

ESTRATEGIAS Y PRÁCTICAS AGRONÓMICAS PARA UNA PLANIFICACIÓN RURAL SUSTENTABLE

Ailín Somoza^{1*} y Patricia Vazquez^{1, 2}

¹ Centro de Estudios Sociales de América Latina (CESAL)

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

*E-mail: somoza.ailin@gmail.com

Recibido: 18/06/2024

Aceptado: 19/12/2024

RESUMEN

El diseño de estrategias de gestión tendientes a la planificación ambiental del territorio rural resulta fundamental para pasar del plano conceptual al plano aplicado y comenzar a superar las externalidades negativas identificadas en diagnósticos ambientales previos. Por consiguiente, se estableció como objetivo definir estrategias de gestión para la planificación ambiental rural de las unidades ambientales que contribuyan al sostenimiento de las funciones y servicios de los ecosistemas del partido de Tandil y a la sustentabilidad agroecológica de la región Pampeana Austral. Lograr una visión sistémica y dialéctica de la realidad que evite reduccionismos requiere la integración de aspectos o componentes que parten de marcos conceptuales distintos. Por ello, la propuesta de estrategias para la planificación ambiental rural se construyó a partir de dos ejes principales: (i) un componente técnico y (ii) un componente sociocultural-administrativo. Se evidenció la ausencia de planificación y de la existencia de un organismo capaz de nuclear e integrar las necesidades de productores de diferentes escalas y modalidades de producción que articulen la fragmentación propia del sector agrícola en la región. Este punto deja en claro que para el logro de una transición productiva hacia formas más sustentables de producción también es necesaria una transición en el diálogo entre actores y la integración de sus demandas e intereses.

Palabras clave: gestión territorial, servicios ecosistémicos, sostenibilidad rural, usos del suelo, estrategias productivas.

AGRONOMIC STRATEGIES AND PRACTICES FOR SUSTAINABLE RURAL PLANNING

ABSTRACT

The design of management strategies aimed at environmental planning of rural territory is essential to move from the conceptual level to the applied level and begin to overcome those negative externalities identified in previous environmental diagnoses. Therefore, the objective was established to define management strategies for rural environmental planning of environmental units that contribute to the maintenance of the functions and services of the ecosystems of the Tandil District and to the agroecological sustainability of the Austral Pampas region. Achieving a systemic and dialectical vision of reality that avoids reductionism requires the integration of aspects or components that are based on different conceptual frameworks, so the proposal of strategies for rural environmental planning was then built from two main axes, a technical component and a sociocultural-administrative component. It is evident that there is a lack of planning and the existence of an organism capable of nucleating and integrating the needs of producers of different scales and production modalities and articulating the fragmentation of the agricultural sector in the region. This point makes it clear that in order to achieve a productive transition towards more sustainable forms of production, a transition in dialogue between actors and the integration of their demands and interests is also necessary.

Key words: territorial management, ecosystem services, rural sustainability, land use, productive strategies.

INTRODUCCIÓN

La región Pampeana Austral (RPA) es un ejemplo de cómo los cambios en el uso de la tierra agudizan los problemas ambientales y conducen a una simplificación estructural y funcional de los sistemas productivos (Somoza *et al.*, 2019). Según Daily (1997), los servicios ecosistémicos (SE) son las condiciones y procesos mediante los cuales los ecosistemas naturales y las especies que los conforman sostienen y nutren a la vida humana poniendo el énfasis tanto en las condiciones biofísicas cambiantes dentro del ecosistema como en los procesos. Los SE pueden ser clasificados en (MEA, 2003): (i) servicios de abastecimiento, bienes o recursos naturales tangibles que son combinados con capital construido, capital humano y social relacionados a un uso extractivo; (ii) servicios de regulación, asociados a un uso indirecto como el control de erosión, ciclado de nutrientes, purificación de agua, control de disturbios, regulación del clima y de las aguas; y (iii) servicios culturales, relacionados con experiencias brindadas por los ecosistemas y que benefician directa o indirectamente a las sociedades y dependen de las percepciones colectivas de la sociedad acerca de los ecosistemas y de sus componentes.

Las sociedades están integradas en los ecosistemas dependiendo e influenciando los SE que producen. Las características de los ecosistemas como la composición de las especies o las condiciones de crecimiento modulan el tipo y la magnitud de los SE que pueden fluir a las sociedades. Los regímenes de gestión, las tecnologías, los sistemas de tenencia, las tendencias de usos, las coberturas del terreno y acceso armonizan las formas en que los SE producen y benefician a las sociedades. En otras palabras, los SE son el resultado de las interacciones entre los ecosistemas y las sociedades que en conjunto forman un sistema socioecológico (Binder *et al.*, 2013). No obstante, la alteración de los ecosistemas a gran escala, como la conversión de ecosistemas naturales en monocultivos agrícolas, ha conducido a un incremento en algunos servicios de abastecimiento (e.g. la provisión de alimento) a expensas de servicios de regulación y servicios culturales de los ecosistemas. Los límites de la capacidad de producción de los recursos de tierras están determinados por el clima, las condiciones del suelo, la fisiografía, y por el uso y manejo aplicados a las tierras. El manejo sostenible de los recursos de tierras requiere de políticas correctas y de una planificación basada en el conocimiento de estos recursos, las demandas de los usos sobre los recursos

y las interacciones entre las tierras y los usos de estas (FAO, 2016a).

En la región de Tandil, por ejemplo, tuvieron lugar importantes transformaciones en el uso del suelo y, consecuentemente, de la provisión de SE de regulación y de abastecimiento en diferentes sistemas agropecuarios entre 1989 y 2019 (Somoza y Vazquez, 2022). Estas transformaciones estuvieron principalmente asociadas a tres aspectos: (i) al avance de agricultura hacia superficies de pastizales naturales y pasturas artificiales, (ii) la adopción de ciertas técnicas impulsada por la predominancia de determinados cultivos, como la soja y la cebada y (iii) un uso elevado de insumos químicos. Entre las consecuencias se destaca el incremento en algunos SE de abastecimiento (*i.e.* la provisión de alimento) a expensas de SE de regulación y culturales (Somoza y Vazquez, 2023; Somoza *et al.*, 2024).

La capacidad de un agroecosistema para proporcionar SE está estrechamente vinculada a su manejo. Con frecuencia, las prácticas agrícolas que buscan maximizar la producción pueden alterar o reducir otros SE. Por ejemplo, el uso de productos fitosanitarios tiene un impacto significativo, mientras el productor obtiene una mejor cosecha gracias al uso de productos químicos, en los ecosistemas disminuye la diversidad de enemigos naturales y la calidad del agua y del aire, lo cual genera consecuencias a largo plazo (Leong *et al.*, 2020). Para dar respuesta a esta problemática, es clave diseñar estrategias y prácticas agronómicas para una planificación rural sustentable. En el contexto actual, implementar cambios que fortalezcan los ecosistemas y reduzcan sus vulnerabilidades representa un gran desafío y la adopción de buenas prácticas agrícolas (BPA) representa una oportunidad, ya que permite mitigar los impactos negativos asociados a prácticas agrícolas y garantizan la provisión de SE de buena calidad incluso a otros sistemas (Power, 2010). Las BPA buscan equilibrar la sostenibilidad ecológica, económica y social de la producción. Estas prácticas no solo contribuyen a mantener la provisión de los SE, sino que también fortalecen la resiliencia frente a eventos extremos. Entre sus fundamentos se encuentra la conservación y promoción de los recursos naturales, esenciales tanto para la producción agrícola como para los SE. Técnicas como el manejo integrado de plagas, la gestión eficiente de nutrientes y la agricultura de conservación son ejemplos de BPA. Estas metodologías pueden adaptarse a distintos sistemas de producción y escalas de operación (FAO, 2016b).

En este sentido, la normativa vigente en el partido

de Tandil plantea la ordenanza de "Regulación de aplicaciones de agroquímicos" que tiene como objetivo priorizar la protección de la salud humana y de los ecosistemas, optimizando el manejo y la utilización de fitosanitarios. Esta normativa establece un área, denominada zona de amortiguamiento: una zona de transición en la cual se mezclan actividades urbanas y agrícolas que compiten por el uso del mismo suelo. La ordenanza entiende a estas áreas como aquellas donde solo se podrán aplicar productos agroquímicos banda verde y/o azul (clases III y IV), excluyendo los productos de mayor volatilidad, y únicamente con equipos terrestres, bajo las pautas ambientales y tecnológicas adecuadas, respetando las BPA indicadas por el organismo que corresponda (*i.e.* Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria -SENASA-, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria -INTA-, Ministerio de Producción y Trabajo u otro que lo reemplace).

Dadas las modificaciones en la ordenanza, el productor situado a poco más de 400 m de la Circunscripción 1 del partido de Tandil debe adaptarse a las nuevas pautas decretadas en el documento (la zona de amortiguamiento se encuentra limitada por la zona de exclusión, 60 m de la Circunscripción 1 y por 500 m de distancia de esta). Hasta entonces, el productor estaba ubicado en una zona sin regulaciones respecto al uso y aplicación de productos fitosanitarios, pero a partir de las actualizaciones, su establecimiento se encuentra dentro de la zona de amortiguamiento. Desde el punto de vista técnico, el manejo agropecuario de las zonas de amortiguamiento debe basarse en estrategias centradas en la heterogeneidad espacial de los diferentes paisajes de la región (*e.g.* Vazquez *et al.*, 2016, 2017, 2019; Sequeira *et al.*, 2021; Somoza y Vazquez, 2022). Para ello, es clave emplear técnicas de teledetección y sistemas de información geográfica (SIG). A su vez, este componente resulta indispensable para establecer las principales características agroecológicas, es decir, las necesidades primordiales de manejo y conservación (Sepulveda y López-Rodríguez, 2019).

Para decidir las estrategias de planificación ambiental rural, no obstante, es imprescindible no solo conocer las posibilidades técnicas, sino también identificar las redes de actores locales, las disputas de valores e intereses y las percepciones con respecto a las principales problemáticas asociadas al ámbito rural (Sayles y Baggio, 2017). Es probable que, en distintos contextos culturales, los tipos de acciones de administración consideradas apropiadas difieran (Gavin *et al.*, 2015). Por lo tanto, es

necesario identificar los distintos actores sociales involucrados -productores, agentes municipales, universidades, entre otras instituciones- y sus interacciones para establecer qué acciones resultan social, cultural y políticamente factibles, además de pertinentes, necesarias, apropiadas y eficaces (Bennett *et al.*, 2018; Saarikoski *et al.*, 2018).

El presente trabajo tuvo por objetivo (i) identificar la red de actores involucrada en la gestión ambiental rural de la región de Tandil y el rol que a cada actor le compete (*i.e.* el componente sociocultural-administrativo) y (ii) definir las prácticas agropecuarias que permitirían maximizar el sostenimiento de los SE y la sustentabilidad agroecológica de la región en general y las zonas de amortiguamiento en particular (*i.e.* el componente técnico).

METODOLOGÍA

Para cumplir los objetivos propuestos, se tuvo en consideración la complejidad paisajística y productiva de la región de Tandil, la cual se refleja en la distinción de ocho unidades ambientales (UA) que conjugan propiedades ecológicas y productivas homogéneas, así como también una misma dinámica de cambios en los usos y coberturas del suelo e intensidad de los procesos productivos asociados (Somoza y Vazquez, 2022). A su vez, estas unidades se pueden agrupar de la siguiente manera en función de características y problemáticas comunes (Figura 1):

- Unidades ambientales que funcionan como paisajes de transición entre sectores con relictos de pastizales naturales, en los cuales es necesario impedir el avance de la agricultura (Manuel-Navarrete y Gallopín, 2007). Requieren programas ambientales de conservación que limiten el desarrollo de actividades intensivas y que protejan la provisión de SE.
- Unidades ambientales identificadas como sectores de pasturas implantadas y/o pastizales mejorados con ciertas limitaciones para el cultivo y que permiten el desarrollo de la ganadería extensiva. Estos sectores generan una oportunidad para fomentar sistemas de producción mixtos. En áreas con pastizales naturales y pasturas implantadas es clave promover la ganadería, a partir de estímulos como las certificaciones productivas ecológicas para brindar competitividad a los agroecosistemas de la región y que permita la adopción de acciones orientadas a maximizar la conservación, defensa y protección del ambiente.

- Las unidades ambientales de las sierras y elevaciones del Sistema de Tandilia presentan condiciones físicas y naturales que las definen como vulnerables ante un importante avance de los cultivos debido fundamentalmente a las fuertes pendientes (mayores al 50%) que las exponen a procesos de erosión hídrica. En los sectores más elevados donde perduran áreas de pastizales naturales deberían realizarse actividades de conservación de la vegetación nativa.
- Diagnóstico de la provisión de SE culturales (IPSEC).
- Asistencia a actividades y capacitaciones planteadas por la Coordinación de Agroecología del municipio.
- Participación y desarrollo de talleres y encuentros.
- Asistencia a sesiones del Honorable Consejo Deliberante en las que se trató la actualización de la ordenanza de "Regulación de aplicaciones de agroquímicos en el partido de Tandil".
- Participación en audiencia pública destinada al debate sobre la mencionada ordenanza.

Determinación de la red de actores y elección de las estrategias

La propuesta de las estrategias para la planificación ambiental rural se basó en dos ejes o componentes principales: (i) la red de actores involucrados, es decir, el componente sociocultural-administrativo (asociado a las disputas de valores e intereses y a la percepción de los actores locales con respecto a las principales problemáticas asociadas al ámbito rural) y (ii) las prácticas agropecuarias factibles, es decir, el componente técnico (vinculado a cuestiones biofísicas derivadas del diagnóstico ambiental). Para abarcar el componente sociocultural-administrativo la información fue obtenida a partir de:

- Entrevista con referentes municipales de la Secretaría de Asuntos Agrarios, la Coordinación de Agroecología, el INTA, productores agroecológicos referentes locales y responsables de la Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa (AAPRESID).

En base de los dos componentes descriptos se delinearón estrategias y acciones a llevar a cabo. Las prácticas planteadas se establecieron de forma diferenciada para parte de los actores identificados. En particular, se consideró que las prácticas individuales precisan de la orientación, contención e incentivo para comprender y acceder a la información relativa al diagnóstico de manera que puedan analizar los problemas y oportunidades

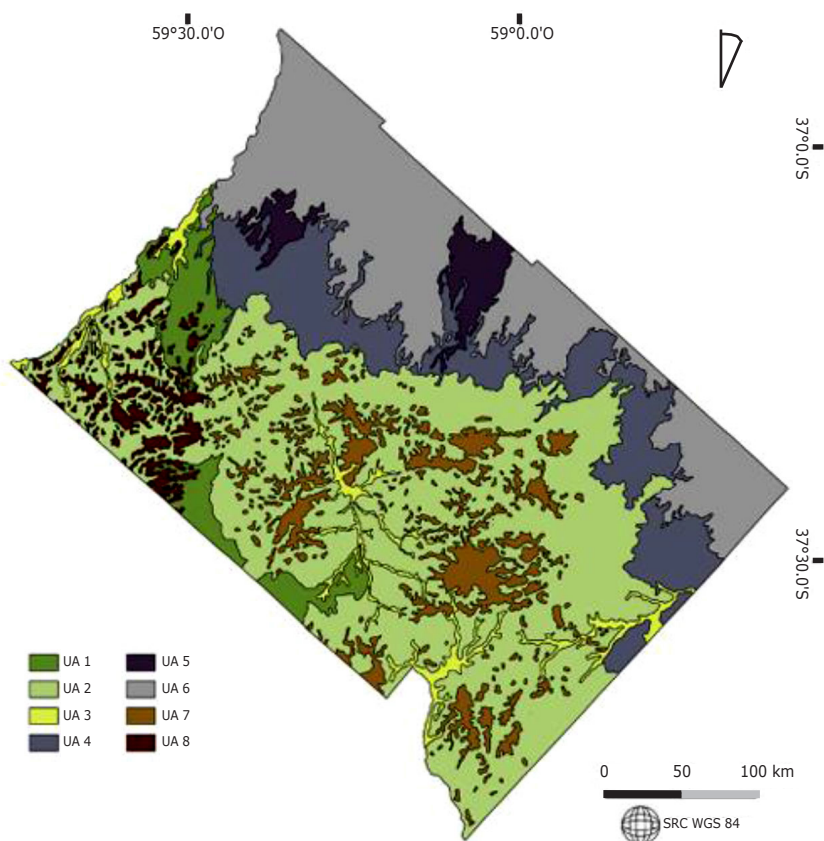


Figura 1. Unidades ambientales de la región de Tandil.
Fuente: Somoza y Vazquez, 2022.

derivadas de las distintas formas de producir (Paruelo *et al.*, 2014).

RESULTADOS

Considerando los actores identificados, se plantean a continuación estrategias para una planificación ambiental del territorio rural en función de los dos componentes planteados (*i.e.* el componente sociocultural-administrativo y el componente técnico). Dentro de la red de actores identificadas, se seleccionaron dos grupos:

(i). *Grupo 1*: referido a acciones a aplicar principalmente por parte de productores agropecuarios.

(ii). *Grupo 2*: vinculado a aquellas estrategias destinadas a ser aplicadas por instituciones públicas presentes en el partido de Tandil.

Grupo 1: estrategias para desarrollar por productores agropecuarios

Se identificaron siete estrategias:

(i). *Implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA)*

La incorporación de BPA no solo permite la adaptación de las prácticas que posibiliten el cumplimiento de aspectos legales que entran en vigor con la actualización de la ordenanza, sino que a la vez minimizan los riesgos asociados al empleo de productos fitosanitarios al disminuir la exposición a los mismos. De esta manera, llevar a cabo las estrategias planteadas reportaría beneficios ambientales entendidos como mejoras asociadas a aspectos económicos, sociales y ecológicos.

El documento "Pautas sobre aplicaciones de productos fitosanitarios en áreas periurbanas" del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2013) expresa que "debido al desarrollo creciente de los centros urbanos sobre áreas tradicionalmente agrícolas, los habitantes perciben las prácticas habituales de manejo y aplicación de fitosanitarios como un riesgo potencial para su salud y el ambiente. El clima de incertidumbre acerca de los impactos de los fitosanitarios a veces se convierte en un conflicto entre agricultores y pobladores de las zonas periurbanas".

A su vez, la implementación de estrategias tendientes a "hacer las cosas de la mejor forma posible" ayuda a desmitificar la figura de los productores agropecuarios como responsables absolutos de problemas ambientales que se les adjudican por emplear productos químicos (por ejemplo, contaminación de cursos de agua, del patrimonio de terceros, de alimentos, etc.). Esto posibilita la mejor convivencia entre diferentes usos del suelo y actividades económicas.

Reconociendo que los productos fitosanitarios no son inocuos para la salud humana ni para el ambiente, su uso responsable es indispensable para prevenir los posibles daños derivados de su uso y manejo. El riesgo asociado a su uso está dado en función del grado de toxicidad del producto formulado (peligrosidad del producto), de la dosis aplicada y de la exposición al producto. Dicho riesgo puede ser gestionado y minimizado empleando BPA que fijan estrategias precisas que garantizan un adecuado uso de los productos fitosanitarios como herramientas imprescindibles para una producción sostenible de alimentos y acorde con la demanda en las áreas periurbanas.

A continuación, se plasman una serie de acciones y recomendaciones para el productor de manera tal de disminuir el riesgo ambiental vinculado a la aplicación de productos fitosanitarios, cumplir con el marco legal impuesto por la ordenanza, aumentar la eficiencia y disminuir costos de aplicación. En consecuencia, la puesta en práctica de estas acciones actúa sinérgicamente reportando beneficios en el ámbito productivo, económico, social y ecológico.

(ii). *BPA en el uso de productos fitosanitarios en zona de amortiguamiento*

La actualización de la normativa mencionadas requiere entonces, la incorporación de estrategias de producción y de aplicación de productos fitosanitarios que se adapten a dicha competencia y permita la convivencia de diferentes actividades sin que entren en conflicto. Por ejemplo:

- El productor debe informar a la autoridad de aplicación, las aplicaciones de fitosanitarios con 24 h de anticipación, mediante la presentación de los datos de la empresa, el día de la aplicación, el o los productos que se aplicarán, su grado de toxicidad, dosis y la tecnología a utilizar, además de un plano escrito con la ubicación del lote a tratar y la copia de la correspondiente receta agronómica.
- El productor se compromete a realizar aplicaciones de fitosanitarios de menor riesgo al disminuir la toxicidad asociada a los productos empleados. Exclusivamente serán utilizados productos de clase toxicológica III y IV, adecuándose a la situación particular.
- El productor, según lo estipulado por la actualización de la Ordenanza deberá desarrollar un plan de trabajo en el cual se incorporen nuevas alternativas, nuevas tecnologías para la aplicación como la aplicación selectiva o localizada de malezas, pulverización anti-

deriva y plaguicidas biológicos u otra tecnología similar que logre eficiencia en el manejo de los productos. Por consiguiente, al momento de aplicar herbicidas, insecticidas y funguicidas en lugar de realizar aplicaciones de cobertura total se deberán considerar aplicaciones dirigidas en el entresurco del cultivo (por debajo de las plantas cultivadas) con productos selectivos.

(iii) Registro del historial y manejo del establecimiento agropecuario

- Mantener un apropiado sistema de registro, en el cual se evidencie el historial de producción y de las técnicas productivas empleadas, pudiéndose revisar todas las actividades realizadas (e.g. densidad de siembra, fecha de siembra, fecha de cosecha y rotación de cultivos, registro de aplicación de fertilizantes y fitosanitarios, de empleados permanentes y temporarios, entre otros).
- Planificación de futuras prácticas de manejo en base a situaciones actuales y pasadas con relación a impactos percibidos, por ejemplo, a partir de la merma de productividad.

(iv). Gestión del suelo

- Rotaciones intensivas que mejoren el contenido de carbono y la estabilidad estructural y protejan al suelo de la erosión hídrica y eólica. Se aconsejan rotaciones fundamentalmente con gramíneas, cultivos de cobertura y siembra directa para reducir o revertir la degradación de los suelos ya que se alternarían especies vegetales con diversa habilidad para absorber los nutrientes del suelo, por ejemplo, alternando la utilización de cultivos que agotan el suelo con otros que contribuyen a mejorar su fertilidad (*i.e.* gramíneas, leguminosas, entre otras). La inclusión de gramíneas en las rotaciones incrementa los aportes de biomasa (*i.e.* rastrojos y raíces) de alta relación carbono/nitrógeno a los suelos, lo que mejora su estructura y sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Wright y Hons, 2005).
- Rotar especies vegetales susceptibles a ciertas enfermedades y plagas con otras más resistentes colaborando así a disminuir la presión de selección y resistencia; planificar las secuencias de cultivo teniendo en cuenta los efectos negativos o positivos de un cultivo sobre el siguiente.
- Empleo de maquinaria apropiada.
- Implementación de agricultura por ambientes y manejo

de cultivos basado en conocimientos ecofisiológicos con el objetivo de adecuar las rotaciones y el manejo del cultivo al ambiente. En función del conocimiento de cada unidad ambiental y del funcionamiento de los cultivos, se determinará la secuencia de especies de la rotación de cada potrero y el manejo apropiado de cada cultivo. Como ejemplo de estas prácticas, se describe la gestión realizada en un agroecosistema del partido de Tandil por Monzón *et al.* (2018) en el cual la productividad de una ha promedio se incrementó 23%, lo que se traduce en aumentos de las eficiencias de uso de agua y nutrientes disponibles y de la energía fósil utilizada. Dicha gestión incluye la eliminación del cultivo de maíz en las lomas (en general, de textura arenosa) por su alta susceptibilidad a la sequía en floración (en caso de decidir mantener este cultivo en dichos ambientes se deben seguir las recomendaciones previamente indicadas para áreas con alta probabilidad de ocurrencia de estrés hídrico en verano); a utilización de soja de ciclo más corto en los bajos para adecuarse al menor periodo libre de heladas y aprovechar el alto potencial del ambiente, realizando los ajustes de densidad y espaciamiento entre hileras necesarios para asegurar altas coberturas; la anticipación de la floración del trigo en las lomas en las cuales el riesgo de heladas en esa etapa es menor, lo que resulta en mayor potencial y estabilidad del rendimiento y posibilita la deseable anticipación de la siembra de soja de segunda, etc.

(v). Disminuir la tendencia al monocultivo

Implementación de sistemas de cultivos variados, donde dos o más cultivos crecen juntos en la misma superficie de tierra durante parte o todo su ciclo incrementando así la diversidad específica y genética espacial del agroecosistema. La combinación puede darse a través de cultivos mezclados o al azar, cultivos en líneas intercaladas y cultivos en franjas (Flores y Sarandón, 2014). Este sistema no se reduce sólo a la mezcla de diferentes especies, sino también a la combinación de cultivares de una misma especie, y ésta es también una alternativa factible para incrementar el rendimiento de los cultivos. La diversificación de cultivos (en espacio y tiempo) no sólo es posible con rotaciones de cultivos sino también con cultivos de cobertura o "cultivos de servicio" fundamentales para proporcionar un conjunto de SE como la protección del suelo, asegurando que el suelo no quede desnudo entre dos cultivos (Pinto *et al.*, 2017).

(vi). Manejo integrado de plagas, malezas y enfermedades (MIPMyE)

Este planteo, a diferencia del control de plagas, no pretende como objetivo último un cultivo totalmente libre de adversidades sino aplicar criterios de decisión que permitan mantener la población de especie no deseada en niveles compatibles con la producción y rendimiento económico de los cultivos de cosecha (Satorre, 2015). Algunas de las cuestiones clave a considerar para su puesta en marcha son:

- Identificación del problema (¿qué especie?).
- Cuantificación del problema (abundancia de la especie no deseada) seguido por el monitoreo y registro de éste.
- Diagnóstico del cultivo y análisis de posibles interacciones con otros factores.
- Determinar herramientas de decisión a corto y mediano plazo, por ejemplo, establecer cuáles serán los umbrales económicos de daño a considerar. En este punto se enfatiza la necesidad de plantear umbrales dinámicos de daño.

(vi). Rediseño del agroecosistema e incorporación de corredores biológicos

Esta propuesta implica, la incorporación, integración y convivencia de diferentes subsistemas, por ejemplo, agrícolas y ganaderos y/o de subsistemas agrícolas entre especies arbóreas y herbáceas, de ser posible a través de flujos de biomasa y nutrientes entre ambos sistemas. Los mencionados flujos se dan a partir de la rotación con pasturas, pastoreos de rastrojos para el control de malezas, compostaje y peleteado de residuos animales, la introducción de especies forrajeras en las rotaciones y los intercultivos, entre otros.

Por otro lado, los límites de las parcelas de cultivo pueden identificarse e incorporarse como potenciales puntos de partida para la planificación de una "Red ecológica" que permitiría mantener la biodiversidad y la provisión de SE. Es importante mencionar que estos puntos de partida no resultarían suficientes, sino que dicha red debería sumar otros elementos como zonas núcleo, parches y corredores a partir de los cuales se evaluaría la reconexión de los ambientes naturales (Jongman y Pungetti, 2004). No obstante, en el contexto de la planificación de redes ecológicas utilizar áreas marginales y bordes existentes puede ser una estrategia eficaz y una opción pragmática para minimizar los conflictos entre la conservación y la producción agrícola (Jongman y Pungetti, 2004).

Grupo 2: estrategias por desarrollar por instituciones municipales o privadas

Se identificaron nueve estrategias:

(i). Asesoramiento y capacitación para la aplicación de BPA en el uso de fitosanitarios

Esta iniciativa tiene como objetivo concientizar al productor y a sus empleados a cargo sobre la importancia de considerar e implementar BPA haciendo énfasis en el concepto de que la utilización de los plaguicidas debería hacerse con la premisa de maximizar sus beneficios y minimizar sus desventajas. Por otro lado, están dirigidas a interesados de la sociedad civil, habitantes de la zona del periurbano como también habitantes de zonas rurales con el objetivo de desmitificar algunas de las implicancias negativas asociadas a todas las prácticas productivas, como por ejemplo las asociadas a la deriva de las aplicaciones fitosanitarias.

En este sentido, sería enriquecedor sumar en este punto prácticas a campo o jornadas de aplicaciones aéreas y/o terrestres llevadas a cabo por instituciones como CASAFE. La logística de aplicación demostrada en estas jornadas debería ser empleada para desarrollar protocolos locales de aplicación y en base a la experiencia acumulada. Se podría elaborar un protocolo de trabajo referido al uso de fitosanitarios en zonas de amortiguamiento, conciliando la minimización de los riesgos para la salud y el ambiente que supondría la exposición a estos productos, con la protección de los cultivos y sin menoscabo a la producción.

(ii). Incorporación de la figura del fiscalizador para el control de aplicaciones de productos fitosanitarios

En relación con la propuesta previa, incorporar la figura de fiscalizadores o veedores municipales que se encarguen de controlar la aplicación de productos fitosanitarios en establecimientos productivos seleccionados de manera arbitraria. Las visitas se realizarían con mayor frecuencia en zonas de amortiguamiento por ser zonas en las cuales las actividades productivas entran en conflicto con mayor frecuencia.

(iii). Programas de fomento e incentivos para implementación de camas biológicas

En el partido, la ordenanza de "Regulación de aplicaciones de agroquímicos" prohíbe el lavado o vaciado de remanente de aplicación en los cursos de agua como así también el vaciado de remanentes en banquinas, caminos, rutas, zonas bajas o humedales y pastizales naturales de áreas protegidas. En esta línea, el desarrollo de

esta propuesta podría implicar beneficios ya que no solo evita estas prácticas prohibidas “tranqueras hacia fuera” sino que mejora la situación con respecto a lo que sucede dentro de los establecimientos productivos “tranqueras adentro”. Las camas biológicas son una tecnología sustentable y biológicamente activa que retiene y degrada microbiológicamente, y de manera efectiva, los excedentes de productos fitosanitarios, tanto solos como en mezclas (Fogg *et al.*, 2004).

Esta técnica puede englobarse dentro de un marco general de medidas de mitigación de riesgos como las BPA ya que evitan la contaminación puntual con productos químicos impidiendo que lleguen al suelo, a las napas y/o a los cursos de agua. Son una solución práctica para el manejo de derrames y excedentes de mezcla sin aplicar, y para enjuagar y lavar tanto los equipos de aspersión como los equipos de protección personal y otros implementos utilizados en la aplicación de estos productos. Para fomentar su aplicación, instituciones municipales y estatales podrán brindare capacitaciones para su construcción y empleo. También podrían asesorar a los productores sobre qué tipo de cama biológica le conviene adoptar de acuerdo con las características propias del agroecosistema que maneje y de la cantidad de aplicaciones que efectúe.

(iv). Sistema de monitoreo satelital

Esta acción apunta a que aquellos equipos de aplicación que operen en las zonas de exclusión y amortiguamiento cuenten con tecnología instalada para la identificación de su recorrido en el partido mediante georreferenciación, seguimiento de trayectoria, caja negra o cualquier tecnología similar que genere registro a resguardo de ubicación espacial al momento de la aplicación del producto. El municipio podrá solicitar en el momento de control e inspección la información necesaria para constatar la trayectoria del equipo de aplicación. La autoridad de aplicación podrá contar con un sistema de rastreo y monitoreo de equipamientos que provea información para el control de los recorridos y aplicaciones.

(v). Certificación local para la acreditación de prácticas hacia una agricultura sustentable

El objetivo de esta acción es identificar a aquellos productores que participen activamente de los diferentes programas propuestos a nivel municipal y que verifiquen fehacientemente la aplicación de los conocimientos adquiridos en sus prácticas productivas. En Tandil se

asocia a la mayoría de los productores con la modalidad de agricultura “convencional”, pero el número de productores agroecológicos se encuentra en aumento. Por consiguiente, sería favorable generar dos tipos de certificaciones ya que las BPA a implementar por parte de cada uno de ellos difieren notoriamente. El objetivo de la certificación no es castigar a todos los productores convencionales, sino dentro de este grupo premiar o hacer énfasis en aquellos que se esfuercen y demuestren llevar a cabo las practicas productivas de forma responsable y eficiente progresivamente. Esta estrategia funcionaría, a su vez, como disparadora para el aprendizaje tanto de los consumidores (trazabilidad de los productos, calidad, información nutricional, técnicas de producción), como de los productores (fomento de marcas, apoyo mutuo para encarar limitaciones comunes).

(vi). Promoción de la “Mesa de las carnes” y de la “Mesa de la agroecología”

Esta estrategia tiene por objetivo contribuir a conservar actividad ganadera en serranías y planicies distales del partido. De acuerdo con entrevistas con miembros del municipio y colaboradores técnicos se identificaron estrategias incipientes para la construcción de una “Mesa de las carnes”. Por ello, esta acción propone continuar generando bases sólidas para el desarrollo y concreción de estos espacios de diálogo que poseen el potencial de implementar prácticas sustentables por fuera de los mecanismos convencionales. Este espacio fomentaría la ganadería regenerativa, un sistema que consiste en un abordaje integral (holístico) basado en imitar a la naturaleza, que permite restablecer el equilibrio de suelos y pastizales, devolver biodiversidad a los ecosistemas, aumentar la rentabilidad con bajo nivel de insumos, mejorar el bienestar animal y la calidad de la carne, promover el arraigo rural y mitigar el cambio climático, ya que el secuestro de carbono es la variable ambiental que probablemente esté más presente en muchos sitios de intercambio ganadero (Devesa y Cali, 2021).

A su vez, se extiende esta estrategia al ámbito de la agroecología al formular la “Mesa de la agroecología”, enfocada en agroecosistemas situados en zonas de periurbano, es decir zonas de exclusión y amortiguamiento de fumigaciones. Estos ámbitos funcionarían como espacios de interacción concernientes al conjunto de actores (productores, transformadores, elaboradores, distribuidores, consumidores, etc.) para la construcción de sistemas de certificación de calidad con el objetivo

de materializar una calidad diferencial y medirla a través de una serie de variables objetivables (e.g. características físicas, químicas, cumplimiento de requisitos y/o protocolos, etc.). Además, los mencionados sistemas de certificación de calidad se desempeñarían como un canal de Pago por servicios ambientales en la medida que generen señales para que los consumidores perciban atributos distintivos entre productos similares o que satisfacen (aparentemente) una misma necesidad y propulsen canales de comercialización alternativos.

(vii). Promoción de escuelas rurales como espacios de intercambio

Esta acción está orientada a destacar a las escuelas rurales como puntos de encuentro e intercambio. Por un lado, serían la locación donde se podrían llevar a cabo las diferentes capacitaciones descritas con anterioridad. Por otro lado, en torno a ellas podrían desarrollarse ferias de productores locales de forma periódica que actuarían como espacios en los cuales estarían presentes productos que obtuvieran los sellos de calidad planteados. Las mismas convocarían a actores locales con diferentes intereses y puntos de vista fomentando así el intercambio de saberes y nuevas prácticas adoptadas junto con sus resultados. En esta misma línea, gestionar un programa de "Vías o caminos pecuarios" favorecería aún más esta iniciativa. Su implementación partiría de planes de restauración y conservación de los hábitats naturales situados en cercanía a caminos rurales, por ejemplo, aquellas áreas destinadas a la banquina. Es decir, mejorando el entorno ecológico estos caminos serían ejes vertebradores del territorio y elementos fundamentales de conectividad social, económica y cultural.

(viii). Formación de equipos de trabajo interdisciplinarios con orientación a obtención de resultados de campo en conjunto

Formar grupos de trabajo interdisciplinarios, conformados por miembros del Municipio, productores agroecológicos o en transición, productores convencionales, asociaciones representantes de cada uno de ellos y asesores técnicos que tengan como objetivo obtener resultados en conjunto sobre diferentes experiencias productivas con relación a la provisión de SE de regulación en los agroecosistemas.

(ix). Creación de un "Observatorio ambiental"

Establecer una instancia u órgano gestor de carácter

técnico, político, estratégico y operativo resulta fundamental para guiar y coordinar la ejecución del plan, actuar como nexo entre actores, controlar su cumplimiento de acuerdo a lo planificado y a la normativa, asignar prioridades para la asignación de recursos y rendir cuentas, realizar un seguimiento del grado de implementación de cada etapa, proponer modificaciones y adaptaciones, elaborar informes sobre la actividad, dinamizar la participación social y mantener informados a los actores participantes del proceso, a instancias políticas y a la comunidad en general. Dicho órgano será el encargado de operativizar a partir de la definición de medidas normativas, programas, planes y proyectos qué se puede y qué no se puede hacer, dónde y cuándo, cómo, quién controla y quién financia.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos exponen la necesidad de incorporar de prácticas productivas que tiendan progresivamente a la sustentabilidad de los agroecosistemas y aminoren las externalidades negativas asociadas a la producción agropecuaria en la región de Tandil (Sarandón *et al.*, 2006). Esto permitirá, a su vez, mantener las funciones y SE locales y promover una transición hacia prácticas agroecológicas sostenibles, facilitando la articulación y colaboración entre productores de diferentes escalas y modalidades de producción. El listado de estrategias dirigidas específicamente a ser implementadas e incentivadas desde instituciones municipales posee como pilar principal el asesoramiento y capacitación de productores y consumidores, el fomento e incentivo para la implementación de prácticas alternativas y la promoción de espacios interdisciplinarios de intercambio. Su planteo se argumenta en la necesidad de garantizar una innovación institucional que acompañe en una transición gradual a los productores, con regulaciones sobre el tipo de fitosanitarios a utilizar, por ejemplo, y demandas de mercado que motive mayores transformaciones en pos de una agricultura sustentable.

Este proceso depende de variables estructurales que caracterizan a los productores y por consiguiente será moldeado por las acciones llevadas a cabo por instituciones públicas: el resultado del proceso transicional transcurre en forma dinámica, en tanto que las decisiones que toman los productores están influenciadas por múltiples factores: intereses individuales, relaciones dentro del grupo, objetivos y perspectivas, entre otros. Este marco, permitiría seducir a productores a incorporar prácticas agrícolas diferentes a través de

herramientas que garanticen la competitividad de lo producido, como las BPA y su certificación. En consecuencia, se pondrían en marcha un conjunto de principios técnicos e institucionales para sostener la producción agrícola y los SE, a través de un uso intensivo de las funcionalidades naturales del agroecosistema y de los conocimientos y habilidades de las comunidades agrícolas. En conclusión, las prácticas de manejo planteadas, intensivas en conocimiento, pueden aportar significativamente al mantenimiento de la provisión de SE de abastecimiento a través de la adaptación de las especies cultivadas a las condiciones específicas del ambiente. A su vez, favorecen el uso eficiente y una menor dependencia de los recursos e insumos no renovables y contaminantes con la consecuente atenuación de impactos asociados a la merma de provisión de servicios ecosistémicos de regulación.

Las estrategias fueron elegidas con el propósito de promover la provisión de SE de regulación y culturales y de esta manera modificar la tendencia a su disminución en un escenario agropecuario productivo que potencia exclusivamente la provisión de servicios de abastecimiento comercializables (Balvanera *et al.*, 2017). En este sentido, las propuestas se basan en un trabajo previo que consistió en identificar las principales problemáticas ambientales de la región de Tandil. De esta manera, la elección de las medidas descriptas se basa en la consideración de la complejidad ambiental y paisajística de la región, a partir de la determinación de unidades ambientales, el diagnóstico de la provisión de SE y el análisis de la reglamentación ambiental vigente. Este planteo requiere comprender la complejidad de los sistemas ambientales, conocer la ingeniería ecológica tanto a nivel de agroecosistema como de paisaje, la interacción con actores locales (coinnovación) y la innovación no solo técnica sino también institucional. Particularmente, la innovación requerirá una transición de las tecnologías de insumos empleadas actualmente a optar por la ecoeficiencia, optimizando los insumos utilizados; aplicar regulaciones (en muchos casos demandadas por el mercado); sustituir insumos; rediseñar los agroecosistemas; promover el desarrollo territorial rural.

Las estrategias enumeradas en este trabajo buscan articular acciones tanto por parte de los actores particulares involucrados (*i.e.* productores agropecuarios) como por parte de administraciones locales e instituciones privadas. No obstante, si bien se plantean estrategias destinadas particularmente a productores o a desarrollar desde el ámbito municipal, estas medidas deberían

realizarse paralela y conjuntamente de manera tal de lograr sinergismos entre las acciones. De hecho, esta diferenciación en la praxis podría considerarse sutil ya que estos actores se vinculan y potencian mutuamente. A su vez, las estrategias descriptas para productores deben ser fomentadas e incentivadas desde instituciones locales tanto públicas como privadas; por ello, estas prácticas deberían incluirse en el marco de una planificación ambiental del medio rural por parte del municipio.

Las acciones propuestas pretenden un cambio gradual y factible considerando las características ecológicas, productivas y sociales de los agroecosistemas del área de estudio. Por consiguiente, las estrategias listadas pueden ser concebidas como los primeros pasos de una progresiva transformación a sistemas más sostenibles. Los principios que las caracterizan son el incremento en la eficiencia de las prácticas convencionales, la sustitución de prácticas e insumos convencionales por prácticas alternativas sostenibles, el rediseño del agroecosistema y la promoción de un cambio de ética y de valores (Marasas *et al.*, 2012). De hecho, las BPA no son solo consideradas como una solución final a los impactos originados por el avance de la agricultura sino también son importantes para la transición. No se plantea la eliminación o prohibición del uso de fitosanitarios sino un uso responsable y más eficaz a través de la implementación de las BPA. Así se fomenta el cuidado del ambiente, la seguridad de las personas y animales, la inocuidad y seguridad alimentaria. El peligro inherente a las sustancias químicas sigue estando presente, pero al disminuir la exposición se reduce paralelamente el riesgo.

Por un lado, la efectividad de los manejos contemplados dentro de las BPA se refleja en estudios para frenar y revertir los procesos de pérdida y deterioro de las tierras productivas (Tittonell, 2014); para reducir la necesidad de aplicación de fitosanitaria (Jaime *et al.*, 2013; Tittonell *et al.*, 2016; Eevers *et al.*, 2017); así como también para revertir la pérdida de fertilidad de los suelos (Rosegrant *et al.*, 2014). Por otro lado, su efectividad ha sido demostrada mediante experiencias prácticas llevadas a cabo en diferentes regiones agroecológicas de nuestro país, en variadas condiciones climáticas y tecnológicas por CASAFE y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. En ellas se demostró, por ejemplo, que la deriva en superficie promedió los 9,7 m en las aplicaciones terrestres y los 45 m en las aplicaciones aéreas. De la evaluación de los resultados

obtenidos se desprende que la adopción de buenas prácticas de aplicación de fitosanitarios, que supone la combinación de conocimiento, tecnología y responsabilidad profesional, minimiza la ocurrencia de derivas (Elorza y Moavro, 2020; Elorza, 2021).

A pesar del desarrollo de herbicidas, las poblaciones de malezas no fueron reducidas al ritmo esperado y, el uso continuado condujo a la aparición de biotipos de malezas resistentes y, en algunos casos, al aumento del riesgo de contaminación debido al uso incorrecto de las tecnologías (Andrade, 2020). Frente a esta problemática, la idea tradicional de "control" de malezas fue paulatinamente reemplazada por la de "manejo" (Bedmar *et al.*, 2002). A partir de este escenario es que se justifica la aplicación de MIPMyE en los agroecosistemas de la región de Tandil considerando prácticas que resulten duraderas, ambiental, toxicológica y económicamente justificables que previenen el daño de las plagas, principalmente mediante el uso de factores naturales que limitan su crecimiento y el desarrollo de enfermedades, y que recurren solo si es necesario a otras prácticas, preferiblemente no químicas (Murray y Taylor, 2007). Numerosos son los trabajos y experiencias que exponen prácticas asociadas al MIPMyE y reconocen la importancia del conocimiento de la dinámica poblacional y de la estructura funcional de las plagas, de las condiciones predisponentes para su aparición y de cómo son afectadas por el sistema de producción (Surendra *et al.*, 2019).

En relación con la gestión del suelo, la siembra directa contribuye a disminuir la pérdida materia orgánica de los suelos, aunque no es seguro que promueva su recuperación (Álvarez *et al.*, 2014). Para que ello suceda se proponen en el presente trabajo otras prácticas para combinar, como rotaciones intensivas que recurran a la inclusión de cultivos como el trigo y el maíz y el uso de coberturas invernales. Estas prácticas constituyen las BPA mencionadas por las "Guías voluntarias de manejo sustentable de suelos", de la FAO (2017) orientadas a proteger el suelo de la erosión y a mejorar el contenido de materia orgánica, la fertilidad, la estabilidad de los agregados, la capacidad de retención hídrica, la infiltración, la aireación, la dinámica de la biología de los suelos y el acoplamiento de los ciclos de carbono y nitrógeno (Rosegrant *et al.*, 2014).

La propuesta de rediseño del agroecosistema y la incorporación de corredores biológicos se suma a las estrategias de gestión de suelos generando sinergias positivas, por ejemplo, a partir de adecuadas rotaciones

o producciones integradas de agricultura y ganadería (Lemaire *et al.*, 2014). Por un lado, la implementación de sistemas mixtos que alternan un período de cultivos, durante el cual disminuye el contenido total y en mayor medida la fracción lábil del carbono del suelo, con un periodo de pasturas, que permite recomponer dichas formas de carbono, es una alternativa de manejo factible (AAPRESID, 2016). Por otro lado, la incorporación de corredores biológicos o cercos vivos (constituidos por varias hileras de vegetación, preferentemente nativas, y con parches multiestratos fundamentales en la restauración ecológica) permite la creación de áreas con diferentes capas de vegetación, como herbáceas, arbustivas y arbóreas, que son esenciales para mejorar la conectividad ecológica y la biodiversidad (Zhang *et al.*, 2024). Este escenario favorecería (i) el aumento de la conectividad entre diferentes fragmentos, (ii) una reducción de los ataques de plagas ya que proveen a los enemigos naturales de refugio, hábitat y alimento, (iii) una disminución de la necesidad de emplear plaguicidas sintéticos y (iv) una mejora de la estructura del suelo. Esto último conllevaría también a reducir la escorrentía y el acarreo de sedimentos (junto a plaguicidas sintéticos y fertilizantes) hacia cuerpos de agua superficiales por medio de procesos erosivos; la contaminación y pérdida de nutrientes beneficiosos para el suelo y las plantas (Paleologos *et al.*, 2017).

Numerosos estudios y experiencias que evaluaron la degradación de los distintos tipos de productos fitosanitarios en camas biológicas. Por ejemplo, se observaron valores elevados de degradación de compuestos herbicidas, insecticidas y fungicidas en una cama biológica, a niveles muy bajos e incluso no detectables (Papazlatani *et al.*, 2019).

Por último, con la finalidad de promover el desarrollo de estas estrategias, Andrade (2020) plantea que se deberían desarrollar instrumentos de certificación de la agricultura y sellos de producción sustentable para la región de Tandil, además de normalizar y unificar legislaciones y regulaciones. Las certificaciones funcionarían como instrumentos de gestión con un triple propósito, favorecer (i) al productor porque facilitaría la conquista de nuevos mercados y generarían competitividad comercial, (ii) al consumidor debido a que garantiza la inocuidad en el producto de consumo; y (iii) a la provisión de SE debido a que permiten la detección y corrección de los impactos desfavorables de las actividades agroindustriales.

CONCLUSIONES

Es preciso diversificar la visión dicotómica de un modelo u otro: de una agricultura convencional o tradicional, con un uso intensivo de insumos, o un modelo agroecológico u orgánico. Resultaría enriquecedor comenzar a pensar en un conjunto de sistemas heterogéneos pertenecientes a ambos grupos e incluso en transición que convivan y velen progresivamente por un reemplazo de insumos químicos y factores tecnológicos externos en primera instancia por otras opciones más sustentables y luego por la sustitución por procesos ecológicos. En este sentido, es necesario que todos los sistemas puedan estar acompañados y auditados, por un lado, por figuras competentes, con conocimientos técnicos, como ingenieros agrónomos que acerquen y orienten sobre otras formas de producir y posibiliten que la implementación de los modelos resulte exitosa. Por otro lado, es necesario que instituciones municipales, provinciales y nacionales permitan a los diferentes tipos de producciones acceder a distintos

mercados en los cuales se vean reflejado los valores monetarios no exclusivamente de SE de abastecimiento sino también de regulación. Es evidente la ausencia de planificación y de la existencia de un organismo capaz de nuclear e integrar las necesidades de productores de diferentes escalas y modalidades de producción y articulen la fragmentación propia del sector agrícola en la región. Este punto deja en claro que para el logro de una transición productiva hacia formas más sustentables de producción también es necesaria una transición en el diálogo entre actores y la integración de sus demandas e intereses. De hecho, una intensificación ecológica solo es posible mediante la puesta en práctica de un conjunto de principios técnicos e institucionales para lograr aumentar y sostener la producción agrícola y los SE, a través de un uso intensivo de las funcionalidades naturales de los agroecosistemas y de los conocimientos y habilidades de las comunidades agrícolas.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, C., Taboada, M., Perelman, S. y Morrás, H. (2014). Topsoil structure in no-tilled soils in the Rolling Pampas, Argentina. *Soil Research*, 52, 533-542. <https://doi.org/10.1071/SR13281>
- Andrade, F. H. (2020). *Los desafíos de la agricultura global*. 1ª ed. ampl. Ediciones INTA. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/9137>.
- Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa-AAPRESID. (2016). *Sistemas Chacras Pergamino. Hacia una producción sustentable real. Resumen resultados 2011-2016*. Sistemas Chacras AAPRESID.
- Balvanera, P., Daw, T. M., Gardner, T. A., Martín-López, B., Norström, A. V., Speranza, C. I. y Perez-Verdin, G. (2017). Key features for more successful place-based sustainability research on social-ecological systems: A Programme on Ecosystem Change and Society (PECS) perspective. *Ecology and Society*, 22(1). <https://doi.org/10.5751/ES-08826-220114>
- Bedmar, F., Eyherabide, J. y Satorre, E. (2002). Bases para el manejo de malezas. Capítulo 10. En: Andrade, F. H. y Sadras, V. O. (Eds.). *Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja* (pp. 450). INTA, FCA, UNMP.
- Bennett, N. J., Whitty, T. S., Finkbeiner, E., Pittman, J., Bassett, H., Gelcich, S. y Allison, E. H. (2018). Environmental stewardship: a conceptual review and analytical framework. *Environmental management*, 61(4), 597-614. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0993-2>
- Binder, C. R., Hinkel, J., Pieter, W. G., Bots y Pahl-Wostl, C. (2013). Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems. *Ecology and Society*, 18(4), 26. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05551-180426>
- Daily, G. C. (Ed.). (1997). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press.
- Devesa, A. y Cali, M. J. (2021). Ganadería regenerativa en Río Negro. EEA Alto Valle, INTA. *Fruticultura & Diversificación*, 27(88), 8-11. <https://inta.gob.ar/documentos/fruticultura-diversificacion-no-88>
- Eevers, N., White, J. C., Vangronsveld, J. y Weyens, N. (2017). Bio-and phytoremediation of pesticide-contaminated environments: a review. *Advances in botanical research*, 83, 277-318. <https://doi.org/10.1016/bs.abr.2017.01.001>
- Elorza, F. (2021). Buenas prácticas agrícolas: uso seguro y responsable de los productos fitosanitarios. CASAFE. <https://www.casafe.org/publicaciones/>
- Elorza, F. y Moavro, E. (2020). *Jornadas de buenas prácticas de aplicación de productos fitosanitarios (BPAF) con énfasis en los entornos periurbanos*. 1ª ed. ILSI Argentina.
- Flores, C. y Sarandón, S. (Eds.) (2014). Manejo de la biodiversidad en agroecosistemas. En: *Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables* (pp. 342-373). Edulp.
- Fogg, P., Boxall, A. B., Walker, A. y Jukes, A. (2004). Degradation and leaching potential of pesticides in biobed systems. *Pest. Manag. Sci.*, 60, 645-654.
- Food and Agriculture Organization-FAO. (2016a). Aprovechar los beneficios de los servicios ecosistémicos para una intensificación ecológica eficaz en la agricultura. Foro Global sobre Seguridad Alimentaria y Nutrición (Foro FSN). <https://www.fao.org/fsnforum/es>
- Food and Agriculture Organization-FAO. (2016b). *Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe (orientaciones de política)*. FAO.

- Food and Agriculture Organization-FAO. (2017). The future of food and agriculture –Trends and challenges, Rome. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/2e90c833-8e84-46f2-a675-ea2d7afa4e24/content>
- Gavin, M. C., McCarter, J. y Mead, A. (2015). Defining biocultural approaches to conservation. *Trends Ecol. Evol.*, 30, 140-145. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2014.12.005>
- Jaime, S., Andrade, F., Bedmar, F., Borracci, S., Leonardi, C., Martens, F., Quargnolo, E., Szczesny, A., Tito, G. y Vigna, M. (2013). *Criterios para la gestión de uso de los agroquímicos con un marco de ordenamiento territorial. Cerbas, Balcarce* (pp. 50). INTA.
- Jongman, R. H. y Pungetti, G. (Eds.). (2004). *Ecological networks and greenways: concept, design, implementation*. Cambridge University Press.
- Lemaire, G., Franzluebbbers, A., De Faccio Carvalho P. y Dedieu, B. (2014). Integrated crop-livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 190, 4-8. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.08.009>
- Leong, W. H., Teh, S. Y., Hossain, M. M., Nadarajaw, T., Zabidi-Hussin, Z., Chin, S. Y. y Lim, S. H. E. (2020). Application, monitoring and adverse effects in pesticide use: The importance of reinforcement of Good Agricultural Practices (GAPs). *Journal of environmental management*, 260, 109987. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109987>
- Marasas, M., Cap, G., De Luca, L., Pérez, M. y Pérez, R. (2012). *El camino de la transición agroecológica* (pp. 90). Ediciones INTA.
- Millennium Ecosystem Assessment-MEA. (2003). *Ecosystems and human well-being: A framework for assessment*. Island Press.
- Monzón, J., Calviño, P., Zubiaurre, P. y Andrade, F. (2018). Precision agriculture based on crop physiological principles improves whole-farm yield and profit: A case study. A case study in Argentina. *European Journal of Agronomy*, 99, 62-71. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.06.011>
- Murray, D. y Taylor, P. (2007). Pesticide reduction: Strategies. En: Pimentel, D. (Ed.). *Encyclopedia of Pest Management* (vol. II). CRC Press.
- Paleologos, M., Iermanó, M., Blandi, M. y Sarandón, S. (2017). Las relaciones ecológicas: un aspecto central en el rediseño de agroecosistemas sustentables, a partir de la Agroecología. *Redes*, 22(2), 92-115.
- Papazlatani, C. V., Karas, P. A., Tucac, G. y Karpouzias, D. G. (2019). Expanding the use of biobeds: Degradation and adsorption of pesticides contained in effluents from seed-coating, bulb disinfection and fruit-packaging activities. *Journal of Environmental Management*, 248, 109221. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.122>
- Paruelo, J. M., Jobbágy, E. G. y Litter, P. (2014). Bases conceptuales del ordenamiento territorial rural. Capítulo 1. En: Paruelo, J. M., Jobbágy, E. G., Litter, P., Diéguez, H., García-Collazo, M. A. y Panizza, A. (Eds.). *Ordenamiento territorial: conceptos, metodologías y experiencias* (pp. 10-31). FAO, MAG y UBA.
- Pinto, P., Fernández Long, M. E. y Piñeiro, G. (2017). Including cover crops during fallow periods for increasing ecosystem services: Is it possible in croplands of Southern South America? *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 248, 48-57. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.07.028>
- Power, A. G. (2010). Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.*, 365(1554), 2959-71. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0143>
- Rosegrant, M., Koo, J., Cenacchi, N., Ringler, C., Robertson, R., Fisher, M., Cox, C., Garrett, K., Perez, N. y Sabbagh, P. (2014). *Food security in a world of natural resource scarcity. The role of agricultural technologies*. International Food Policy Research Institute.
- Saarikoski, H., Primmer, E., Saarela, S. R., Antunes, P., Aszalós, R., Baró, F., Young, J. et al. (2018). Institutional challenges in putting ecosystem service knowledge in practice. *Ecosystem services*, 29, 579-598. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.07.019>
- Sarandón, S. J. y Chamorro, A. M. (2003). *Policultivos en los sistemas de producción de granos. En: Producción de granos: bases funcionales para su manejo* (pp. 353-360). 4ª ed. Editorial Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (EFA).
- Satorre, E. H. (2015). Los sistemas de producción agrícola y el problema de malezas. Oportunidades y limitaciones para su manejo integrado. En: Actas XXII Congreso Latinoamericano de Malezas. 9 y 10 de septiembre. ALAM, ASACIM. Buenos Aires, Argentina. 20-22 p.
- Sayles, J. S. y Baggio, J. A. (2017). Social-ecological network analysis of scale mismatches in estuary watershed restoration. *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 114, E1776-E1785. <https://doi.org/10.1073/pnas.1604405114>
- Sequeira, N., Vazquez, P., Sacido, M. y Daga, D. (2021). Zonificación agroecológica del partido de Benito Juárez (Argentina): análisis del avance agrícola y sus consecuencias ambientales. *Revista de Investigaciones Geográficas de la Universidad de Alicante*, 76, 285-307.
- Sepulveda, L. y López-Rodríguez, A. C. (2019). Definición de Unidades Ambientales de Análisis (UAA): método alternativo como base para la zonificación ambiental de ecosistemas marino-costeros. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*, 48(1), 103-117. <https://doi.org/10.25268/bimc.invemar.2019.48.1.760>
- Somoza, A., Vazquez, P., Zulaica, L. y Sacido, M. (2024). Provisión de servicios ecosistémicos culturales en el ámbito rural del partido de Tandil (1988-2002-2018), Argentina. *Revista GOT - Geografía e Ordenamento do Território*. En prensa.
- Somoza, A. y Vazquez, P. (2023). Provisión de servicios ecosistémicos de regulación en unidades ambientales del partido de Tandil, región pampeana austral argentina. *Revista Huellas*, 27, 1, <http://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/huellas>. <http://dx.doi.org/10.19137/huellas-2023-2707>
- Somoza, A. y Vazquez, P. (2022). Adopción del agronegocio y estrategias para el ordenamiento ambiental territorial: Unidades de agriculturización y unidades ambientales en el partido de Tandil, región pampeana argentina. *Revista Ciencias Agronómicas*, 39, e018. <https://doi.org/10.35305/agro39.e018>
- Somoza, A., Vazquez, P., Zulaica, L. y Sacido, M. (2021). Zonificación agroecológica del partido de Tandil (Argentina): aportes para gestión de servicios ecosistémicos. *Cuadernos de Geografía*, 43, 107-126. https://dx.doi.org/10.14195/0871-1623_43_8
- Somoza, A., Vazquez, P., Zulaica, L. y Sacido, M. (2020). Dinámica espacio-temporal de usos del suelo en sistemas ecológicos de la Región Pampeana Argentina. Agriculturización en el partido de Tandil. *M+A. Revista Electrónica de Medioambiente*, 21(1), 82-101. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/127619>

- Somoza, A., Vazquez, P. y Zulaica, L. (2019). Implementación de buenas prácticas agrícolas para la gestión ambiental rural. *Revista RIA*, 44(3).
- Surendra, K. D. (2019). The new integrated pest management paradigm for the modern age. *Journal of integrated pest management*, 10(1), 12. <https://doi.org/10.1093/jipm/pmz010>
- Tittonell, P. (2013). *Farming systems ecology. Towards ecological intensification of world agriculture* (pp. 40). Wageningen University.
- Tittonell, P., Klerkx, L., Baudron, F., Félix, G. F., Ruggia, A., van Apeldoorn, D., Dogliotti, S., Matfumo, P. y Rossing, W. A. H. (2016). Ecological intensification: local innovation to address global challenges. *Sustainable agriculture reviews*, 19, 1-34. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26777-7_1
- Vazquez, P., Zulaica, L. y Somoza, A. (2019). Agriculturización, impactos ambientales y zonificación ecológica en el partido de Tres Arroyos (provincia de Buenos Aires, Argentina). Período 2002-2017. *Geografía e Ordenamento do Território*, 18, 209-232.
- Vazquez, P., Zulaica, L. y Sequeira, N. (2017). Tasas de cambio de uso del suelo y agriculturización en el partido de Lobería, Argentina. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias-UNR*, 17(39), 28-36.
- Vazquez, P., Zulaica, L. y Requesens, E. (2016). Análisis ambiental de los cambios en el uso de las tierras en el partido de Azul (Centro Bonaerense). *Revista Agriscentia*, 33(1), 1-12.
- Wright, A. y Hons, F. (2005). Soil carbon and nitrogen storage aggregates from different tillage and crop regimes. *Soil Science Society of America Journal*, 69(1), 141-147. <https://doi.org/10.2136/sssaj2005.0141a>
- Zhang, W., Jiang, Z., Dai, H., Lin, G., Liu, K., Yan, R. y Zhu, Y. (2024). Modelling multi-scenario ecological network patterns and dynamic spatial conservation priorities in mining areas. *Land*, 13, 1065. <https://doi.org/10.3390/land13071065>

