jaramillo C.D., Nores M., Pacheco J.F., Robbins M.B., Schulenberg, T.S., Stiles F.G., Stotz D.F., Zimmer K.J. 2011. *A classification of the bird species of South America*. American Ornithologists' Union. http://www.museum.lsu.edu/*Remsen/SACCBaseline.htm. Version [10 June 2013].
- Rescia Perazzo A. J., M. F. Schmitz, P. Martin de Agar, C. L. de Pablo, L. A. Atauri and F. D. Pineda. 1994. *Influence of landscape complexity and land management on woody plant diversity in northern Spain*. Journal of Vegetation Science 5: 505-516.
- Robbins P., Bresnick Holmes, R. y K. Laddish (eds.). 2011. *Bring farm edges back to life!* Yolo Co. Resource Conservation District, Woodland, CA. 101 páginas.
- Sabattini, R.A., M.G. Wilson, N. Muzzachiodi y A.F. Dorsch. 1999b. *Guía para la caracterización de agroecosistemas del centro norte de Entre Ríos*. Revista Científica Agropecuaria, 3, 7-19.
- Sabattini, R.A., N. Muzzachiodi y A.F. Dorsch. 2002. *Manual de Prácticas de Manejo del Monte Nativo*. U.N.E.R. 56 pp.

- Saluso A., De Carli R., Zaccagnini M.E., Bernardos J., Decarre J. y C. Cáceres (2005). *Guía práctica para el control químico de artrópodos plaga en soja*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Buenos Aires.
- Saunders D.A., R.J. Hobbs and C.R. Margules. 1991 *Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review*. *Conservation Biology*, 5, 18-32.
- Sekercioglu, C. H. (2006). "Ecological significance of bird populations". In J. del Hoyo, A. Elliott, and D. A. Christie, eds. *Handbook of the Birds of the World*, volume 11, pp. 15–51. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- Scotta E.S., Nani L.A., Conde A.A., Rojas A.C., Castañeira H. y O.F. Papparotti (1989). *Manual de sistematización de Tierras para control de erosión hídrica y aguas superficiales excedentes* (Segunda edición corregida y aumentada). Ediciones INTA. Serie Didáctica N° 17. 56 pp.
- Solari M.L. y M.E. Zaccagnini. 2009. *Efecto de bordes arbóreos y terrazas sobre las aves en lotes de soja, Entre Ríos, Argentina*. *Bioscriba* 2, 90-100.
- Soule J.D. y J.K. Piper. 1992. *Farming in nature's image: an ecological approach to agriculture*. Island Press, California. 286 páginas.
- Sparks T.H., Parish T. y Hinsley S.A. 1996. *Breeding birds in field boundaries in an agricultural landscape*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 60 1-8.
- Suarez R.P. y M.E. Zaccagnini. 2006. *Anuros asociados a campos de soja y la importancia de la heterogeneidad espacial*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA).
- Swift M.J., Izac A. y M. Van Noordwijk. 2004. *Biodiversity and ecosystem services in agricultural landscapes - are we asking the right questions?* *Agric. Ecosyst. Environ.* 104:113-134.
- Thomas C.F.G. y E.J.P. Marshall. 1999. *Arthropod abundance and diversity in differently vegetated margins of arable fields*. *Agric. Ecosyst. Environ.* 72:131-144.
- Thomas C.F.G., Holland J.M. y N.J. Brown. 2002. *The spatial distribution of carabid beetles in agricultural landscapes*. Pp 305-344 en: Holland, JM (ed.). *The agroecology of carabid beetles*. Intercept, Andover, U.K.
- Tilman D. 1997. *Biodiversity and ecosystems functioning*. En pp. 93 – 112 Gretchen C. Daily (Ed.) *Nature's Services* Washington, D.C., Covelo, California.
- Vaira M., M. Akmentins, A.M. Attademo, D. Baldo, D. Barrasso, S. Barrionuevo, N. Basso, B. Blotto, S. Cairo, R. Cajade, J. Céspedes, V. Corbalán, P. Chilote, M. Duré, C. Falcione, D. Ferraro, F. R. Gutierrez, M. R. Ingaramo, C. Junge, R. Lajmanovich, J. N. Lescano, F. Marangoni, L. Martinazzo, R. Marti, L. Moreno, G. S. Natale, J. M. Pérez Iglesias, P. Peltzer, L. Quiroga, S. Rosset, E. Sanabria, L. Sanchez, E. Schaefer, C. Úbeda, V. Zaracho (2012) *Categorización del estado de conservación de los anfibios de la República Argentina*. *Cuadernos de Herpetología* 26:131-159.
- Van Horne B. 1983. *Density as a misleading indicator of habitat quality*. *Journal of Wildlife Management* 47:893–901
- Varni V.D., Zaccagnini M.E. y E. Botto. 2010. *Efecto de insecticidas sobre artrópodos predadores y fitófagos en cultivos de soja y sus márgenes en Entre Ríos*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA).
- Walker B.H. y D. Salt. 2006. *Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World*. Island Press, Washington, D.C., USA. 174p.
- Weyland F. y Zaccagnini M.E. 2008. *Efecto de las terrazas sobre la diversidad de artrópodos caminadores en cultivos de soja*. *Ecología Austral* 18(3): 357-366.
- Wilson M.G. 2007. *Uso de la Tierra en el área de bosques nativos de Entre Ríos, Argentina*. Tesis Doctoral. Universidad de la Coruña, España. 277 p.p.

- Winter, M. and J. Faaborg. 1999. Patterns of area sensitivity in grassland-nesting birds. *Conservation Biology* 13. 1424-1436. Zaccagnini M.E. y N. Calamari 2001. *Labranzas Conservacionistas, Siembra Directa y Biodiversidad*. En: Pág. 29-68: Panigatti, J.L., D. Buschiazzo y H. Marelli Eds. *Siembra Directa II*. INTA, 377pp.
- Zaccagnini, M. E., J. Decarre, A. Goijman, R. Suárez, L. Solari, R. De Carli, N. Calamari, J. Bernardos, M. Canevari, C. Salto, S. Luiselli, D. Carmona, y J. L. Panigatti. 2009. CD *Monitoreo Ambiental Rural*. Ediciones INTA.
- Zaccagnini, M. E., J. Decarre, A. Goijman, R. Suárez, L. Solari, R. De Carli, N. Calamari, J. Bernardos, y J. L. Panigatti. 2007. *Monitoreo ambiental en Establecimientos Agropecuarios*. Ediciones INTA. 251pp.
- 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: Caviglia O.P., Papparotti O.F. y M.C. Sasal. 2007. *Agricultura Sustentable en Entre Ríos*. Ediciones INTA. Buenos Aires. 159-169.
- Zaccagnini M.E., Canavelli S., Calamari N. y A.M. Schrag. 2010. "Regional Bird Monitoring as a Tool for Predicting the Effects of Land Use and Climate Change on Pampas Biodiversity". In *Climate Change, Biodiversity, and Sustainability in the Americas: Impacts and Adaptations*, ed. F. Dallmeier, A. Fenech, D. Maciver, and R. Szaro, pp. 39-52. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Scholarly Press and Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
- Zaccagnini M.E., Thompson J., Bernardos J., Calamari N., Goijman A. y S. Canavelli. 2011. "Riqueza, ocupación y roles funcionales potenciales de las aves en relación a los usos de la tierra y productividad de agroecosistemas: un ejemplo en la ecoregión pampeana". Capítulo 8, 35 pp. In. P. Littera, E.G. Jobbagy y J.M. Paruelo, eds. *Valoración de servicios ecosistémicos: Conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial*. Ediciones INTA. ISBN 978-987-679018-5.

Diseño y diagramación

 estudio ab - alejandrobussi@gmail.com



Este Manual responde a la necesidad de difundir conceptos y recomendaciones de Buenas Prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos y es producto del Proyecto GEF3623 (PNUD ARG/10/G49-PNUMA 4B85) “Incentivos para la Conservación de Servicios Ecosistémicos de Importancia Global”, proyecto implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), y es ejecutado en forma conjunta por la Subsecretaría de Planificación y Políticas Ambientales de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (SAyDS) –como agencia líder– y por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) –como agencia asociada– en colaboración con el gobierno de la provincia de Entre Ríos.

El Proyecto tiene como objetivo el diseño y evaluación de diferentes mecanismos de pago por servicios ecosistémicos, como herramienta para asegurar la conservación y el manejo sustentable a largo plazo de los ecosistemas en Argentina. En el sitio piloto Entre Ríos (Aldea Santa María), el proyecto apoya el desarrollo de mecanismo de compensación de la Ley Provincial de Conservación de Suelos (Ley N° 8318), incorporando una mirada integral de conservación de los recursos naturales.

El Manual no es reglamentario sino conductivo, orientativo y apunta a quienes legislan y a todos aquellos que deseen realizar buenas prácticas de manejo agroecológico en sus campos. Se brindan conceptos, definiciones y pautas de manejo para lograr la conexión entre parches de vegetación nativa o espontánea y corredores para mantener heterogeneidad del paisaje y mejorar la aptitud de los hábitats para la biodiversidad en ambientes agrícolas.

La propuesta agronómica, constituye una oportunidad para que una práctica de manejo, como es el uso de terrazas, aceptada por los productores y considerada en la legislación vigente en Entre Ríos, permita a su vez conservar bienes y servicios ecosistémicos. En este sentido, se presenta una propuesta de innovación tecnológica aplicada a la gestión de agroecosistemas: la terraza reservorio. Esta propuesta está diseñada para desarrollarse a una escala mayor del propio establecimiento agropecuario y en consecuencia, requiere analizar el paisaje en su conjunto. Es por ello que la propuesta de innovación planteada pretende darle un nuevo valor a la sistematización de tierras a partir de la incorporación de un nuevo tipo de terrazas.

Formarán parte de proyectos de sistematización, contemplándose su integración con otras prácticas de conservación, como son otros tipos de terrazas de evacuación de excedentes hídricos, de manera que los productores desarrollen actividades agropecuarias compatibilizando producción con conservación de la biodiversidad y sus ambientes.



*Al servicio
de las personas
y las naciones*



Ministerio de
Agricultura, Ganadería y Pesca
Presidencia de la Nación