

EXPANSIÓN E INTENSIFICACIÓN HORTÍCOLA EN EL PARTIDO DE GENERAL PUEYRREDON, ARGENTINA: SUSTENTABILIDAD ECOLÓGICA E IMPACTOS AMBIENTALES**EXPANSÃO E INTENSIFICAÇÃO HORTÍCOLA NA COMARCA DE GENERAL PUEYRREDON, ARGENTINA: SUSTENTABILIDADE ECOLÓGICA E IMPACTOS AMBIENTAIS**

Daiana Yael DAGA¹
Laura ZULAICA²
Rosana FERRARO³
Patricia VAZQUEZ⁴

Resumen: A principios de la década de los noventa, cobra relevancia la expansión de sistemas de cultivo bajo cubierta en el Cinturón Hortícola del partido de General Pueyrredon que, en conjunto con los sistemas a campo, revelan un proceso de intensificación del uso del suelo e insumos. En este contexto, el trabajo propone analizar el avance de la superficie hortícola marplatense a campo y bajo cubierta entre 1989 y 2015, y evaluar la importancia de los principales impactos ambientales que afectan a la sustentabilidad ecológica del sistema hortícola. Se digitalizaron las áreas hortícolas bajo cubierta y a campo del Partido (ArcGis 10.1) sobre una imagen satelital Landsat 8, sensor OLI, del año 2015 previamente procesada (ENVI 5.1). Sobre la base de estudios antecedentes y entrevistas semiestructuradas, se aplicó una metodología específica de evaluación de impactos ambientales. Los resultados sugieren que el área hortícola avanzó de manera significativa en los últimos años, y que el sistema bajo cubierta es considerado ecológicamente menos sustentable, debido principalmente al inadecuado uso de plaguicidas y al laboreo excesivo del suelo. Se espera que el presente estudio sirva como contribución a la evaluación de la sustentabilidad del área de estudio en el marco de una gestión ambiental de sistemas hortícolas.

Palabras clave: Expansión Hortícola; Periurbano Productivo; Problemas Ambientales; Factores Ambientales.

Resumo: No início da década de 1990, torna-se relevante a expansão dos sistemas de cultivo em estufa no Cinturão Hortícola [*Cinturón Hortícola*] da comarca de General Pueyrredon. Estes, juntamente com os sistemas de campo, revelam um processo de intensificação do uso do solo e dos insumos. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é analisar o avanço da superfície hortícola de Mar del Plata em campo e em estufa entre 1989 e 2015, bem como avaliar a importância dos principais impactos ambientais que afetam a sustentabilidade ecológica do sistema hortícola. As áreas hortícolas em estufa e em campo da Comarca (ArcGis 10.1) foram digitalizadas sobre uma imagem de satélite Landsat 8, sensor OLI, de 2015 previamente processada (ENVI 5.1). Na base de estudos prévios assim como em reportagens semiestruturadas foi aplicada uma metodologia específica de avaliação dos impactos ambientais. Os resultados sugerem que a área hortícola tem avançado consideravelmente nos últimos anos, e que o sistema em estufa é considerado ecologicamente menos sustentável, principalmente por causa do uso inadequado de pesticidas e do manejo excessivo do solo. Espera-se que o presente estudo possa contribuir para a avaliação da sustentabilidade da área de estudo no marco de uma gestão ambiental de sistemas hortícolas.

¹ CONICET. Instituto del Hábitat y del Ambiente (IHAM), Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD), Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP). Mar del Plata, Argentina. daianadaga@conicet.gov.ar

² CONICET. IHAM, FAUD, UNMdP, Mar del Plata, Argentina. laurazulaica@conicet.gov.ar

³ IHAM, FAUD, UNMdP, Mar del Plata, Argentina. rosanaferraro_2@hotmail.com

⁴ CONICET. Centro de Estudios Sociales de América Latina, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil, Argentina. patriciavazquez@conicet.gov.ar

Palavras-Chave: Expansão Hortícola; Periurbano Productivo; Problemas Ambientais; Fatores Ambientais.

Introducción

Durante las últimas décadas, en las áreas hortícolas de la Región Pampeana se han generado importantes transformaciones tecnológico-productivas que aumentaron la producción de hortalizas y modificaron significativamente los agroecosistemas.

Dichas transformaciones se asocian fundamentalmente con la difusión del cultivo bajo cubierta plástica. La implementación de invernáculos impacta positivamente en la rentabilidad comparada con el cultivo a campo (GARCÍA, 2011), pero artificializa los agroecosistemas mediante la modificación del ambiente y el empleo de un paquete tecnológico basado en el uso de variedades mejoradas, incorporación de híbridos, incremento en la aplicación de agroquímicos y excesiva utilización de agua para riego.

El Cinturón Hortícola del partido de General Pueyrredon se localiza en el periurbano de Mar del Plata (Figura 2), en una franja de 25 km principalmente en torno a las rutas N° 226 y N° 88 y presenta características ecológicas que brindan condiciones óptimas para el desarrollo de la actividad.

El Partido se encuentra inmerso en el proceso de intensificación de la producción hortícola de la región, sin embargo, en los inicios de la actividad las explotaciones eran predominantemente familiares y de baja productividad. Hasta la década del sesenta la producción hortícola abastecía únicamente a la población local. A partir de ese momento se produjo una gran transformación debido a la incorporación de nuevas tecnologías, tales como el riego por aspersión, la mecanización (tractor), el uso de agroquímicos, la siembra en hileras y los cambios genéticos (BOCERO y PRADO, 2007).

En relación con la distribución espacial, hacia fines de la década del setenta la zona hortícola de Laguna de los Padres fue la que adquirió mayor relevancia, tanto en número de productores como en superficie, y se observó un proceso de expansión de las áreas hortícolas en los ejes de las rutas N° 226 y N° 88, que dando el resto acotado a quintas en el área urbana y en el eje de la ruta N°2 (BOCERO y PRADO, 2007).

En el área hortícola del Partido, así como en el contexto bonaerense, trabajadores de origen boliviano arribaron aproximadamente entre fines de los `70 e inicios de los `80. Con el tiempo se transformaron en arrendatarios y actualmente gran parte de ellos han accedido a ser propietarios; esta situación se evidenció en la mayoría de las áreas hortícolas del país (BENENCIA, 2009). En el área de estudio, a fines de la década del ochenta comenzó la adopción de invernáculos, y junto con el resto de los cambios tecnológicos y la llegada de mano de obra de origen boliviano mencionada anteriormente, se produjo un aumento de la producción.

Beneficiado por condiciones agroecológicas, el Partido se posiciona como uno de los principales abastecedores de hortalizas de hoja y fruto al resto del país. Sin embargo, este nuevo esquema basado en la filosofía productivista de la llamada “Revolución Verde”, ha acentuado los impactos ambientales de estos sistemas de producción.

Diversos estudios realizados en el área expresan los impactos más relevantes. Entre ellos se destaca el trabajo de Baccaro et al. (2006), quienes ponen en evidencia la contaminación del agua para consumo con nitratos o bacterias coliformes aparentemente debida a fuentes no puntuales de contaminación, como es la aplicación de abono en grandes dosis y en forma continua.

Por otra parte, Sarandón et al. (2013) establecieron indicadores de peligrosidad relacionados con los sistemas hortícolas de la provincia de Buenos Aires, tomando en

consideración principalmente las cantidades de principios activos de los plaguicidas utilizados por hectárea por año, y la categoría toxicológica de los mismos. En su informe, señalan que de los 15 partidos con mayor peligrosidad en la provincia de Buenos Aires, La Plata y General Pueyrredon alcanzaron valores significativamente mayores a los restantes. En ambos partidos el cultivo de tomate (tanto bajo cubierta como a campo) fue el que más contribuyó porcentualmente a la peligrosidad total.

En este contexto, en primera instancia, el presente trabajo tiene como objetivo identificar el avance de la superficie hortícola marplatense entre 1989 y 2015, tanto en su expresión bajo cubierta, como a campo. En segundo lugar, se plantea evaluar comparativamente la importancia los principales impactos ambientales de la actividad hortícola al aire libre y bajo cubierta en la actualidad, que afectan a la sustentabilidad ecológica del periurbano productivo. En este sentido, un sistema productivo hortícola se considera ecológicamente sustentable si asegura el descanso del suelo, promueve la diversidad de especies, controla la erosión, evita la contaminación de recursos, realiza un uso eficiente del agua, utiliza prácticas conservacionistas del suelo, entre otras.

Materiales y métodos

Para concretar el primer objetivo, se partió de estudios previos realizados en el área (ZULAICA et al., 2012; 2013) en los que se estimó sobre imágenes Landsat 5, sensor TM, la superficie hortícola al aire libre y bajo cubierta para el periurbano de Mar del Plata en distintos momentos (1989, 1999 y 2009). El año 1989 se considera un punto de partida interesante para el análisis de la expansión e intensificación hortícola dado que es a principios de la década de los noventa cuando estos procesos cobraron mayor relevancia.

Luego, se prosiguió a realizar una digitalización de las áreas hortícolas bajo cubierta y a campo del área sobre la imagen satelital Landsat 8, sensor OLI, Path y Row 224-86, correspondiente al 14 de febrero del año 2015. La imagen se obtuvo de la página Web <http://www.earthexplorer.usgs.gov/> y fue procesada utilizando el software ENVI 5.1 siguiendo el procedimiento indicado en estudios previos realizados en la región (VAZQUEZ et al., 2016). En este caso, se utilizó la composición denominada falso color o infrarrojo color, sobre las bandas correspondientes al infrarrojo cercano, rojo y verde (bandas 4, 3 y 2, respectivamente). La composición seleccionada facilita la cartografía de vegetación, láminas de agua y usos urbanos (CHUVIECO, 2007).

Se digitalizaron las áreas hortícolas bajo cubierta y a campo mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica, en este caso ArcGis 10.1. La digitalización fue ajustada recurriendo a imágenes provenientes del programa Google Earth Pro, trabajo de campo y entrevistas a profesionales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Mar del Plata.

Posteriormente, se prosiguió a realizar el cálculo de la superficie ocupada por la horticultura para cada sistema de producción. Los resultados obtenidos se corroboraron con estimaciones del INTA del mismo año. Por último, se compararon los valores con datos antecedentes del área de estudio (ZULAICA et al., 2012; 2013) y con datos provenientes del Censo Hortiflorícola de Buenos Aires del año 2005 (GPBA, 2005).

A fin de evaluar los principales impactos actuales asociados con la intensificación hortícola sobre el medio físico y biótico, se prosiguió en primera instancia a revisar aquellos estudios antecedentes sobre problemas ambientales ocasionados por la horticultura a nivel de la región (LAURENCENA et al., 2010; PÉREZ y MARASAS, 2013; BLANDI et al., 2015; DELUCHI et al., 2015) y luego aquellos pertenecientes al área de estudio (BACCARO et al., 2006; SOUZA y BOCERO, 2008; LEIVA, 2009; BEDMAR et al., 2015).

En segunda instancia, se realizaron entrevistas a profesionales, principalmente técnicos del INTA y docentes de la Facultad de Ciencias Agrarias (Universidad Nacional de Mar del Plata) para relevar las acciones impactantes negativas y los problemas ambientales que se detectan en la actividad hortícola marplatense. De esta manera, se definieron las principales acciones impactantes de la actividad y los factores ambientales, contenidos en la dimensión ecológica de la sustentabilidad. Si bien la opinión de los trabajadores de la producción se considera muy relevante en la evaluación de los problemas, el presente estudio plantea en esta primera instancia relevar información de profesionales referentes en la problemática. No obstante, se propone indagar en una segunda instancia, la mirada del trabajador hortícola como agente principal en el manejo del sistema de producción.

Los impactos de los sistemas en 2015 fueron evaluados en función de su Importancia, siguiendo los criterios y categorías utilizados en la metodología propuesta por Conesa Fernández-Vítora (2010) y especificados en la Figura 1. La Importancia de los impactos adquiere valores comprendidos entre 13 y 100. Aquellos inferiores a 25 son considerados bajos. La importancia entre 25 y 50 es moderada, mientras que es severa cuando presenta un valor comprendido entre 51 y 75. Aquellos impactos que superan 75, integran la categoría de críticos. Finalmente se describen y comparan los problemas identificados.

Figura 1- Importancia del problema

INTENSIDAD (I): <i>grado de destrucción</i>		EXTENSION (EX): <i>área de influencia</i>	
Baja	1	Puntual	1
Media	2	Parcial	2
Alta	4	Amplio o extenso	4
Muy Alta	8	Total	8
Total	12		
MOMENTO (MO): <i>plazo de manifestación</i>		PERSISTENCIA (PE): <i>permanencia del efecto</i>	
Largo plazo	1	Fugaz, efímero o momentáneo	1
Medio plazo	2	Temporal o transitorio	2
Corto plazo	3	Pertinaz o persistente	3
Inmediato	4	Permanente y constante	4
REVERSIBILIDAD (RV): <i>reconstrucción por medios naturales</i>		SINERGIA (SI): <i>potenciación de la manifestación</i>	
Corto plazo	1	Sin sinergismo o simple	1
Medio plazo	2	Sinérgico	2
Largo plazo	3	Muy sinérgico	4
Irreversible	4		
ACUMULACION (AC): <i>incremento progresivo</i>		EFECTO (EF): <i>relación causa-efecto</i>	
Simple	1	Indirecto o secundario	1
Acumulativo	4	Directo o primario	4
PERIODICIDAD (PR): <i>regularidad de la manifestación</i>		RECUPERABILIDAD (MC): <i>reconstrucción por medios humanos</i>	
Irregular (aperiódico y esporádico)	1	Recuperable de manera inmediata	1
Periódico o intermitente	2	Recuperable a corto plazo	2
Continuo	4	Recuperable a medio plazo	3
		Recuperable a largo plazo	4
		Mitigable, sustituible y compensable	4
		Irrecuperable	8
IMP. = 3I + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC			

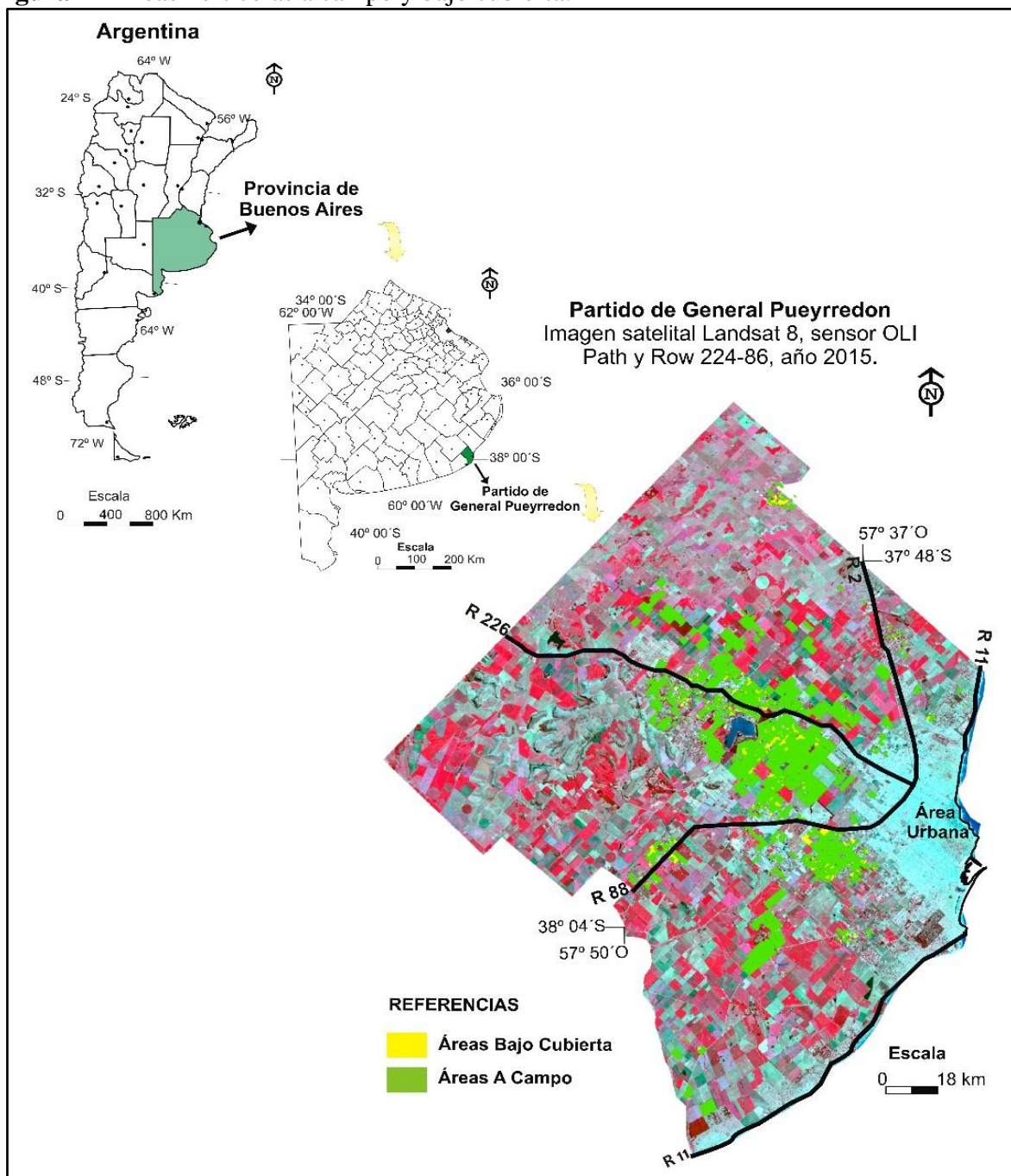
Fuente: Conesa Fernández-Vítora (2010).

Resultados y discusión

Avance de la superficie hortícola

La digitalización sobre imágenes satelitales y las corroboraciones a campo, permiten señalar que en el periurbano productivo del partido de General Pueyrredon coexisten en el año 2015, 8.799 ha a campo y 644 ha bajo cubierta (Figura 2). Estos datos fueron comparados con las estimaciones realizadas por el INTA hacia el año 2015 y se obtuvieron resultados semejantes.

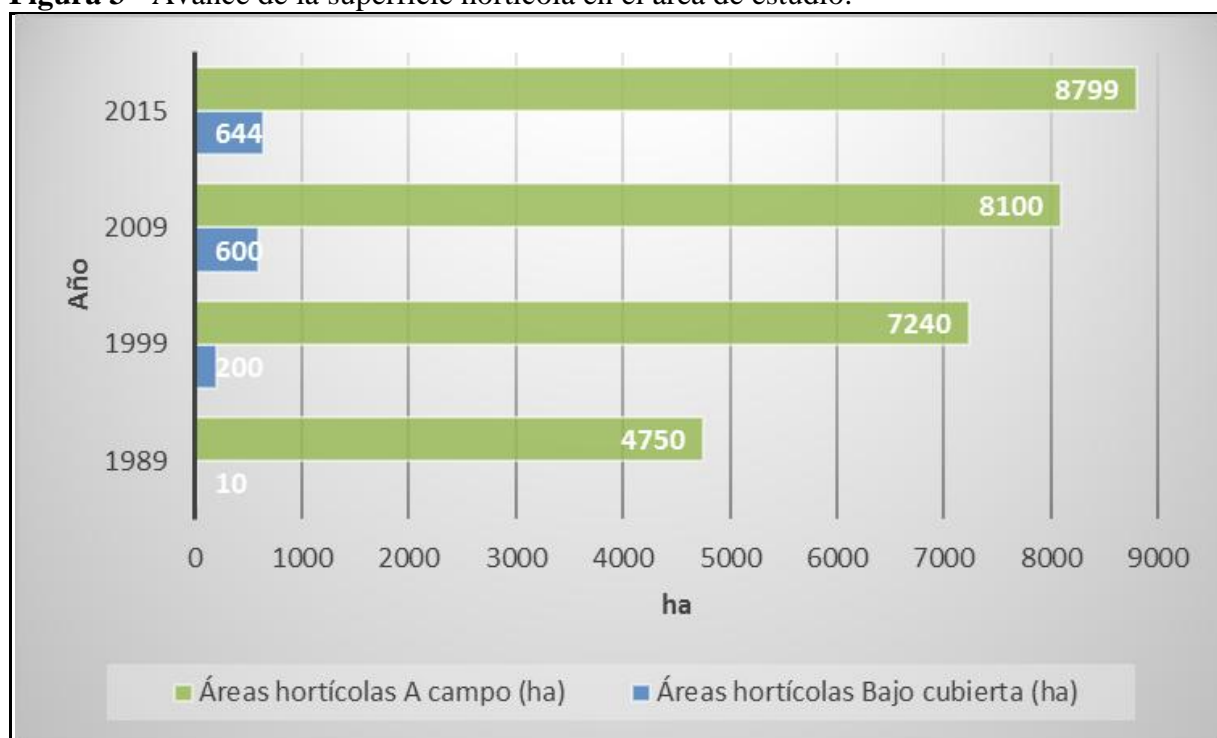
Figura 2 - Áreas hortícolas a campo y bajo cubierta.



Fuente: Elaboración personal.

Si se analizan datos secundarios de años anteriores, se puede observar claramente un avance significativo de la superficie destinada a la horticultura en el Partido. Desde el año 2005(GPBA, 2005) hasta la actualidad se evidencia un incremento de los sistemas de cultivo bajo cubierta en un 233,67% y de los cultivos a campo en un 178,44%. Cuando se comparan los resultados obtenidos con estudios previos realizados en el área (ZULAICA et al., 2012; 2013) se verifica que la superficie destinada a la actividad sufre un incremento de manera considerable desde el año 1989. En este sentido, la superficie a campo aumentó entre 1989 y 2015 un 85,24%, y la superficie bajo cubierta un 6.340%, siendo más intensivo ese crecimiento entre 1989 y 1999 (Figura 3).

Figura 3 - Avance de la superficie hortícola en el área de estudio.



Fuente: Elaboración personal sobre la base de Zulaica et al. (2012; 2013).

Dicha situación viene acompañada por la intensificación de los sistemas, especialmente en los cultivos protegidos que parecieran convertirse en el símbolo del progreso técnico a partir de los noventa. El nuevo esquema de producción, altamente tecnificado y vinculado a un paquete tecnológico de altos costos, ha acentuado la brecha socioeconómica entre los productores de la región (SARANDÓN y FLORES, 2015), y ha impactado negativamente en la sustentabilidad ecológica de los sistemas.

Impactos ambientales derivados de la expansión e intensificación

En el marco de la intensificación de la producción hortícola y el incremento de la superficie destinada a la misma, es importante mencionar que la producción bajo invernáculo no sustituye a la producción a campo, sino que la complementa (BOCERO y PRADO, 2007).

Si bien la evaluación de la dimensión social de la actividad no constituye un objetivo de esta primera instancia de la investigación, es importante mencionar que en general, la intensificación de estos sistemas y la falta de control impacta severamente en la salud de los trabajadores. La mayoría no utiliza los equipos de protección correspondientes al momento de

aplicar agroquímicos y tampoco respetan el tiempo de reingreso al lote. Además, es muy frecuente que no se tomen las precauciones necesarias al almacenar los insumos cerca o junto a pertenencias personales, alimentos, entre otros (SOUZA y BOCERO, 2008).

De acuerdo con Daga et al. (2016), entre las acciones impactantes negativas más relevantes que afectan a la sustentabilidad ecológica del área de estudio se destacaron la impermeabilización de la superficie y el uso de plaguicidas. En este contexto, en el presente estudio, se evidenciaron además de las acciones impactantes mencionadas, aquellas referidas al uso del agua para riego, de combustibles fósiles, manejo de abonos y fertilizantes, planificación de rotaciones y manejo de residuos.

En este sentido, se prosiguió a evaluar las acciones impactantes de los sistemas a campo y bajo cubierta en la actualidad a fin de establecer comparaciones (Figuras 4 y 5).

Figura 4 - Matriz de importancia sistemas bajo cubierta.

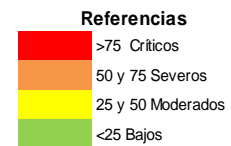
DIMENSIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD		ACCIONES IMPACTANTES		Impermeabilización de superficie	Inadecuado uso de plaguicidas	Uso intensivo del agua para riego	Uso intensivo de combustibles fósiles	Laboreo excesivo del suelo	Escasa planificación de rotaciones	Incorrecto manejo de residuos	
		Atmósfera	Suelo								
Ecológica	Medio inerte	Atmósfera	Calidad del aire		79		47			65	
		Suelo	Estructura			55			59	41	52
			Permeabilidad	75					56		
			Calidad química		68	60				44	41
	Recursos hídricos	Superficiales	Escorrentamiento	63							31
			Calidad		26						
		Subterráneos	Cantidad	39		56					
			Calidad		52						47
	Medio biótico	Biodiversidad	Fauna			41			33		
			Vegetación	Cultivada		49			44	53	
Natural				43			51	61			



Fuente: Elaboración personal.

Figura 5 - Matriz de importancia sistemas a campo.

DIMENSIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD		ACCIONES IMPACTANTES		Impermeabilización de superficie	Inadecuado uso de plaguicidas	Uso intensivo del agua para riego	Uso intensivo de combustibles fósiles	Laboreo excesivo del suelo	Escasa planificación de rotaciones	Incorrecto manejo de residuos
		Atmósfera	Suelo							
Ecológica	Medio inerte	Atmósfera	Calidad del aire				67			45
		Suelo	Estructura			43		47	31	40
			Permeabilidad	35				44		
			Calidad química		54	47			34	36
	Recursos hídricos	Superficiales	Escorrentamiento	28						29
			Calidad		33					
		Subterráneos	Cantidad			42				
			Calidad		38					35
	Medio biótico	Biodiversidad	Fauna			48			30	
			Vegetación	Cultivada		42			38	38
Natural				48			51	42		



Fuente: Elaboración personal.

Impermeabilización de superficie

En el caso de sistemas bajo cubierta, se obtuvieron valores críticos sobre el factor de permeabilidad del suelo; severos sobre el escurrimiento y moderados respecto de la cantidad de recursos hídricos subterráneos. Estudios realizados en La Plata (LAURENCENA et al., 2010) indican que debido al crecimiento de los cultivos bajo cubierta, en un sector periurbano se registró una disminución de la recarga de las aguas subterráneas; ello es consecuencia del incremento y aceleración en la respuesta del escurrimiento superficial en eventos de tormentas importantes.

En un trabajo realizado por Leiva (2009) en la localidad de Sierra de los Padres, emplazada en el periurbano de Mar del Plata, se advirtió que generalmente hay canales en los bordes de los invernaderos que recogen el agua de lluvia, pero se encuentran en muy mal estado. Existen escasos sectores donde los cauces naturales están debidamente limpios y con capacidad suficiente para conducir el aguade lluvia.

Por otra parte, en sistemas a campo, los valores obtenidos fueron moderados respecto a la permeabilidad del suelo y el escurrimiento. En este caso incide solamente la utilización del mulch (cobertura de polietileno para controlar malezas y hacer más eficiente el uso de agua y agroquímicos), siendo notable el menor impacto que tiene esta acción sobre los factores ambientales.

Uso de plaguicidas

Los sistemas bajo cubierta presentaron los valores más elevados. Se obtuvieron valores críticos respecto a la calidad del aire, debido principalmente al amplio uso del Bromuro de Metilo. Sobre la base de las entrevistas realizadas, es posible afirmar que se trata de uno de los agrotóxicos más utilizados y cuestionado en los cultivos bajo cubierta del área de estudio. Es un insecticida y nematicida que se emplea en fumigación (suelo de los invernaderos) y su efecto en la atmósfera es notable, debido a que se considera que el átomo de bromo es 50 veces más dañino para la capa de ozono que el de cloro (PRENDEZ y CARRASCO, 1995). Por otro lado, es importante considerar que, respecto a la toxicidad para los seres humanos, el compuesto se absorbe fácilmente a través de los alvéolos pulmonares. Además, puede ser altamente irritante para las membranas mucosas oculares, las vías aéreas, y la piel (OPDS, 2013). Según la Ordenanza N°21.296, sancionada en el año 2013 en el partido de General Pueyrredon, se prohíbe el uso y comercialización del bromuro de metilo a mayor concentración de 70%, según disposiciones del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria.

En zonas con elevada aplicación de agroquímicos y de riego, los plaguicidas que poseen bajo coeficiente de adsorción, alta solubilidad en agua y alta persistencia podrían transformarse en importantes fuentes de contaminación del agua subterránea (BEDMAR et al., 2015). En sistemas bajo cubierta, la calidad química del suelo y de los recursos hídricos subterráneos es afectada de manera negativa principalmente porque los fungicidas e insecticidas se emplean con mayor frecuencia y en mayores dosis que en el campo (SOUZA y BOCERO, 2008). El riego y el uso de productos peligrosos, facilita la lixiviación aumentando el potencial de contaminación de las aguas. Respecto de los fertilizantes, las hortalizas necesitan mayor cantidad de nutrientes debido a su rápido desarrollo y corto período vegetativo.

En cuanto a los abonos orgánicos, en la zona hortícola de Mar del Plata se utiliza principalmente la "cama de pollo". Se emplean 20-30 tn/ha incorporándolo con rastra de discos, generalmente en otoño-invierno (ADLERCREUTZ et al., 2014). Se recomienda

programar las fertilizaciones, aunque esto no sucede a menudo, como se manifestó a través de las entrevistas. Abbona et al. (2011) analizaron un balance de nutrientes de la producción hortícola a campo en la provincia de Buenos Aires. Entre los cultivos de importancia económica en los establecimientos hortícolas, el mayor balance positivo se encontró en el tomate y el pimiento, lo que justificaría una mayor fertilización para lograr rendimientos más altos. Esto también se observó en los cultivos de hoja cuyo principal exponente es la lechuga. Sin embargo, el exceso de nitrógeno puede generar problemas de contaminación de los acuíferos por lixiviación de los nitratos.

La fauna, por otra parte, es afectada de forma moderada. La mayor parte de los insecticidas elimina tanto a las plagas como a sus depredadores. Las especies nocivas que logran sobrevivir se recuperan con gran rapidez en ausencia de sus enemigos naturales; además, estos agentes de amplio espectro determinan a veces que especies de insectos que con anterioridad no tenían relevancia, se conviertan en importantes plagas (GUZMÁN CASADO et al., 2000). Dentro de los invernáculos, la mayoría de las plagas de las plantas cultivadas encuentran un hábitat favorable para su desarrollo, incentivando su multiplicación e incrementándose los daños. En cambio, otras se ven limitadas por el exceso de calor y humedad, o por el obstáculo que le ofrecen las cubiertas y/o mallas anti insectos colocadas en las aberturas (ADLERCREUTZ et al., 2014). Asimismo, la vegetación cultivada y natural también se ve afectada de manera moderada debido a la peligrosidad de los agroquímicos que se aplican, pero los valores son menores a los encontrados en sistemas a campo ya que, según entrevistas realizadas, se emplea una menor cantidad de herbicidas.

Los sistemas a campo presentaron valores severos respecto a la calidad química del suelo, y moderados en calidad de recursos hídricos superficiales y subterráneos, fauna y vegetación cultivada y natural. Respecto de los dos primeros, como fue mencionado, se utiliza una mayor cantidad de herbicidas en campo que bajo cubierta. Dado que los herbicidas tienen un potencial de lixiviación más alto (BEDMAR et al., 2015), y que la superficie sobre la que se aplican es mayor, es evidente que se registren valores elevados. Esta acción además afecta negativamente a la fauna benéfica y la vegetación. En relación a ello, es importante mencionar que independientemente de la percepción que tenga el productor acerca de la agrobiodiversidad presente, la misma cumple un rol primordial en la provisión de servicios ecológicos y por lo tanto la necesidad de estos insumos químicos podría disminuirse si se consideran y potencian los beneficios que la diversificación de cultivos puede brindar (PÉREZ y MARASAS, 2013).

Uso del agua para riego

El sistema bajo cubierta demostró valores negativos más importantes. La acción afecta de manera severa tanto a la estructura del suelo, como a su calidad química y a la cantidad de recursos hídricos subterráneos.

El riego en invernáculo trae como consecuencia problemas tanto de salinización como de alcalinización. Los suelos al encontrarse bajo cubierta reciben sólo el riego por agua de pozo con ciertos tenores de elementos que con el tiempo se van potenciando. La producción decae ante la falta de tolerancia de las especies productivas a diferentes tenores salinos (HURTADO, 1993). El aumento de la concentración de sodio afecta la estructura y porosidad de los suelos, alterando la circulación de los fluidos, generando la ocurrencia de anegamientos y dificultando la renovación del oxígeno edáfico. Por otra parte, los suelos se tornan excesivamente duros al secarse y se encostran con facilidad, entre otros perjuicios (ANDREU et al., 2012).

Baccaro et al. (2006) evaluaron la calidad de agua para consumo humano y riego en muestras de agua extraídas de pozos localizados en el cinturón hortícola de Mar del Plata, y detectaron que la mayoría de las muestras de aguas para riego presenta alta salinidad. La elevada concentración de sales solubles afecta adversamente el rendimiento de los cultivos, a través de un efecto osmótico que limita la habilidad de las plantas para absorber agua.

Por otra parte, Manzo (1997) observó en la producción bajo cubierta dedicada a tomate y pimiento del área de estudio, un proceso de salinización variable al cabo de cuatro años de producción continua, que llegó a transformar al suelo en salino-sódico, afectando sensiblemente los rendimientos. Esto fue verificado en las entrevistas realizadas.

Respecto a la cantidad de agua subterránea, en el caso del cinturón hortícola de La Plata, Deluchi et al. (2015), plantea que se incrementó la utilización de agua subterránea para garantizar las demandas hídricas de los cultivos bajo cubierta que, junto al consumo doméstico urbano, pondrían en riesgo la disponibilidad de las fuentes subterráneas de la región. Los cultivos bajo invernáculo extrajeron mayor volumen de agua subterránea que los realizados al aire libre. Asimismo, si bien los rendimientos de los cultivos bajo cubierta fueron altos, la eficiencia de uso del agua fue mayor en los cultivos al aire libre. Esta situación también es manifestada por los entrevistados en el cinturón hortícola marplatense.

En el caso de los sistemas a campo el volumen de agua empleado suele ser menor que bajo cobertura plástica. De todas formas, se destaca el problema de calidad del agua subterránea asociado con la actividad agrícola, ya que los pozos destinados al cultivo intensivo de papas y de hortalizas no están entubados y mezclan aguas someras con aquellas de niveles acuíferos más profundos, contribuyendo a la contaminación del recurso hídrico subterráneo (BOCANEGRA et al., 2001).

Uso de combustibles fósiles

En los sistemas bajo cubierta, esta acción impacta moderadamente sobre la calidad del aire. Los entrevistados coinciden en un aumento en el consumo de combustibles fósiles durante los últimos años. Los óxidos de carbono (y en particular el monóxido de carbono) constituyen contaminantes atmosféricos provenientes de la quema de combustible por el uso de maquinaria agrícola u otros motores de combustión (STACHETTI RODRIGUES y MOREIRA, 2007). Las maquinarias que suelen utilizarse bajo cubierta en el área de estudio están integradas por tractores, cinceles y motocultivadores, entre otros, cuyas dimensiones se adaptan a la superficie de los invernaderos (BOCERO, 2003).

El modelo agrícola moderno, intensivo y altamente productivo, se basa en el uso de elevadas cantidades de insumos derivados del petróleo, en forma de aportes directos de combustibles e indirectos para la producción de agroquímicos, fertilizantes, maquinaria y semillas (GLIESSMAN, 2001). De esta manera, algunos sistemas pueden ser, desde un punto de vista energético muy ineficientes. Tal es el caso de algunos sistemas de producción bajo invernáculo donde se gasta más energía en el proceso productivo que la que se cosecha (DELLEPIANE y SARANDÓN, 2008).

En relación a los sistemas a campo, el uso intensivo de estos combustibles impacta de manera severa a la calidad del aire. En las entrevistas se menciona el hecho de que, al ser extensiones más amplias, se utilizan mayor cantidad de maquinarias y durante períodos de tiempo más extensos; en consecuencia, el impacto es mayor que en sistemas bajo invernáculo.

Laboreo del suelo

Esta acción puede afectar severamente la estructura y permeabilidad del suelo, como así también a la vegetación natural en los sistemas bajo cubierta. La fauna y vegetación cultivada también obtuvieron valores moderados. Principalmente, el uso excesivo y/o inadecuado de la maquinaria agrícola ha conducido a un exceso de laboreo, que se traduce en mermas en la capacidad productiva de los suelos. La pérdida de la estructura del suelo, con problemas de encostramiento y piso de arado, disminuye la capacidad de infiltración de agua y requiere un aumento en el número de labores para mantener el suelo en condiciones productivas (SARANDÓN, 2002). El mantenimiento de una superficie de suelo con buena agregación de partículas y el empleo de prácticas de manejo que provocan rugosidad y reducen la densidad superficial, permiten evitar los problemas mencionados y favorecer, entre otras cosas, la entrada de agua al suelo (SUERO et al., 2001).

La compactación del suelo debida al excesivo paso de maquinaria produce la disminución de la permeabilidad y el incremento de la resistencia mecánica del suelo (GUZMÁN CASADO et al., 2000), y según los entrevistados, el manejo bajo invernáculo degrada sus propiedades físicas aún más que los sistemas a campo (BLANDI et al., 2015), por el uso de sistemas de labranza muy agresivos y la utilización del suelo durante todo el año sin descanso, como se inferirá más adelante en las rotaciones planificadas.

Respecto de los efectos sobre la vegetación, se observa que cuando las raíces están físicamente limitadas por una capa densa que contiene pocos poros, estas pueden desarrollar formas de crecimiento características inmediatamente por encima de la capa limitante del crecimiento. Lo más común es el cambio abrupto de la dirección del crecimiento, de la vertical a la horizontal, y un engrosamiento de las raíces encima de los límites de la capa limitante (SHAXSON y BARBER, 2005).

Por otra parte, los sistemas a campo evidenciaron valores moderados en estructura y permeabilidad del suelo, fauna y vegetación cultivada, y severos en la vegetación natural. A pesar de ser una superficie más amplia, como se advirtió anteriormente, las tareas culturales son mayores en sistemas bajo cubierta y se repiten mayor cantidad de veces durante el año, por lo que se espera que los efectos de la compactación se observen más claramente en esos casos.

Planificación de rotaciones

Esta acción guarda una estrecha relación con el laboreo del suelo. En el caso de sistemas bajo cubierta, los factores mayormente impactados son la vegetación cultivada y natural, considerándose severos, y la estructura y calidad química del suelo adquieren valores también altos, llegando en ocasiones a ser moderados.

Las rotaciones implican la siembra de diferentes cultivos en sucesión o en una secuencia recurrente, por lo tanto, incrementan la diversidad del sistema en el tiempo. Estas, promueven la actividad de organismos que son controladores de plagas o enfermedades del cultivo siguiente y tienden a mejorar la estructura y fertilidad del suelo, reducir la erosión y adicionar materia orgánica (SARANDÓN y FLORES, 2014). Los cultivos incluidos en la rotación, al diferir en la susceptibilidad a plagas y enfermedades y en la presión de competencia que ejercen sobre las malezas, ayudan al manejo de las mismas (PEREZ y MARASAS, 2013).

Ante la simplificación extrema de los sistemas de producción, las rotaciones han sido dejadas de lado. Como se explicó previamente y como aclaran los especialistas, en los invernáculos se realiza una plena ocupación del suelo, es decir que se trata de mantenerlos con cultivos durante todo el año. En muchos casos, en el área de estudio hay un reemplazo de

cultivos de fruto (tomate y pimiento en verano) por cultivos de hoja (lechuga en invierno), pero en general no se realizan rotaciones planificadas.

Por otra parte, los sistemas a campo evidenciaron valores moderados en la vegetación cultivada y natural, y estructura y calidad química del suelo; los mismos factores impactados por el sistema bajo invernáculo. En un trabajo realizado en el cinturón hortícola platense, Blandi et al. (2015) sostienen respecto de la biodiversidad cultivada, que tanto la exigua diversidad espacial como las escasas rotaciones, fueron los principales puntos críticos de los sistemas bajo cubierta. En cambio, en sistemas a campo, se desarrollaban generalmente esquemas planificados de rotaciones y un alto número de especies cultivadas.

Manejo de residuos

En el caso de cultivos bajo cobertura plástica, esta acción afecta de forma severa la calidad del aire y la estructura del suelo. Los impactos sobre factores de calidad química del suelo, escurrimiento de recursos hídricos superficiales y calidad de recursos hídricos subterráneos se consideran moderados.

Según Souza y Bocero (2008), el desecho de envases y líquidos remanentes de numerosos establecimientos hortícolas marplatenses, se realiza en forma inadecuada potenciando la contaminación tanto dentro como fuera del predio. Los envases de plástico se queman en la explotación afectando la calidad del aire, ya que a partir de este proceso de combustión se pueden desprender a la atmósfera contaminantes orgánicos persistentes como las dioxinas y furanos (SOUZA, 2007). Los envases de vidrio se destruyen y se entierran, afectando al suelo, e incluso en algunos casos, se tiran con la basura domiciliaria. El triple lavado es citado por un número reducido de productores, y se asocia más a una práctica que permite recuperar el remanente del producto en el envase que a una preocupación por evitar riesgos para la salud y el ambiente.

En los sistemas a campo, se observan valores considerados moderados para los mismos factores afectados en sistemas bajo cubierta. No se observan valores críticos o severos y solo se consideran los desechos provenientes de los envases, mulch, cintas y speedlings.

Consideraciones finales

Los resultados obtenidos en esta primera instancia de la investigación permiten evidenciar claramente un avance significativo de la superficie destinada a la horticultura en el Partido, cuyo incremento bajo cubierta fue en términos relativos 74,4 veces mayor que a campo entre 1989 y 2015. Es muy probable que el avance de las superficies hortícolas, junto con la intensificación de la producción, potencien numerosos problemas ambientales.

En relación con lo anterior, los valores estimados de Importancia del impacto revelan que los factores más afectados por la actividad serían la calidad química y la estructura del suelo, y la calidad del aire. Las acciones que mayor agresividad presentan 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 manifiesta valores más elevados y alcanza niveles críticos.

Finalmente, se espera avanzar en la evaluación de los impactos que estos sistemas generan sobre factores socio-económicos y productivos a fin de contribuir con propuestas de gestión tendientes al manejo ambientalmente sustentable de sistemas productivos.

Referencias

ABBONA, E.; SARANDÓN, S.; VÁZQUEZ, M. Balance de nutrientes como indicador del manejo sustentable del suelo y el agua en la producción hortícola a campo de la provincia de Buenos Aires, Argentina. **Anais...** VII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Fortaleza, 2011.

ADLERCREUTZ, E.; HUARTE, D.; LOPEZ CAMELO, A.; MANZO, E.; SZCZESNY, A.; VIGLIANCHINO, L. **Producción hortícola bajo cubierta**. Mar del Plata: Ediciones INTA, 2014. 149 p.

ANDREAU, R.; GELATI, P.; PROVAZA, M.; BENNARDI, D.; FERNÁNDEZ, D.; VÁZQUEZ, M. Degradación física y química de dos suelos del cordón hortícola platense. Alternativas de tratamiento. **Revista Ciencia del suelo**, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, vol. 30 n° 2, p. 107-117, 2012.

BACCARO, K.; DEGORGUE, M.; LUCCA, M.; PICONE, L.; ZAMUNER, E.; ANDREOLI, Y. Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola de Mar del Plata. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, vol. 35, n° 3, p. 95-110, 2006.

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**, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, vol. 41, n°1, p. 70-82, 2015.

BENENCIA, R. Predominio de inmigrantes bolivianos en los eslabones estratégicos de la cadena agroalimentaria de la horticultura en fresco de la Argentina. **Anais...** Jornadas Internacionales de Investigación: Migraciones, Trabajo y Cadenas globales agrícolas, Murcia, España, 2009.

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**, La Plata, vol. 114, n° 2, p. 251-264, 2015.

BOCANEGRA, E.; CARDOSO, G.; CUSTODIO, E.; MASSONE, H.; MARTÍNEZ, D.; RAPOSO DE ALMEIDA, R. Los acuíferos costeros del litoral atlántico sudamericano: la explotación en el estado de Rio de Janeiro (Brasil) y la provincia de Buenos Aires (Argentina). **Anais...** XI Congreso Latinoamericano de Geología, Montevideo, 2001.

BOCERO, S. **Cultivos protegidos y problemas ambientales**: Un estudio de la horticultura marplatense en la década del noventa. Mar del Plata: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad Nacional de Mar del Plata y Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, 2003. 100 p. (Tesis de Maestría).

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

CHUVIECO, E. **Teledetección Ambiental**: La observación de la tierra desde el espacio. Barcelona: Ediciones Ariel Ciencia, 2007.

CONESA FERNÁNDEZ-VITORA, V. **Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental**. Madrid: Ediciones Mundi-prensa, 800 p, 2010.

DAGA, D.; ZULAICA, L.; VAZQUEZ, P.; FERRARO, R. Avances en la evaluación de la sustentabilidad ecológica de la horticultura marplatense. **Anais...** I Jornadas Internacionales de Ambiente y III Jornadas Nacionales de Ambiente, Tandil, 2016.

DELLEPIANE, A.; SARANDÓN, S. Evaluación de la sustentabilidad en fincas orgánicas, en la zona hortícola de La Plata, Argentina. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, vol. 3, n°3, p. 67-78, 2008.

DELUCHI, S.; FLORES, C.; SARANDÓN, S. Análisis de la sustentabilidad del uso del recurso hídrico bajo tres estilos de producción hortícola en el Cinturón Hortícola Platense. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, vol. 114, n° 2, p. 287-294, 2015.

GARCÍA, M. El cinturón hortícola platense: ahogándonos en un mar de plásticos. Un ensayo acerca de la tecnología, el ambiente y la política. **Theomai**, Quilmes, n° 23, p. 35-53, 2011.

GLIESSMAN, S. **Agroecologia. Processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editorial Universidade/UFRGS, 653 p, 2001.

GPBA (Gobierno de la provincia de Buenos Aires). **Censo Hortiflorícola de Buenos Aires**. Buenos Aires: Dirección Provincial de Economía Rural del Ministerio de Asuntos Agrarios, Dirección Provincial de Estadísticas del Ministerio de Economía, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos de la Nación, Consejo Federal de Inversiones, 115 p, 2005.

GUZMÁN CASADO, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M.; SEVILLA GUZMÁN, E. (Coord.). **Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible**. Madrid: Editorial Mundi Prensa, 535 p, 2000.

HURTADO, M. El Recurso Suelo: su Degradación. En: Goin, F.; Goñi, R. (Eds.). **Elementos de Política Ambiental**. Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires, La Plata, 1993, p.133-141,

LAURENCENA, P.; DELUCHI, M.; ROJO, A.; KRUSE, E. Influencia de la explotación de aguas subterráneas en un sector del área periurbana de La Plata. **Revista de la Asociación Geológica Argentina**, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, vol. 66, n° 4, p. 484-491, 2010.

LEIVA, M.E. Área frutihortícola de Sierra de los Padres. Sustentabilidad ambiental de un área turística potencial. **Revista Aportes y Transferencias**. Tiempo Libre, Turismo y Recreación, Mar del Plata, año 13 n°1, p. 93-110, 2009.

MANZO, E. **Evaluación del manejo de la fertilización y del riego en cultivos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y Pimiento (*Capsicum annuum* L.) producidos bajo cubierta plástica en el cinturón hortícola de Mar del Plata**. Balcarce: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata, 1997. 78 p. (Tesis de grado)

OPDS (Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible). **Plaguicidas en el territorio bonaerense:** información toxicológica, ecotoxicológica y comportamiento ambiental. La Plata: Dirección Provincial de Recursos Naturales Programa Gestión Ambiental en Agroecosistemas, 136 p, 2013.

PÉREZ, M.; MARASAS, M.E. Servicios de regulación y prácticas de manejo: aportes para una horticultura de base agroecológica. **Revista Ecosistemas**, Madrid, vol. 22, n° 1, p. 36-43, 2013.

PRENDEZ, M.; CARRASCO, B. Acción del bromuro de metilo sobre el ozono estratosférico y sus consecuencias sobre la agroindustria chilena. **Revista Simiente**, Santiago de Chile, vol. 65, n° 4, p. 46-54, 1995.

SARANDÓN, S. La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la Agricultura intensiva de la Revolución Verde. En: SARANDÓN, S. (Ed.). **Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable.** La Plata: Ediciones Científicas Americanas, 2002, p. 23-47.

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, 532 p, 2013.

SARANDÓN, S.; FLORES, C. Evaluación de la sustentabilidad de un proceso de transición agroecológica. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, vol. 114 (Núm. Esp.1) Agricultura Familiar, Agroecología y Territorio, p. 52-66, 2015.

SHAXSON, F.; BARBER, R. Hidrología, arquitectura del suelo y movimiento del agua. En: SHAXSON, F.; BARBER, R. (Eds.). **Optimización de la humedad del suelo para la producción vegetal.** El significado de la porosidad del suelo. Boletín de suelos de la FAO N° 79. Roma: FAO, 2005, p. 9-26.

SOUZA, O. La problemática del uso de plaguicidas en la región hortícola Bonaerense. En: MINISTERIO DE SALUD. SECRETARÍA DE AMBIENTE y DESARROLLO SUSTENTABLE (Eds.). **La problemática de los agroquímicos y sus envases, su incidencia en la salud de los trabajadores, la población expuesta y el ambiente.** Villa Lynch: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, OPS, AAMMA, 2007, p. 29-72.

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

STACHETTI RODRIGUES, G.; MOREIRA, A. **Manual de evaluación de impacto ambiental de actividades rurales.** Montevideo: MGAP, BM, GEF, Proyecto Producción Responsable, IICA, PROCISUR, EMBRAPA, 168 p, 2007.

SUERO, E.; SANTA CRUZ, J.; SILVA BUSSO, A.; DELLA MAGGIORA, A.; IRIGOYEN, A.; COSTA, J.; GARDIOL, J. Caracterización de los recursos naturales en sistemas bajo riego del sudeste bonaerense. Bases para propuestas de aplicación sustentable del riego. **Revista de**

Investigaciones Agropecuarias, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, vol. 30, n° 1, p. 71-90, 2001.

VAZQUEZ, P.; ZULAICA, L.; REQUESENS, E. Análisis ambiental de los cambios en el uso de las tierras en el partido de Azul (Buenos Aires, Argentina). **Revista Agriscentia**, Córdoba Capital, vol. 33, n° 1, p. 15-26, 2016.

ZULAICA, L.; FERRARO, R.; VAZQUEZ, P. Transformaciones territoriales en el periurbano de Mar del Plata. **Revista Geograficando**, La Plata, vol. 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. **Anais...** XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina, Lima, 2013.

Artigo recebido em 23-05-2017

Artigo aceito para publicação em 04-11-2017