

Plaguicidas en el Cinturón Hortícola Marplatense, Buenos Aires, Argentina: servicios ecosistémicos comprometidos y estrategias de manejo

Plaguicides in the Marplatense Horticultural Belt, Buenos Aires, Argentina: ecosystem services compromised and management strategies

Daiana Yael Daga

Lic. en Diagnóstico y Gestión Ambiental. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Centro de Estudios Sociales de América Latina (CESAL), Facultad de Ciencias Humanas (FCH), Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Argentina
daianadaga@conicet.gov.ar

Laura Zulaica

Lic. en Diagnóstico y Gestión Ambiental, Especialista y Magister en Gestión Ambiental, Doctora en Geografía. CONICET. Instituto del Hábitat y del Ambiente, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina
laurazulaica@conicet.gov.ar

Patricia Vazquez

Lic. en Diagnóstico y Gestión Ambiental, Master en Teledetección y SIG, Doctora en Ciencias Agrarias. CONICET. CESAL, FCH, UNICEN, Argentina
patriciavazquez@conicet.gov.ar

Resumen

Beneficiado por condiciones agroecológicas, el Cinturón Hortícola Marplatense (CHM) se posiciona como uno de los principales abastecedores de hortalizas de hoja y fruto al resto del país. El avance e intensificación de la actividad hortícola en el área resulta evidente en las últimas décadas. En este contexto, surgen diversos problemas ambientales derivados, principalmente, del amplio uso de plaguicidas. En este marco, el presente trabajo propone evaluar comparativamente el impacto potencial de contaminación por plaguicidas para dos casos de estudio en sistemas bajo cubierta y dos casos a campo dentro del CHM. Luego, identificar las posibles implicancias que la dependencia de estos insumos genera sobre los servicios ecosistémicos (SE) y, por último, plantear estrategias de manejo para preservar estos servicios. De acuerdo a los casos analizados, el sistema bajo cubierta obtuvo valores más elevados (0,15 y 0,18), que el sistema a campo (0,01 y 0,03) respecto a su potencial de contaminación. Los SE mayormente comprometidos serían los de polinización; control de plagas, enfermedades y malezas; fuente de alimento y hospedaje para especies benéficas; provisión de alimentos, y provisión de agua para consumo humano. En este sentido, es posible implementar estrategias que permitan combinar la conservación de los ecosistemas con la obtención de beneficios económicos. Finalmente, se considera importante avanzar sobre el análisis de nuevos casos para alcanzar una evaluación completa del sistema, y profundizar en propuestas tendientes a la sustentabilidad de los agroecosistemas.

Palabras clave: Intensificación hortícola, Problemas ambientales, Planificación ambiental.

Abstract

Benefited by agro-ecological conditions, the “*Cinturón Hortícola Marplatense (CHM)*” [Marplatense Horticultural Belt] is positioned as one of the main suppliers of leaf and fruit vegetables to the rest of the country. The advance and intensification of the horticultural activity in the area is evident in the last decades. In this context, several environmental problems arise, mainly due to the wide use of pesticides. Within this framework, the present work proposes to evaluate comparatively the potential impact of contamination by plaguicides for two cases of study in greenhouse systems and two cases in open field inside the CHM. Then, identify the possible implications that the dependence of these inputs generates on ecosystem services (ES) and, finally, propose management strategies to preserve these services. According to the analyzed cases, the greenhouse system obtained higher values (0.15 and 0.18) than the open field system (0.01 and 0.03) in relation to its contamination potential. The most compromised ES would be pollination; pests’ control, diseases and weeds; food source and hosting for beneficial species; food supply, and provision of safe drinking water. In this sense, it is possible to implement strategies that allow combining the conservation of ecosystems with the attainment of economic benefits. Finally, it is therefore considered important to advance on the analysis of new cases to achieve a complete evaluation of the system and expound on proposals tending to the sustainability of agroecosystems.

Keywords: Horticultural intensification, Environmental problems, Environmental planning.

1. INTRODUCCIÓN

En Argentina, la superficie hortícola de la provincia de Buenos Aires se destaca del resto, ocupando hacia el año 2002 un el 19,7% del total (INDEC, 2002) y concentrando una importante variedad de producciones. De acuerdo con el Ministerio de Educación de la Nación (2010), los cinturones hortícolas bonaerenses, albergan alrededor de 16 tipos de hortalizas.

Desde la última década, los cinturones de las ciudades de La Plata y Mar del Plata, se destacan por la intensificación de la producción hortícola respecto de otros cercanos a la ciudad de Buenos Aires, donde la urbanización generó una dinámica de desplazamiento de estas actividades (BARSKY, 2005). La producción hortícola en las áreas periurbanas se realiza tanto a campo como bajo cubierta, requiriendo diferentes estrategias tecnológicas y, por lo tanto, distintos niveles de intensificación. El avance de la actividad hortícola en el Cinturón Hortícola Marplatense resulta evidente en las últimas décadas. Hacia el año 2015 se contabilizaban 644 ha bajo cubierta y 8799 ha a campo (DAGA et al., 2017). El análisis realizado en estudios previos (ZULAICA et al., 2012; 2013), permite verificar que la superficie a campo se incrementó entre 1989 y 2015 un 85,24%, y la superficie bajo cubierta un 6.340%.

El Cinturón se localiza en una franja de 25 km de largo que bordea a la ciudad de Mar del Plata, principalmente en torno a las rutas 226 y 88; como así también en la ruta 2, formando parte de su periurbano. La horticultura se extiende mayoritariamente en áreas próximas a las localidades de Batán y Sierra de los Padres y en otros asentamientos del periurbano marplatense entre los que se destacan La Gloria de la Peregrina, Santa Paula y Colinas Verdes (Figura 1).

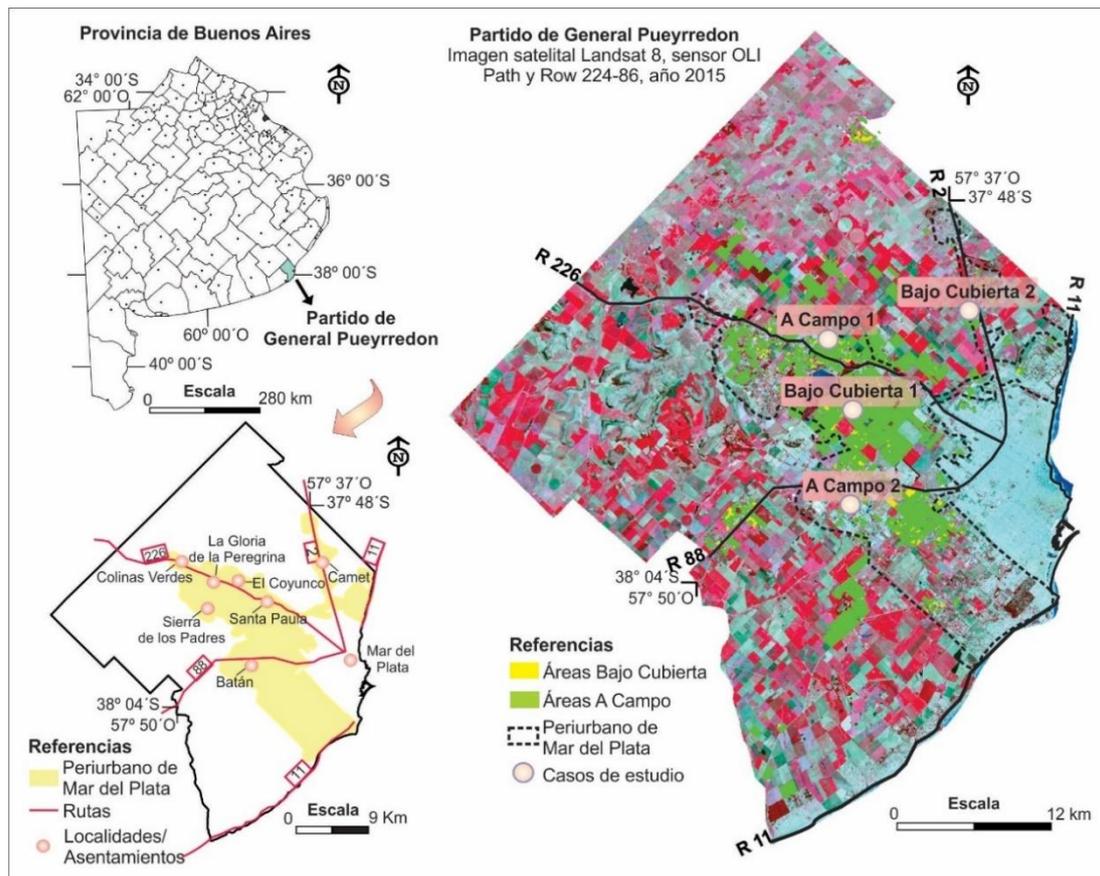


Figura 1. Cinturón Hortícola Marplatense: casos de estudio

Fuente: Elaboración personal sobre la base de Zulaica et al. (2012) y Daga et al. (2017)

El progreso técnico en el CHM, representado fundamentalmente por la implementación de invernáculos hacia la década de los '90, requirió tareas de mayor precisión, prolijidad y asesoramiento agronómico (BOCERO y PRADO, 2007). Su amplia difusión se debe principalmente a la tolerancia de los cultivos frente a adversidades climáticas, a una cierta desestacionalidad lograda a partir de modificar el microclima dentro del invernáculo y a los mayores rendimientos, calidad y precios que se obtienen frente a la producción a campo (GARCÍA, 2014). De todas formas, la producción bajo invernáculo no sustituye a la producción a campo, sino que la complementa.

En este contexto de intensificación, emergen problemas ambientales como consecuencia de la propia filosofía de la denominada “revolución verde”. El empleo de los sistemas bajo cubierta impacta de forma positiva en la rentabilidad comparada con el cultivo al aire libre (GARCÍA, 2015), pero artificializa los agroecosistemas, impermeabiliza el suelo y conlleva un intenso uso de insumos. Considerando lo expresado, Blandi et al. (2015) concluyeron que, en el partido de La Plata, la mayor tecnificación producida en los sistemas hortícolas condujo a sistemas menos sustentables, donde el uso indiscriminado de pesticidas de gran toxicidad y la utilización de fertilizantes sintéticos nitrogenados, confluyen en problemas ambientales. En este aspecto, estudios realizados en el partido de General Pueyrredon (MIGLIORANZA et al., 2003; GONZALEZ et al., 2003), detectaron en la

zona de la Laguna de los Padres y su área de influencia, la presencia de organoclorados (entre ellos DDT) en suelos, productos frutihortícolas y en la fauna de la laguna.

Por su parte, en el área de estudio, Daga et al. (2017) evaluaron la importancia de los principales impactos ambientales de la horticultura marplatense e identificaron que las acciones que presentan mayor agresividad serían el uso de plaguicidas y el laboreo del suelo. De manera global, el sistema bajo cubierta podría ser considerado menos sustentable, en términos de mayor importancia de los impactos que genera sobre el medio físico y biótico, que el sistema a campo, ya que comparativamente manifestó valores más elevados y alcanzó niveles críticos.

De esta forma, resulta evidente que el intenso uso de plaguicidas impacta de forma negativa en diversos servicios que proveen los ecosistemas. Los servicios ecosistémicos (SE) son el vínculo conceptual entre los ecosistemas, sus componentes, procesos y los beneficios que las sociedades obtienen de los mismos (BOYD y BANZHAF, 2007). Los SE pueden clasificarse según sus funciones (MEA, 2003). Además de los servicios de soporte, es posible diferenciar tres grandes grupos: provisión (ligados a la producción de alimentos, materias primas y agua), regulación (relacionados fundamentalmente con la protección del suelo, control de la erosión, regulación de drenajes) y culturales (actividades recreativas, residenciales, industriales y de saneamiento urbano).

Si se potencian fundamentalmente los servicios de regulación y provisión, sería prescindible el empleo de los insumos mencionados. Los agroecosistemas que no emplean insumos, poseen generalmente una gran estabilidad y elasticidad, como resultado del alto nivel de diversidad estructural y funcional provenientes del uso de policultivos, rotaciones, sistemas agroforestales y sistemas mixtos que incorporan animales, entre otros (ALTIERI y NICHOLLS, 2000; ALTIERI y NICHOLLS, 2010; SICARD y ALTIERI, 2010; SARANDÓN y FLORES, 2014). Estas son algunas de las estrategias posibles de implementar para limitar la dependencia de los plaguicidas e iniciar una transición hacia sistemas de producción más sustentables.

En función de lo expuesto, se asume como hipótesis del presente trabajo que los sistemas bajo cubierta implican mayor riesgo de contaminación por plaguicidas como consecuencia de la intensiva utilización de estos insumos, afectando negativamente los servicios ecosistémicos de regulación y provisión.

En este contexto, los objetivos que plantea el estudio son: en primera instancia, evaluar comparativamente el impacto potencial de contaminación por plaguicidas para dos casos de estudio en sistemas bajo cubierta y dos casos a campo dentro del CHM. Los primeros, se encuentran localizados en los barrios Santa Paula (ruta 226) y Estación Camet (ruta 2), mientras que los restantes, se sitúan en El Coyunco (ruta 226) y Batán (ruta 88) (Figura 1). Por otra parte, se propone identificar las posibles implicancias que la dependencia de estos insumos genera sobre los SE y, por último,

plantear estrategias de manejo que permitan fortalecer la provisión de servicios para el bienestar humano.

2. METODOLOGÍA

A fin de alcanzar el primer objetivo, se seleccionaron dos casos de estudio de sistemas bajo cubierta y dos casos a campo en el CHM, cuyo modelo productivo se desarrolla a pequeña escala. Respecto de los primeros, el caso 1 (Santa Paula) abarca 4 ha y se trata de un modelo empresarial, mientras que el caso 2 (Estación Camet) comprende 0,25 ha y es familiar. En cuanto a los establecimientos a campo, el caso 1 (El Coyunco) representa 2 ha y el caso 2 (Batán), 4 ha; ambos poseen mano de obra familiar. Todos se caracterizan por producir de manera convencional, es decir, sin aplicar principios agroecológicos u orgánicos. Se considera que son representativos de la zona estudiada, localizándose en los principales núcleos hortícolas del Partido.

Una vez seleccionados los establecimientos, se prosiguió a la adaptación del indicador de Riesgo de Contaminación por Plaguicidas obtenido del Software Agro-Eco-Index, desarrollado por Viglizzo (2003). Es importante considerar que el valor absoluto del indicador no posee significado en sí mismo, sino que su utilidad radica en la capacidad de comparar, en el caso del presente trabajo, el potencial de contaminación en ambos modelos. Diversos autores aplicaron este indicador en sistemas agrícolas extensivos de la región para estimar el riesgo relativo de los compuestos (ARREGUI et al., 2013; SEQUEIRA et al., 2016; VAZQUEZ et al., 2017), pero aún son insuficientes los estudios que lo hayan utilizado en sistemas hortícolas intensivos en la región. Para calcularlo, se utilizó una ecuación que considera: la dosis letal 50 de los plaguicidas, la solubilidad en agua del producto, la permeabilidad del suelo en las capas superficiales, el coeficiente de adsorción del compuesto por la fase orgánica del suelo, la vida media de los productos utilizados y la cantidad de plaguicidas (insecticidas, herbicidas y fungicidas) aplicados anualmente por hectárea. Los factores mencionados, son considerados relevantes por diversos autores a la hora de evaluar el potencial de contaminación de los plaguicidas (CANDELA, 2003; GIANELLI et al., 2010; GONZALEZ et al., 2010; SARANDÓN et al., 2013; GRONDONA et al., 2014; BEDMAR et al., 2015). Todos los factores, excepto la dosis letal 50, se relativizaron en una escala del 1 al 5 según se sugiere en la metodología de Viglizzo (2003). En los casos estudiados, no se tiene en consideración la superficie que ocupa cada sistema, ya que no todos ocupan la misma extensión y, de esta forma, se pueden cotejar los resultados con mayor fiabilidad. A su vez, todos los factores fueron divididos por un

número que permita obtener un valor entre 0 y 1, facilitando las comparaciones. A continuación, se muestra la fórmula aplicada¹:

$$RCP = \frac{1000}{DL\ 50} \left[\frac{Ksp + R}{2} + Koc + T^{1/2} \right] \times C$$

Los datos intrínsecos de cada plaguicida fueron obtenidos de hojas técnicas y de diversas bases de datos². Por otra parte, los valores de las dosis se basan en aquellas aplicadas por los productores entrevistados en el año 2017.

Respecto al objetivo de identificación de las posibles implicancias sobre los SE, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica de estudios realizados en la región y en el área de estudio. Fundamentalmente, se focalizó en aquellos servicios de regulación y provisión identificables a escala predial.

Finalmente, para determinar las distintas estrategias de manejo que pueden llevar a cabo los agricultores, se partió de los SE que se verían amenazados (identificados con anterioridad), y luego se revisaron las prácticas propuestas por diversos autores locales e internacionales para potenciarlos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Plaguicidas: impactos en sistemas bajo cubierta y a campo

En este contexto, teniendo en consideración que uno de los principales problemas de la horticultura en el área de estudio es la aplicación de plaguicidas, resulta pertinente evaluar cuál es el impacto que genera esta práctica en los dos modos de producción seleccionados para el presente estudio. Como se indicó anteriormente, se seleccionaron 4 casos de estudio (2 bajo cubierta y 2 a campo) para efectuar un análisis preliminar y observar las diferencias o similitudes que se evidencian en cada modelo.

Los resultados comprueban que los sistemas bajo cubierta en estudio, representan el modelo potencialmente más riesgoso en términos de contaminación, alcanzando valores de 0,15 y 0,18, y a campo de 0,01 y 0,03. En tal sentido, Sarandón et al. (2013) establecieron indicadores de peligrosidad

¹ Donde: DL 50: dosis letal 50 (mg kg⁻¹), al dividirlo por 1000 las unidades son tn g⁻¹; Ksp: solubilidad (g g⁻¹); R: permeabilidad (4 corresponde al valor establecido para la Pampa Austral); Koc: coeficiente de adsorción del compuesto por la fase orgánica del suelo (g g⁻¹); T^{1/2}: vida media de los productos utilizados (días); C: cantidad de producto aplicada anualmente por hectárea (l ha⁻¹); y RCP: Riesgo de Contaminación por Plaguicidas.

² Pesticide Properties DataBase: <http://sitem.herts.ac.uk/aeru/footprint/es/atoz.htm>

National Pesticide Information Center: <http://npic.orst.edu/ingred/ppdmove.htm>

EPA: <https://iaspub.epa.gov/apex/pesticides/f?p=chemicalsearch:1>

EXTOXNET: <http://extoxnet.orst.edu/pips/ghindex.html>

PAN Pesticides Database: http://www.pesticideinfo.org/List_ChemicalsAlpha.jsp?ChemName=B

relacionados a la aplicación de plaguicidas en los sistemas hortícolas de la provincia de Buenos Aires, y también evidenciaron que los cultivos bajo cubierta presentaron mayor peligrosidad que aquellos a campo. Además, de los 15 Partidos con mayor peligrosidad de la Provincia, La Plata y General Pueyrredon alcanzaron valores significativamente mayores que los restantes.

Como sucede en la región, en el CHM se aplica mayor cantidad de insecticidas y fungicidas en sistemas bajo cubierta que en sistemas a campo. En los casos evaluados bajo cubierta no se utilizan herbicidas, y comparten con aquellos a campo, la aplicación de Deltametrina, Imidacloprid (insecticidas) y Azoxistrobina (fungicida), siendo los primeros quienes aplican en mayores dosis. En ambas situaciones, la mayoría de los plaguicidas empleados pertenecen a las categorías toxicológicas moderadamente y ligeramente peligrosas.

Los plaguicidas mencionados por los productores y las dosis aplicadas, coinciden en general con datos aportados por agronomías de la zona y la cooperativa de horticultores. En algunos casos se señalan valores más elevados, y se incorpora la utilización de Glifosato y Paraquat; este último, prohibido en al menos 40 países. En relación con ello, un trabajo realizado por Capello y Fortunato (2011), también evidenció la aplicación de los mismos productos y aclaran que los plaguicidas son utilizados con menor frecuencia en cultivos a campo que bajo cubierta.

Tabla 1. Cálculo RCP para el caso 1 del sistema bajo cubierta

Plaguicidas	1000 DL 50 ⁻¹	KSP	R	KOC	T ^{1/2}	C	Resultados parciales	Total	RCP
Insecticidas									
<i>Deltametrina</i>	11,49	1	4	1	2	1,1	69,51		
<i>Clorpirifos</i>	5,49	1	4	3	2	2	82,35		
<i>Imidacloprid</i>	2,22	3	4	4	4	0,5	12,77		
<i>Spinosad</i>	0,5	3	4	2	2	0,1	0,37		
<i>Bifentrin</i>	14,28	1	4	1	2	0,1	7,85		
Fungicidas									
<i>Mancozeb</i>	0,2	1	4	3	3	2	3,4		
<i>Azoxistrobina</i>	0,2	1	4	4	4	0,5	1,05		
								177,3	0,18

Fuente: Elaboración personal.

Tabla 2. Cálculo RCP para el caso 2 del sistema bajo cubierta

Plaguicidas	1000 DL 50 ⁻¹	KSP	R	KOC	T ^{1/2}	C	Resultados parciales	Total	RCP
Insecticidas									
<i>Abamectina</i>	100	1	4	3	2	0,1	75		
<i>Imidacloprid</i>	2,22	3	4	4	4	0,1	2,55		
<i>Deltametrina</i>	11,49	1	4	1	2	1,1	69,51		
Fungicidas									
<i>Azoxistrobina</i>	0,2	1	4	4	4	0,1	0,21		
<i>Quinoxifen</i>	0,2	1	4	2	5	0,1	0,19		
								147,5	0,15

Fuente: Elaboración personal.

Tabla 3. Cálculo RCP para el caso 1 del sistema a campo

Plaguicidas	1000 DL 50 ⁻¹	KSP	R	KOC	T ^{1/2}	C	Resultados parciales	Total	RCP
Herbicidas									
<i>Trifluralina</i>	0,1	1	4	3	3	1,5	1,28		
<i>Metolacoloro</i>	0,5	3	4	4	3	1	5,25		
<i>Oxifluorfen</i>	0,2	1	4	2	3	1	1,5		
Insecticidas									
<i>Deltametrina</i>	11,49	1	4	1	2	0,04	2,53		
Fungicidas									
<i>Azoxistrobina</i>	0,2	1	4	4	4	0,04	0,08		
								10,64	0,01

Fuente: Elaboración personal.

Tabla 4. Cálculo RCP para el caso 2 del sistema a campo

Plaguicidas	1000 DL 50 ⁻¹	KSP	R	KOC	T ^{1/2}	C	Resultados parciales	Total	RCP
Herbicidas									
<i>Metolacoloro</i>	0,5	3	4	4	3	1	5,25		
<i>Prometrina</i>	0,22	2	4	4	3	1,5	3,3		
<i>Oxifluorfen</i>	0,2	1	4	2	3	1	1,5		
<i>Atrazina</i>	0,32	2	4	4	3	2	6,4		
Insecticidas									
<i>Deltametrina</i>	11,49	1	4	1	2	0,07	4,42		
<i>Imidacloprid</i>	2,22	3	4	4	4	0,25	6,38		
								27,25	0,03

Fuente: Elaboración personal.

Por otra parte, se observa que, a pesar de evidenciarse una situación más riesgosa para el modo de producción bajo cubierta, los bajos valores de KOC y altos de T^{1/2} para los herbicidas, representan niveles críticos en sistemas a campo. En este sentido, un estudio llevado a cabo en la cuenca alta del arroyo Pantanoso, en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (GIANELLI et al., 2010), comprobó que los herbicidas presentan un riesgo más elevado de contaminación del agua subterránea por lixiviación que los insecticidas y fungicidas debido a su menor grado de retención, mayor vida media y solubilidad en agua.

Finalmente, la DL 50 y una dosis levemente más elevada en algunos plaguicidas empleados en invernáculo, son las características que definen, en estos casos, que el sistema bajo cubierta represente los mayores riesgos de contaminación. En relación con ello, una de las maneras de lograr una menor dependencia de estos insumos se basaría en considerar diversas prácticas de manejo que potencien SE. En este sentido, en primera instancia es relevante tener en cuenta los servicios que podrían verse afectados por la intensa utilización de plaguicidas en los sistemas de producción analizados, así como en el área de estudio y la región, de acuerdo con los estudios efectuados hasta la actualidad.

3.2. Consecuencias de la dependencia de plaguicidas sobre los SE

En el manejo de ecosistemas es clave delimitar los ámbitos espacial y temporal en los que se llevará a cabo el manejo (BALVANERA et al. 2011). En términos generales, a escala predial, es posible identificar siete servicios de regulación muy relevantes para la producción agropecuaria, congregados en cuatro grupos (MOONEN y BÀRBERI, 2008, en PÉREZ y MARASAS, 2013):

1. Servicios relacionados con el flujo de genes: servicio de polinización.
2. Servicios de red alimentaria: servicio de control de plagas, enfermedades y malezas y servicio de fuente de alimento y hospedaje para especies auxiliares benéficas.
3. Servicios de mejoramiento del suelo: servicio de control de la erosión del suelo; servicio de descomposición de la materia; servicio de aporte de materia orgánica y retención de nutrientes.
4. Servicios de protección de cultivos frente a adversidades climáticas: el servicio de cortinas rompevientos.

Como fue adelantado, la intensa utilización de plaguicidas conlleva numerosos problemas ambientales, y tiene sus consecuencias en la disponibilidad de diversos SE. En este sentido, la utilización de dicho insumo para mantener el cultivo saludable y sin competencia no solo afecta a la especie objetivo. Si bien los plaguicidas pueden disminuir drásticamente las poblaciones de plagas a corto plazo, debido a que también se eliminan sus enemigos naturales, las plagas incrementan velozmente sus poblaciones alcanzando niveles aún mayores que los iniciales (GLIESSMAN, 2002), generando una creciente dependencia hacia estos insumos. En distintos lugares de Latinoamérica y el mundo, se han registrado desapariciones de enemigos naturales debido a la aplicación de insecticidas, permitiendo que las poblaciones de plagas resurjan luego del rociamiento del producto (PESHIN et al., 2009). Asimismo, el hábitat de los enemigos naturales se ve amenazado debido a la gran utilización de herbicidas, permitiendo que sobrevivan únicamente las especies comerciales y no así las naturales. Por lo tanto, considerando lo mencionado, resulta evidente que el servicio de red alimentaria se vería ampliamente comprometido.

Por otra parte, el servicio de polinización es eliminado como respuesta a la intensificación agrícola. En este sentido, las comunidades de abejas silvestres son las responsables de proveer de manera parcial o completa el servicio mencionado, y también fortalecen los servicios proporcionados por las abejas domesticadas, a través de diversas interacciones (KREMEN, 2005). De acuerdo con un estudio realizado por Larsen et al. (2005), son justamente las especies polinizadoras más importantes las que se pierden en primer lugar, y el resto de las especies no logran compensar la pérdida debido a su baja abundancia, impidiendo la restauración del servicio. No se ha detectado un único factor que explique la declinación de las abejas, sino que múltiples elementos se encuentran involucrados. Entre

ellos, se pueden mencionar la pérdida de comunidades de plantas con flor (GOULSON et al., 2008), la degradación y fragmentación del hábitat natural (LARSEN et al., 2005), y por supuesto, el amplio uso de plaguicidas (DESNEUX et al., 2007).

Finalmente, además de los servicios de regulación descritos, existen otros tipos de servicios relevantes en los que incide la producción agrícola: el de provisión de alimentos y agua para consumo humano. Respecto del primero, uno de los fines importantes de los productores es obtener rentabilidad. Por ello, intentan garantizar la provisión de productos de calidad y estéticamente adecuados para poder competir en el mercado. Con esta finalidad, cada vez se utilizan mayor cantidad de plaguicidas y no se respetan los períodos de carencia (SOUZA; BOCERO, 2008). Lo mencionado tiene consecuencias que pueden afectar la salud de los consumidores, y es por ello que se realizan controles de residuos³ de plaguicidas en frutas y verduras. En el área de estudio del presente trabajo, los muestreos realizados por el Departamento de Bromatología se llevan a cabo en los tres mercados concentradores del Partido, supermercados, centros de distribución y comercios minoristas. De acuerdo con datos obtenidos por el mencionado Departamento, en el período comprendido desde noviembre de 2013 a abril de 2017, el 90% de las muestras tomadas (total de 1260) indicaron ser aptas para consumo y un 10% inaptas. Del total de muestras con presencia de plaguicidas, el 46% de los mismos corresponde a Clorpirifos etil (insecticida organofosforado utilizado en los casos analizados en el presente trabajo), seguido por un 16% de Lambdaialotrina (insecticida piretroide) (GONZÁLEZ et al., 2017). Esta situación, implicaría el decomiso de la mercadería inapta y del lote del cultivo, generando entonces la afectación del servicio de provisión de alimentos mencionado.

En relación al servicio de provisión de agua para consumo, si los plaguicidas logran alcanzar el agua subterránea, el servicio se vería perjudicado. En zonas donde se practica un elevado uso de estos insumos, es posible evidenciar consecuencias. En el área de estudio, Massone et al. (1998) registraron concentraciones de Lindano y Heptacloro en 10 de las 13 muestras de agua tomadas del acuífero. Se deduce que los factores más influyentes fueron la utilización de gran cantidad de plaguicidas altamente persistentes que están prohibidos (DDT, Paratión, Heptacloro), el inadecuado manejo que se realiza de ellos y sus envases, y la construcción deficiente de los pozos de riego. Por último, en la cuenca del arroyo El Cardalito, Bedmar et al. (2015) determinaron el riesgo de lixiviación de los herbicidas, insecticidas y fungicidas mayormente empleados fundamentalmente en la producción hortícola de la cuenca durante el ciclo 2009/2010. Establecieron que todos los plaguicidas presentaron una marcada tendencia a incrementar su movilidad y el riesgo en los horizontes más profundos. En los momentos de máxima recarga del acuífero (2,3 mm d⁻¹), el riesgo

³ Cualquier sustancia específica presente en o sobre los alimentos, productos agrícolas y otros tipos de productos o alimentos para animales, así como en el medio ambiente, en particular en el suelo, el aire y el agua, como consecuencia del uso de un plaguicida. El término incluye cualquier derivado de un plaguicida, como productos de conversión, metabolitos y productos de reacción, y las impurezas consideradas de importancia toxicológica (OMS y FAO, 2014).

asociado de la mayoría de los herbicidas fue muy probable en el horizonte C (S-metolacoloro, Prometrina, Acetoclor, Picloram, entre otros). Los insecticidas Tiametoxam y Carbofuran categorizaron como muy probables de lixiviar; entre los fungicidas, se encontraron como moderadamente probables al Carbendazim y la Azoxistrobina, y como muy probables al Futriafol y el Oxicloruro de cobre. Asimismo, es importante mencionar que además de la influencia de las propiedades del suelo sobre el riesgo, es necesario destacar las características de cada plaguicida. Consecuentemente, Picloram, S-metolacoloro, Carbofuran y oxicloruro de cobre, que poseen elevada vida media (>90 días) y bajos valores de adsorción, presentarían mayores riesgos de lixiviación. Respecto de lo expuesto, cabe destacar que varios de los plaguicidas mencionados son utilizados actualmente por los productores entrevistados para el presente estudio.

3.3. Posibles estrategias de manejo

En función de lo expuesto, resulta relevante identificar diferentes prácticas de manejo para fortalecer los SE que se ven deteriorados por la creciente dependencia a los plaguicidas. La literatura citada al respecto es vasta, y la gran mayoría de los autores concuerdan en que incrementar la diversidad natural y cultivada es un paso muy importante para aumentar la resiliencia de los agroecosistemas, y evitar la utilización de estos insumos.

Es importante señalar que, si bien el sistema bajo cubierta representa el mayor riesgo por aplicación de plaguicidas según los resultados obtenidos, las estrategias de manejo deberían realizarse en los dos casos. Resultaría primordial que las prácticas fueran implementadas sobre todo en sistemas con invernáculo, pero los sistemas a campo demostraron también una gran dependencia hacia estos insumos.

A continuación, en la Figura 2 se señalan las diferentes estrategias sugeridas por diversos autores y a qué servicios benefician. Luego, estas prácticas se describen en mayor profundidad.

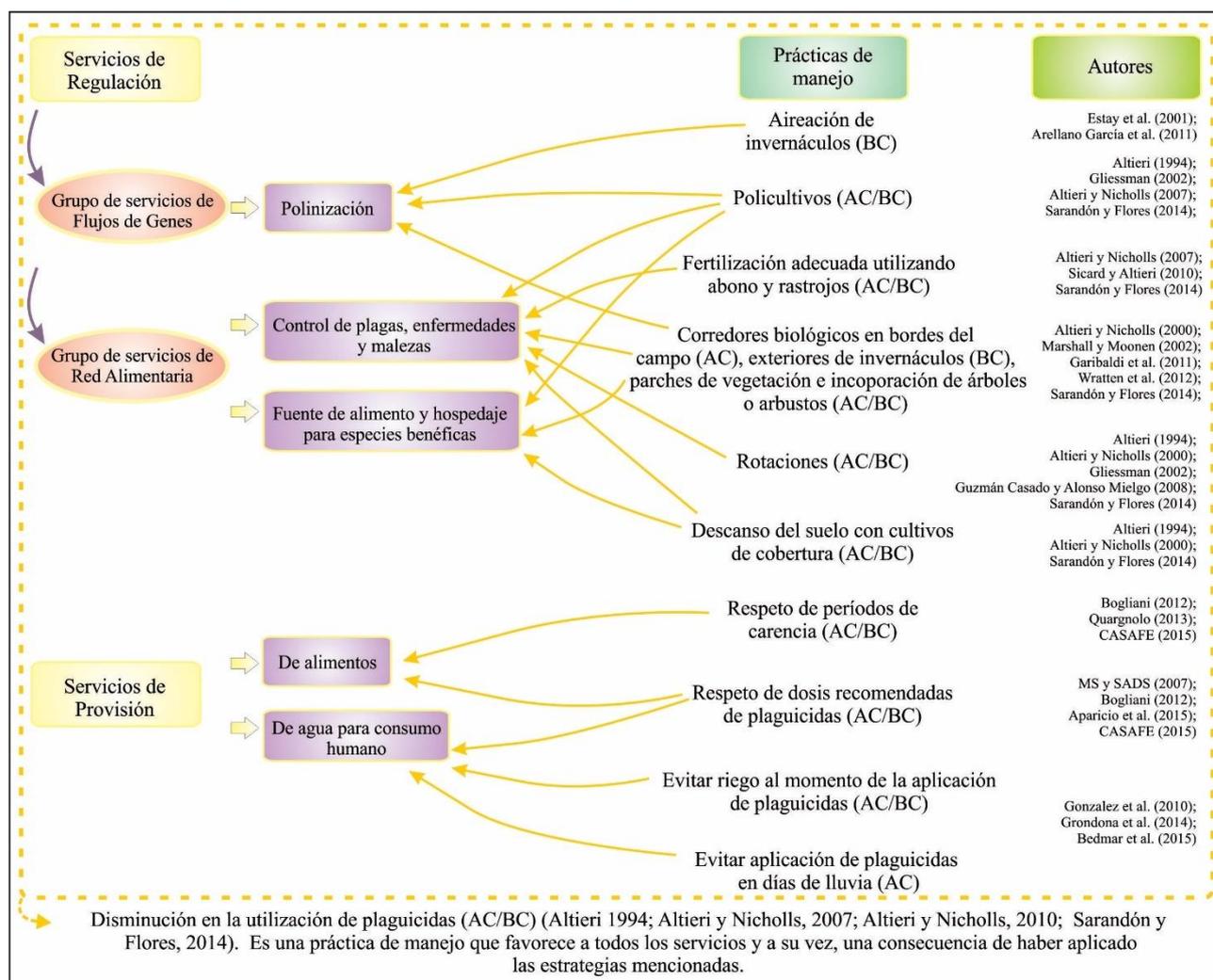


Figura 2. SE y estrategias propuestas para su potencialización en sistemas a campo (AC) y bajo cubierta (BC)
Fuente: Elaboración personal

a) *Corredores biológicos en bordes del campo, exteriores de invernáculos, parches de vegetación e incorporación de árboles o arbustos:* una de las razones más importantes para mantener y/o incrementar la biodiversidad natural es porque ésta proporciona una gran variedad de SE (ALTIERI, 1994). El mantenimiento o incorporación de vegetación adyacente al campo del cultivo, bordes de invernáculos, o en forma de parches (MARSHALL; MOONEN, 2002; ALTIERI; NICHOLLS, 2010), genera un funcionamiento más adecuado del ecosistema, permitiendo sobre todo flujos de enemigos naturales. Por otra parte, la presencia de árboles y arbustos en paisajes fragmentados o agropecuarios también pueden ayudar a mantener una mayor proporción de la diversidad del ecosistema original (GLIESSMAN, 2002; VÁZQUEZ MORENO, 2011), ya que proveen hábitat para las especies depredadoras que protegen a las plantas de cultivo contra brotes de plagas, o especies polinizadoras importantes para garantizar la cosecha de los cultivos (FLORES; SARANDÓN, 2014). Además de la incorporación o mantenimiento forestal, las prácticas mencionadas anteriormente también influyen positivamente en las especies polinizadoras, debido a que se les beneficia con recursos, hábitat y actúan brindando su servicio para la reproducción (ALTIERI; NICHOLLS, 2000; WRATTEN et al., 2012). Finalmente, las estrategias citadas impactarían de manera positiva sobre los servicios de polinización, control de plagas, enfermedades y malezas, y fuente de alimento y hospedaje para especies benéficas.

b) *Policultivos*: se llama policultivo al crecimiento en la misma parcela de dos o más cultivos, coincidiendo al menos durante parte del ciclo. Al reemplazar sistemas simples por otros diversos, es posible generar cambios en la diversidad del hábitat que favorecen la abundancia de los enemigos naturales y su efectividad (ALTIERI, 1994). Considerando esto, los policultivos sostienen una menor carga de herbívoros que los monocultivos (SMITH; MCSORELY, 2000) y las poblaciones de enemigos pueden persistir de manera más estable debido a la continua disponibilidad de recursos alimenticios y de microhábitat (ALTIERI 1994; ALTIERI; NICHOLLS, 2007).

Por otra parte, se ha detectado que las visitas de polinizadores y su diversidad son mayores en cultivos diversificados que en monocultivos (KREMEN; MILES 2012; NICHOLLS; ALTIERI 2013). De tal forma, un aumento en la abundancia y diversidad de polinizadores silvestres incrementa la cantidad y la calidad de la producción, generando mayores ganancias para los agricultores. Sobre la base de lo mencionado, la inclusión de policultivos potenciaría los servicios de polinización, control de plagas, enfermedades y malezas, y fuente de alimento y hospedaje para especies benéficas.

a) *Aireación de invernáculos*: la práctica de ventilar los invernáculos es una estrategia que permite el ingreso de aire favoreciendo la autopolinización y, además, si los invernáculos están rodeados de vegetación espontánea o implantada, aumenta la presencia de polinizadores. La elevada humedad puede dificultar la polinización ya que el polen húmedo puede quedar pegado en los órganos masculinos (FAO, 2002). Por otra parte, se conoce que la estabilidad en el servicio de la polinización decrece a medida que aumenta la distancia entre cultivos y hábitats naturales o seminaturales (GARIBALDI et al., 2011). De esta forma, manteniendo los bordes de los invernáculos con abundante y diversa vegetación natural o implantada, y ventilándolos, se podría favorecer el servicio de polinización.

b) *Rotaciones*: las rotaciones generalmente consisten en sembrar diferentes cultivos en sucesión o en secuencia recurrente. Alternando cultivos se puede crear el conocido efecto rotacional, que se obtiene cuando un cultivo se beneficia al sembrar después otro cultivo diferente (GLIESSMAN, 2002; GUZMÁN CASADO; ALONSO MIELGO, 2008). Esta diversidad temporal incorporada en los sistemas, los proveen de beneficios tales como la fijación biológica de nitrógeno y la interrupción de los ciclos de los insectos, malezas y enfermedades (ALTIERI; NICHOLLS, 2000). La rotación es eficaz para el control de la proliferación de plagas y enfermedades, pudiéndose diseñar diversos esquemas ajustados a las siguientes pautas (SARANDÓN; FLORES, 2014): alternar especies de plantas con diferente habilidad para absorber nutrientes del suelo o que tengan sistemas radicales distintos; rotar especies vegetales susceptibles a ciertas enfermedades y plagas con aquellas que son resistentes, disminuyendo la presión de selección y resistencia; planificar las secuencias teniendo en consideración todos los efectos negativos o positivos de un cultivo sobre el siguiente; alternar el uso de cultivos que agotan el suelo con cultivos que contribuyen a mejorar su fertilidad; alternar especies con diferentes necesidades de mano de obra, máquinas e implementos, agua, en épocas diferentes.

De esta manera, como fue mencionado, incorporando rotaciones en el sistema se favorecería el servicio de control de plagas, enfermedades y malezas.

- a) *Descanso del suelo con cultivos de cobertura*: el cultivo de cobertura es definido como una cobertura vegetal viva que cubre el suelo en forma temporal o permanente, el cual está cultivado en asociación con otras plantas (FLORES; SARANDÓN, 2014), y se realizan con el interés de disminuir la erosión, evitar la pérdida de nutrientes, y también controlar malezas (SÁNCHEZ VALLDUVÍ; SARANDÓN, 2014). La mayoría de los cultivos son leguminosas, pero dentro de los no-leguminosos se pueden encontrar la avena negra (*Avena strigosa*), avena amarilla (*Avena byzantina*), rabanito (*Raphanus sativus var*) y el ryegrass italiano (*Lolium multiflorum*) (FLORES; SARANDÓN, 2014).

La utilización de cultivos de cobertura forma parte también de las estrategias para brindar refugio o fuente de alimento alternativo para los enemigos naturales (FLORES; SARANDÓN, 2014). De tal manera, implementando esta práctica, se fortalecería entonces el servicio de control de plagas, enfermedades y malezas, y el de fuente de alimento y hospedaje para especies benéficas.

- b) *Fertilización adecuada utilizando abono y rastrojos*: las prácticas para mejorar la fertilidad de suelos pueden impactar en la susceptibilidad fisiológica del cultivo a los insectos plaga, debido a que afecta la resistencia al ataque de las plantas individuales o porque altera la aceptabilidad de algunas plantas hacia ciertos herbívoros (ALTIERI y NICHOLLS, 2007). El abono no se utiliza solamente para permitir que los agregados del suelo se unan entre sí y mejoren su estructura, sino también, para aumentar la capacidad edáfica de regulación de organismos patógenos (SICARD y ALTIERI, 2010).

Por lo tanto, suelos que presentan alto contenido de materia orgánica y una elevada actividad biológica, normalmente exhiben buena fertilidad, así como cadenas tróficas complejas y organismos benéficos que previenen la infección. Por contrapartida, las prácticas agrícolas que causan desequilibrios nutricionales, bajan la resistencia de las plantas a las plagas (MAGDOFF; VAN ES, 2000). Por otro lado, la disponibilidad de nutrientes es uno de los factores que definen la competencia entre cultivo-maleza. La alteración del equilibrio de esta competencia a través de fertilización puede favorecer a uno u otro componente. Para beneficiar la habilidad competitiva del cultivo es necesario ajustarla a las características de la especie sembrada, la comunidad de malezas presente y el ambiente en el cual interactúan (SÁNCHEZ VALLDUVÍ; SARANDÓN, 2014).

Finalmente, de acuerdo a lo indicado, el servicio de control de plagas, enfermedades y malezas se vería favorecido por un manejo adecuado de la fertilización.

- a) *Respeto de períodos de carencia*: el tiempo de carencia es el plazo de seguridad, expresado en días, que debe transcurrir entre la última aplicación de plaguicida en un cultivo y su cosecha, para que los residuos finales no sobrepasen los máximos permitidos por normativa legal. Este tiempo es específico para cada producto y cultivo, y los valores son determinados y publicados

periódicamente por el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria) en Argentina, para mantener actualizada la prescripción (QUARGNOLO, 2013). La misma CASAFE (2015) indica la importancia de leer las etiquetas de los productos para conocer su manejo, con el fin de respetar los períodos de carencia que permita el ingreso del personal al campo y dar seguridad de inocuidad de los productos cosechados. Asimismo, sería importante colocar una señal en los lotes tratados con plaguicidas indicando el período de reingreso al lote (BOGLIANI, 2012), ya sea para cuidar la salud del trabajador, como para saber si ya transcurrió el tiempo necesario para cosechar y que el cultivo sea apto para consumo.

Por último, en base a lo mencionado se observa que siguiendo estas recomendaciones se puede fortalecer el servicio de provisión de alimentos.

b) *Respeto de dosis recomendadas de plaguicidas:* según Bogliani (2012) el riesgo asociado al uso de plaguicidas depende en gran medida de las dosis utilizadas, las mezclas, las condiciones climáticas, el tipo y estado del equipo de aplicación, y la forma y el grado de exposición. El Ministerio de Salud y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Argentina llevaron a cabo un estudio multicéntrico en el año 2007, donde se proponían realizar un diagnóstico general de la problemática originada en el manejo inadecuado de los agroquímicos y sus envases en distintas zonas agrícolas del país. Dentro de la región hortícola bonaerense, el 76,5% de los productores encuestados en zona norte, el 34,5% de la zona oeste y el 42,4% de zona sur, manifestaron tener problemas para leer y comprender la información sobre las dosis, modos de aplicación y toxicidad (MS y SADS, 2007). Entonces, si bien es esencial seguir la dosis recomendada en la etiqueta del producto, no es suficiente. Además, el problema se agrava cuando esta etiqueta no se encuentra presente, ya sea por la compra de plaguicidas fraccionados o por el deterioro debido al almacenarse bajo condiciones inadecuadas (MS y SADS, 2007).

Si no se respetan las dosis indicadas, es factible que estos productos lleguen a contaminar recursos muy importantes como es el agua. En este sentido, el contenido de CO y el pH del suelo juegan un rol significativo en el proceso de retención de Atrazina, Metribuzin, Acetoclor y S-metolaclor para los suelos argentinos estudiados hasta el momento (APARICIO et al., 2015).

De acuerdo con lo indicado, es evidente que, si se respetan las dosis de plaguicidas, los servicios de provisión de alimentos y agua apta para consumo humano se verían protegidos.

a) *Evitar riego al momento de aplicación de plaguicidas y su aplicación en días de lluvia:* las pérdidas de plaguicidas por escurrimiento son mayores cuando se producen fuertes lluvias rápidamente después de una aplicación. Además, cuando hay sistemas de riego, es necesario considerar este riesgo (GRONDONA et al., 2014).

En el área del presente trabajo, Bedmar et al. (2015) establecieron que en aquellas zonas donde se desarrollan predominantemente actividades agrícolas, con elevado uso de agroquímicos y de riego, los plaguicidas que poseen bajo coeficiente de adsorción, alta solubilidad en agua y alta persistencia podrían transformarse en significativas fuentes de contaminación del agua subterránea. De acuerdo a

lo mencionado, realizar la práctica mencionada ayudaría a proteger el servicio de provisión de agua para consumo humano.

Para finalizar, la progresiva *disminución en la utilización de plaguicidas* se puede considerar como una práctica de manejo, y asimismo una consecuencia de haber aplicado las estrategias sugeridas con anterioridad. De esta manera, los productores podrían iniciar una transición hacia formas de producción que permitan sustentar los rendimientos esperados, y al mismo tiempo conservar y potenciar los distintos servicios que proveen los ecosistemas.

5. CONCLUSIONES

Numerosos estudios han dado cuenta de la problemática ocasionada por el empleo de plaguicidas en la región y el área de estudio. De acuerdo a los resultados obtenidos para los casos analizados, y verificando la hipótesis planteada, es evidente que el sistema bajo cubierta representa el modelo potencialmente más riesgoso en términos de contaminación, superando los valores obtenidos en más del 100%.

En este aspecto, se corrobora además que los impactos negativos del amplio uso de estos insumos se observan en la disponibilidad de SE de regulación y provisión. Aquellos mayormente comprometidos serían los primeros. Entre ellos, se destacan la polinización, control de plagas, enfermedades y malezas, fuente de alimento y hospedaje para especies benéficas; provisión de alimentos, y provisión de agua para consumo humano. En función de lo expresado, es posible emplear diferentes estrategias que contribuyan a mantener y potenciar los SE y, al mismo tiempo, la posibilidad de aumentar la rentabilidad en el mediano plazo. Entre ellas, las que controlan mayor cantidad de servicios son: la implementación de policultivos; corredores biológicos y parches de vegetación; descanso del suelo con cultivos de cobertura; respeto de dosis recomendadas de plaguicidas, y por supuesto, la disminución en la utilización de los mismos.

En este sentido, existen experiencias documentadas de establecimientos agropecuarios que han adoptado prácticas más sustentables o se encuentran en transición. Un claro ejemplo son los sistemas manejados según principios agroecológicos, de los cuales provienen la mayor parte de las prácticas citadas en el presente trabajo. En el CHM se observan prácticas y también esfuerzos de implementación de modelos alternativos tales como la agricultura orgánica y agroecológica. Distintos actores provenientes de ámbitos estatales, privados y académicos intervienen en iniciativas tales como el Programa Pro-Huerta del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) que promueven estrategias productivas alternativas. Por otra parte, en el año 2017 se lanzó el Sello de Alimento Controlado en Origen para Frutas y Hortalizas del Partido de General Pueyrredon, que avala el control de calidad con el fin de evaluar la presencia de agroquímicos y contaminantes. Estas iniciativas,

podrían contribuir con el fortalecimiento de prácticas ambientalmente sustentables para diferenciar los productos.

Finalmente, resulta relevante continuar evaluando nuevos casos de sistemas bajo cubierta y a campo, para lograr obtener una visión más completa de la realidad del CHM. A su vez, sería importante avanzar hacia propuestas concretas tendientes a la revisión del modelo hortícola productivo hacia sistemas ambientalmente sustentables.

REFERENCIAS

ALTIERI, M. Bases agroecológicas para una producción agrícola sustentable. **Agricultura técnica**, v. 54, n. 4, p. 371-386, 1994.

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. **Agroecología: Teoría y práctica para una agricultura sustentable**. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. México, D.F: PNUMA, 2000. 250 p.

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. **Revista Ecosistemas**, v. 16, n. 1, p. 3-12, 2007.

ALTIERI, M.; NICHOLLS, C. **Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas**. Medellín, Colombia: SOCLA, 2010. 83 p.

APARICIO, V.; DE GERÓNIMO, E.; HERNÁNDEZ, K.; PÉREZ, D.; PORTOCARRERO, R.; VIDAL, C. **Los plaguicidas agregados al suelo y su destino en el ambiente**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2015. 74 p.

ARELLANO-GARCÍA, M.; VALERA-MARTÍNEZ, D.; URRESTARAZU-GAVILÁN, M.; QUEZADA-MARTÍN, M.; MURGUÍA-LÓPEZ, J.; ZERMEÑO-GONZÁLEZ, A. Ventilación natural y forzada de invernaderos tipo Almería y su relación con el rendimiento de tomate. **Terra Latinoamericana**, v. 29, n. 4, p. 379-386, 2011.

ARREGUI, M.; GRENÓN, D.; SÁNCHEZ, D.; GHIONE, J. Evaluación del riesgo de impacto ambiental de plaguicidas en cultivos anuales del centro de Santa Fe. **Fave. Sección ciencias agrarias**, v. 12, n. 1, p. 13-20, 2013.

BALVANERA, P.; CASTILLO, A.; AVILA, P.; CABALLERO, K.; FLORES, A.; GALICIA, C.; GALINDO, L.; LAZOS-CHAVERO, E.; MARTÍNEZ, Y.; MAASS, M.; MARTÍNEZ, L.; QUIJAS, S.; SALDAÑA, A.; SÁNCHEZ, M.; SARUKHÁN, J. Marcos conceptuales interdisciplinarios para el estudio de los servicios ecosistémicos en América Latina. En: LATERRA, P.; JOBBAGY, E.; PARUELO, J. (Eds.). **El valor ecológico, social y económico de los servicios ecosistémicos. Conceptos, herramientas y estudio de casos**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2011, p. 39-67.

BARSKY, A. El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. **Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales**, v. 9, n. 194, 2005. Disponible en: http://pdfhumanidades.com/sites/default/files/apuntes/Barsky_El%20periurbanoProductivo.pdf. Acceso en noviembre de 2018.

BEDMAR, F.; GIANELLI, V.; ANGELINI, H.; VIGLIANCHINO, L. Riesgo de contaminación del agua subterránea con plaguicidas en la cuenca del arroyo El Cardalito, Argentina. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, v. 41, n. 1, p. 70-82, 2015.

BLANDI, M.L.; SARANDÓN, S.; FLORES, C.; VEIGA, I. Evaluación de la sustentabilidad de la incorporación del cultivo bajo cubierta en la horticultura platense. **Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata**, v. 114, n. 2, p. 251-264, 2015.

BOCERO, S.; PRADO, P. Horticultura y territorio. Configuraciones territoriales en el cinturón hortícola marplatense a fines de la década del noventa. **Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía**, n. 7, p. 98-119, 2007.

BOGLIANI, M. **Guía de buenas prácticas para la aplicación terrestre de fitosanitarios en cultivos extensivos para espacios periurbanos: uso responsable y eficiente de agroquímicos**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2012. 36 p.

BOYD, J.; BANZHAF, J. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. **Ecological Economics**, v. 63, p.616-626, 2007.

CANDELA, L. El transporte de los plaguicidas a las aguas subterráneas. **Boletín Geológico y Minero**, v. 114, n. 4, p. 409-417, 2003.

CAPELLO, V.; FORTUNATO, N. **Plaguicidas en el territorio bonaerense: información toxicológica, ecotoxicológica y comportamiento ambiental**. Buenos Aires: Organismo provincial para el desarrollo sostenible, 2011. 197 pp.

CASAFE (Cámara de Seguridad Agropecuaria y Fertilizantes) (2015) **Buenas prácticas agrícolas: lineamientos base**. Buenos Aires: CASAFE, 2015. 34 pp.

DAGA, D.; ZULAICA, L.; FERRARO, R.; VAZQUEZ, P. Expansión e intensificación hortícola en el partido de General Pueyrredon, Argentina: sustentabilidad ecológica e impactos ambientales. **Geografía Em Questão**, n. 10, p. 102-117, 2017.

DESNEUX, N.; DECOURTYE, A.; DELPUECH, J. The sublethal effects of pesticides on beneficial arthropods. **Annual Review of Entomology**, v. 52, p. 81-106, 2007.

ESTAY, P.; WAGNER, A.; ESCAFF, M. Evaluación de *Bombus dahlbomii* (Guér.) como agente polinizador de flores de tomate (*Lycopersicon esculentum* (Mill)), bajo condiciones de invernadero. **Agricultura Técnica**, v. 61, n. 2, p. 113-119, 2001. Disponible en:https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0365-28072001000200001&script=sci_arttext. Acceso en noviembre de 2018.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Control del medio ambiente. En: FAO (Eds.). **El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo**. Roma: FAO, 2002, cap. 4.

FLORES, C.; SARANDÓN, S. Manejo de la biodiversidad en agroecosistemas. En: SARANDÓN, S. y FLORES, C. (Eds.). **Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables**. La Plata: Edulp, 2014, p. 342-373.

GARCÍA, M. Crítica al enfoque clásico de innovación tecnológica. Estudio de caso del invernáculo en el Cinturón Hortícola Platense. **Geograficando**, v. 10, n. 1, p. 1-17, 2014.

GARCÍA, M. Horticultura de La Plata (Buenos Aires). Modelo productivo irracionalmente exitoso. **Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata**, v. 114, n. 1, p. 190-201, 2015.

GARIBALDI, L.; AIZEN, M.; KLEIN, A.; CUNNINGHAM, S.; HARDER, L. Global growth and stability of agricultural yield decrease with pollinator dependence. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, n. 14, p. 5909-5914, 2011.

GIANELLI, V.; BEDMAR, F.; ANGELINI, H.; APARICIO, V.; COSTA, J. Determinación del riesgo de contaminación del agua subterránea con plaguicidas en la cuenca del arroyo Pantanoso, Argentina. En: Fernández Turiel, J.; González Hernández, I. (Eds.). **Contaminación, Descontaminación y Restauración Ambiental**. Salamanca, España: Sociedad Iberoamericana de física y química ambiental, 2010, p. 135-152.

GLIESSMAN, S. **Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible**. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2002. 359 p.

GONZALEZ, M.; MIGLIORANZA, K.; AIZPÚN DE MORENO, J.; MORENO, V. Occurrence and distribution of organochlorine pesticides (OCPs) in tomato crops from organic production. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 5, p. 1353-1359, 2003.

GONZALEZ, M.; MIGLIORANZA, K.; AIZPÚN, J.; ISLA, F.; PEÑA, A. Assessing pesticide leaching and desorption in soils with different agricultural activities from Argentina (Pampa and Patagonia). **Chemosphere**, v. 81, n. 3, p. 351-358, 2010.

GONZALEZ, M.; DIURNO, R.; CAETANO, F.; RATTIN, J. Evolución del cinturón hortícola marplatense: estrategias y logros para la adecuación productiva ante cambios legales. **Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata**, v. 116, p. 97-106, 2017.

GOULSON, D.; LYE, G.; DARVILL, B. Decline and conservation of bumble bees. **Annual Review of Entomology**, v. 53, p. 191-208, 2008.

GRONDONA, S.; GONZALEZ, M.; MARTÍNEZ, D.; MASSONE, H.; MIGLIORANZA, K. Endosulfan leaching from Typic Argiudolls in soybean tillage areas and groundwater pollution implications. **Science of the Total Environment**, v. 484, p. 146-153, 2014.

GUZMÁN CASADO, G.; ALONSO MIELGO A. **Buenas prácticas en producción ecológica: asociaciones y rotaciones**. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino, 2008. 28 p.

INDEC. **Censo Nacional Agropecuario**. Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2002.

KREMEN, C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? **Ecology letters**, v. 8, n. 5, p. 468-479, 2005.

KREMEN, C.; MILES, A. Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities, and trade-offs. **Ecology and Society**, v. 17, n. 4, p. 40, 2012.

LARSEN, T.; KREMEN, C.; WILLIAMS, N. Extinction order and altered community structure rapidly disrupt ecosystem functioning. **Ecology letters**, v. 8, p. 538-547, 2005.

LIMBURG, K.; O'NEILL, R.; COSTANZA, R.; FARBE, S. Complex systems and valuation. **Ecological Economics**, v. 41, p. 409-420, 2002.

- MAGDOFF, F.; VAN ES, H. **Building soils for better crops**. Washington DC: SARE, 2000. 230 p.
- MARSHALL, E.; MOONEN, A. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 89, p. 5-21, 2002.
- MASSONE, H.; MARTINEZ, D.; CIONCHI, J.; BOCANEGRA, E. Suburban areas in developing countries and their relationship to groundwater pollution: a case study of Mar del Plata, Argentina. **Environmental Management**, v. 22, n. 2, p. 245-254, 1998.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). **Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment**. Washington, DC: Island Press, 2003.
- MIGLIORANZA, K.; AIZPÚN DE MORENO, J.; MORENO, V. Trends in Soil Sciences: Organochlorine pesticides in Argentinean soil. **Soil and Sediments**, v. 4, n. 3, p. 264-265, 2003.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA NACIÓN. **La horticultura en Argentina**. Informe final, 2010. Disponible en: http://catalogo.inet.edu.ar/files/pdfs/info_sectorial/horticultura-informe-sectorial.pdf. Acceso en noviembre de 2018.
- MS y SADS (Ministerio de Salud- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable). **La problemática de los agroquímicos y sus envases, su incidencia en la salud de los trabajadores, la población expuesta por el ambiente**. Buenos Aires: MS y SADS, 2007.
- NICHOLLS, C.; ALTIERI, M. Plant biodiversity enhances bees and other insect pollinators in agroecosystems. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 33, n. 2, p. 257-274, 2013.
- OMS y FAO (Organización Mundial de la Salud- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). **Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas**. Roma: OMS y FAO, 2014. 56 pp.
- PÉREZ, M.; MARASAS, M. Servicios de regulación y prácticas de manejo: aportes para una horticultura de base agroecológica. **Revista Ecosistemas**, v. 22, n. 1, p. 36-43, 2013.
- PESHIN, R.; BANDRAL, R.; ZHANG, W.; WILSON, L.; DHAWAN, A. Integrated Pest Management: A Global Overview of History, Programs and Adoption. En: PESHIN, R. y DHAWAN, A. (Eds.). **Integrated Pest Management: Innovation-Development Process**. Dordrecht: Springer, 2009, p. 1-49.
- QUARGNOLO, E. (Comp.). **Criterios para la gestión de uso de plaguicidas con un marco de ordenamiento territorial**. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2013.
- SÁNCHEZ VALLDUVÍ, G.; SARANDÓN, S. Principios de manejo ecológico de malezas. En: SARANDÓN, S. y FLORES, C. (Eds.). **Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables**. La Plata: Edulp, 2014, p. 286-313.
- SARANDÓN, S.; FLORES, C.; ABBONA, E.; IERMANÓ, M.J.; BLANDI, M.L.; OYHAMBURU, M.; PRESUTTI, M.; KUZMANICH, R.; SARANDÓN, P.; BALORIANI, G.; FERRARIS, B.; RAIMUNDI, G. **Relevamiento de la utilización de agroquímicos en la provincia de Buenos Aires**. Mapa de situación e incidencias sobre la salud. La Plata: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, 2013. 532 pp.
- SARANDÓN, S.; FLORES, C. **Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables**. La Plata: Edulp, 2014. 467 pp.

SEQUEIRA, N.; VAZQUEZ, P.; ZULAICA, L. Impactos sobre el ecosistema derivados de la agriculturización en el partido de Benito Juárez, Buenos Aires, período 2003-2011. **AMBIENS. Revista Iberoamericana Universitaria en Ambiente, Sociedad y Sustentabilidad**, v. 2, p. 30-51, 2016.

SICARD, T.; ALTIERI, M. **Vertientes del pensamiento agroecológico: fundamentos y aplicaciones**. Medellín, Colombia: SOCLA, 2010. 296 p.

SMITH, H.; MC SORLEY, R. Intercropping and pest management: a review of major concepts. **American Entomologist**, v. 46, n. 3, p. 154-161, 2000.

SOUZA, O.; BOCERO, S. Agrotóxicos: Condiciones de utilización en la horticultura de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). **Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, v. 9, p. 87-101, 2008.

VÁZQUEZ MORENO, L. La cerca viva perimetral de la finca como práctica agroecológica en el manejo de plagas. En: VÁZQUEZ MORENO, L. (Ed.). **Manual para la adopción del manejo agroecológico de plagas en fincas de la agricultura suburbana**. La Habana: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, 2011, p. 69-83.

VAZQUEZ, P.; ZULAICA, L.; BENAVIDEZ, B. Agriculturización e impactos ambientales en el partido de Necochea, provincia de Buenos Aires, Argentina. **Raega**, v. 39, p. 202-218, 2017.

VIGLIZZO, E. Manual AGRO-ECO-INDEX. Buenos Aires: Ediciones INTA, 2003.

WRATTEN, S.; GILLESPIE, M.; DECOURTYE, A.; MADER, E.; DESNEUX, N. Pollinator habitat enhancement: benefits to other ecosystem services. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 159, p. 112-122, 2012.

ZULAICA, L.; FERRARO, R.; VAZQUEZ, P. Transformaciones territoriales en el periurbano de Mar del Plata. **Revista Geograficando**, v. 8, n. 8, p. 169-187, 2012.

ZULAICA, L.; FERRARO, R.; VAZQUEZ, P. Transformaciones territoriales del periurbano de la ciudad de Mar del Plata (Argentina), entre 1989-1999 y 1999-2009. En: XIV ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA. Lima: Colegio de Geógrafos del Perú, 2013, p. 1-20.

Trabalho enviado em 23/11/2018

Trabalho aceito em 19/01/2019