

# Evaluación de la sustentabilidad ambiental de sistemas hortícolas del periurbano de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina

## Environmental sustainability assessment of horticultural systems in the peri-urban area of Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina

Daiana Yael Daga <sup>1,2</sup>, Nahuel David Sequeira <sup>1,3</sup>, Patricia Vázquez <sup>1,4</sup>.

<sup>1</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas CONICET. Centro de Estudios Sociales de América Latina CESAL. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires UNICEN. Buenos Aires, Argentina. <sup>2</sup> ✉ [daianadaga@conicet.gov.ar](mailto:daianadaga@conicet.gov.ar); <sup>3</sup> ✉ [nahulsequeira@conicet.gov.ar](mailto:nahulsequeira@conicet.gov.ar); <sup>4</sup> ✉ [patriciavazquez@conicet.gov.ar](mailto:patriciavazquez@conicet.gov.ar)



<https://doi.org/10.15446/acag.v71n3.105815>

2022 | 71-3 p 221-229 | ISSN 0120-2812 | e-ISSN 2323-0118 | Rec.: 2022-11-14 Acep.: 2023-03-21

### Resumen

La expansión e intensificación de los sistemas hortícolas del periurbano marplatense derivó en beneficios económicos, pero también en problemas ambientales. Se hipotetiza que el manejo de estos sistemas bajo un enfoque convencional condujo a sistemas menos sustentables respecto de aquellos alternativos, lo que profundizó los impactos ambientales por la incorporación del invernáculo. Consecuentemente, el objetivo de este estudio fue evaluar la sustentabilidad ambiental de sistemas hortícolas marplatenses en diferentes casos correspondientes a tipologías representativas del cinturón verde. Metodológicamente, se construyó un Índice de Sustentabilidad Ambiental Hortícola, constituido por indicadores asociados a las dimensiones ecológica, social y económica de la sustentabilidad. Partiendo de entrevistas semiestructuradas, el índice se aplicó a 7 sistemas con enfoque convencional y producción bajo cubierta (SCBC), 7 sistemas con enfoque convencional y producción a campo (SCAC), 3 sistemas con enfoques alternativos y producción bajo cubierta (SABC) y otros 3 sistemas con enfoques alternativos y producción a campo (SAAC). Los sistemas que aplican enfoques alternativos (SABC y SAAC) evidenciaron una mayor sustentabilidad ambiental, con lo que se observó una amplia brecha entre estos y los sistemas convencionales (SCBC y SCAC). Finalmente, se hace necesario profundizar el estudio y destacar el aporte que cada sistema puede hacer a la sustentabilidad ambiental de la producción hortícola.

**Palabras clave:** cinturón verde, índice, intensificación hortícola, problemas ambientales, tipologías.

### Abstract

The expansion and intensification of horticultural systems in the peri-urban area of Mar del Plata derived in economic benefits, but also in environmental problems. It is hypothesized that the management of these systems under a conventional approach led to less sustainable systems compared to the alternative ones, increasing environmental impacts due to the incorporation of greenhouses. Therefore, the aim of this study was to evaluate the environmental sustainability of horticultural systems in Mar del Plata, considering different cases associated to representative typologies. Methodologically, a Horticultural Environmental Sustainability Index was elaborated, composed of indicators associated with the ecological, social, and economic dimensions of sustainability. Based on semi-structured interviews, the index was applied to seven systems with a conventional approach and greenhouse production (SCBC), seven systems with a conventional approach and open field production (SCAC), three systems with alternative approaches and greenhouse production (SABC), and other three systems with alternative approaches and open field production (SAAC). The systems that applied alternative approaches (SABC and SAAC) showed greater environmental sustainability, with a wide gap between these and the conventional systems (SCBC and SCAC). Finally, it is necessary to deepen the study and highlight the contribution that each system can make to the environmental sustainability of horticultural production.

**Keywords:** green belt, index, horticultural intensification, environmental problems, typologies.

## Introducción

La transformación de tierras rurales en urbanas resulta en la conformación de un territorio de interfase heterogéneo, denominado periurbano (Allen, 2003). Los cinturones verdes son una de sus manifestaciones más características, y contribuyen a la producción y abastecimiento de alimentos frutihortícolas (Barsky, 2010).

En las últimas décadas, la horticultura argentina experimentó un proceso de expansión e intensificación, basado en la incorporación de tecnología (construcción de invernáculos, fertirrigación), asociada a la modernización de la agricultura conocida como Revolución Verde, que está representada por la incorporación de variedades de alto rendimiento, insumos de síntesis química y energía fósil (García y Hang, 2007).

Este proceso, desarrollado bajo un modelo productivista e insumo-dependiente, arribó de la mano de numerosos problemas ambientales que ponen en riesgo la sustentabilidad de los sistemas a campo y bajo cubierta. Sin embargo, en los cinturones hortícolas coexisten múltiples maneras de producir, desde aquellos modelos intensivos en el uso de insumos (predominantes), hasta aquellos alternativos, como el agroecológico, basados en tecnologías de procesos (de Nicola *et al.*, 2020).

En este contexto, la evaluación de la sustentabilidad ambiental de los distintos tipos de sistemas hortícolas es indispensable, entendiendo que aquellos con prácticas y modos de producción similares influirán en la sustentabilidad de manera semejante.

Puntualizando en la provincia de Buenos Aires, el cinturón hortícola marplatense ejemplifica la situación regional, en la que pueden distinguirse numerosas consecuencias ambientales entre las que se destacan la contaminación de aguas superficiales y subterráneas y de la atmósfera, la degradación del suelo, la aparición de intoxicaciones agudas y enfermedades por exposición crónica (Autor *et al.*, 2015; Baccaro *et al.*, 2006; Souza Casadinho y Bocero, 2008). Así, en los últimos años surgen sistemas hortícolas con enfoques alternativos, los cuales persiguen objetivos de sustentabilidad que coexisten con los convencionales.

Más allá de esto, resulta imprescindible evaluar la sustentabilidad ambiental de todos los tipos de sistemas hortícolas presentes. Si bien hay diversos estudios referidos a los problemas ambientales, aún no se han logrado avances suficientes en la aplicación de indicadores de sustentabilidad que permitan comparar situaciones y detectar aspectos críticos (Zulaica *et al.*, 2019). En función de ello, se hipotetiza que el manejo de los sistemas hortícolas del periurbano marplatense bajo un enfoque convencional ha conducido a sistemas menos sustentables en comparación con aquellos alternativos. Asimismo, la incorporación del invernáculo ha profundizado

los impactos ambientales. Por consiguiente, el objetivo de este estudio fue evaluar la sustentabilidad ambiental de sistemas hortícolas marplatenses a partir de la construcción y aplicación de un conjunto de indicadores, agrupados en un índice, y aplicados en diferentes casos correspondientes a tipologías representativas del cinturón verde.

El marco conceptual que sustenta esta evaluación se basa en la concepción de agricultura sustentable, la cual debería ser: suficientemente productiva, económicamente viable, ecológicamente adecuada, y cultural y socialmente aceptable (Sarandón, 2002).

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El cinturón hortícola se vincula al periurbano de Mar del Plata (definido por Zulaica y Ferraro, 2013), ciudad cabecera del partido de General Pueyrredon, en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). La actividad se localiza en una franja de 25 km que bordea la ciudad, principalmente en torno a la Ruta Nacional 226 y a la Ruta Provincial 88 (Figura 1). Según estimaciones realizadas por Daga *et al.* (2020), la producción hortícola a campo asciende a 96.18 km<sup>2</sup> y aquella bajo cubierta a 6.58 km<sup>2</sup>. Beneficiada por sus aptitudes agroecológicas y su ubicación estratégica, es una de las principales regiones abastecedoras de hortalizas de hoja y fruto al resto del país.

Por lo tanto, se partió de un estudio de 20 casos considerados representativos de las cuatro tipologías definidas para el área (Daga *et al.*, 2021). Estas fueron denominadas según sus características predominantes: sistemas con enfoque convencional y producción bajo cubierta (SCBC), sistemas con enfoque convencional y producción a campo (SCAC), sistemas con enfoques alternativos y producción bajo cubierta (SABC) y sistemas con enfoques alternativos y producción a campo (SAAC). Del total, 7 pertenecieron a SCBC, 7 a SCAC, 3 a SABC y 3 a SAAC (descripción en las Tablas I, II, III, IV, suplemento). La pequeña proporción de sistemas con enfoques alternativos (agroecológicos, orgánicos o en transición) guarda relación con su baja representatividad. En la Figura 1 se muestra la distribución espacial de los casos.

### Índice de Sustentabilidad Ambiental Hortícola

A partir del marco propuesto por Sarandón y Flores (2009), basado en los lineamientos de Smyth y Dumanski (1994) y Astier y Masera (1996), se desarrolló el Índice de Sustentabilidad Ambiental Hortícola (ISAH).

Para ello, se definieron diferentes niveles de evaluación a través de la selección de indicadores agrupados en categorías reunidas, a su vez, en

subdimensiones incluidas dentro de las distintas dimensiones de la sustentabilidad ambiental (ecológica, social y económica).

La selección y construcción de los indicadores demandó la búsqueda de trabajos anteriores y la realización de entrevistas semiestructuradas a informantes calificados. Los indicadores están constituidos por una escala de cinco categorías y, puesto que no todos suelen expresarse de igual manera, se estandarizaron. Así, se decidió que los valores varíen entre 0 y 1, siendo 0 la categoría de menor sustentabilidad y 1 la más sustentable.

Luego, los indicadores, las categorías y las subdimensiones se ponderaron, entendiendo que su incidencia sobre la sustentabilidad es diferencial. Las dimensiones no se ponderaron, ya que todas tienen igual importancia para lograr la sustentabilidad ambiental. Asimismo, una deficiencia en alguna de las dimensiones no es compensada por las restantes. En relación con ello, para todos los niveles de análisis se determinó un valor umbral (0.50), considerando que debajo de este no se cumplirían los requisitos mínimos de sustentabilidad.

A continuación se exponen las ecuaciones utilizadas para el cálculo de las categorías, las subdimensiones, las dimensiones y el ISAH:

donde: C (categoría); I (valor del indicador); Fp (factor de ponderación).

$$(3) Sd = \sum_{(i=1)}^n (Sdi Fpi) \div Fpi$$

donde: Sd (subdimensión).

$$(3) SE = \sum_{(i=1)}^n (Sdi Fpi) \div Fpi$$

donde: SE (sustentabilidad ecológica).

$$(4) SS = \sum_{(i=1)}^n (Sdi Fpi) \div Fpi$$

donde: SS (sustentabilidad social).

$$(5) SEc = \sum_{(i=1)}^n (Sdi Fpi) \div Fpi$$

donde: SEc (sustentabilidad económica).

$$(6) ISAH = (SE + SS + SEc) \div 3$$

donde: ISAH (Índice de Sustentabilidad Ambiental Hortícola); 3 representa la cantidad de dimensiones.

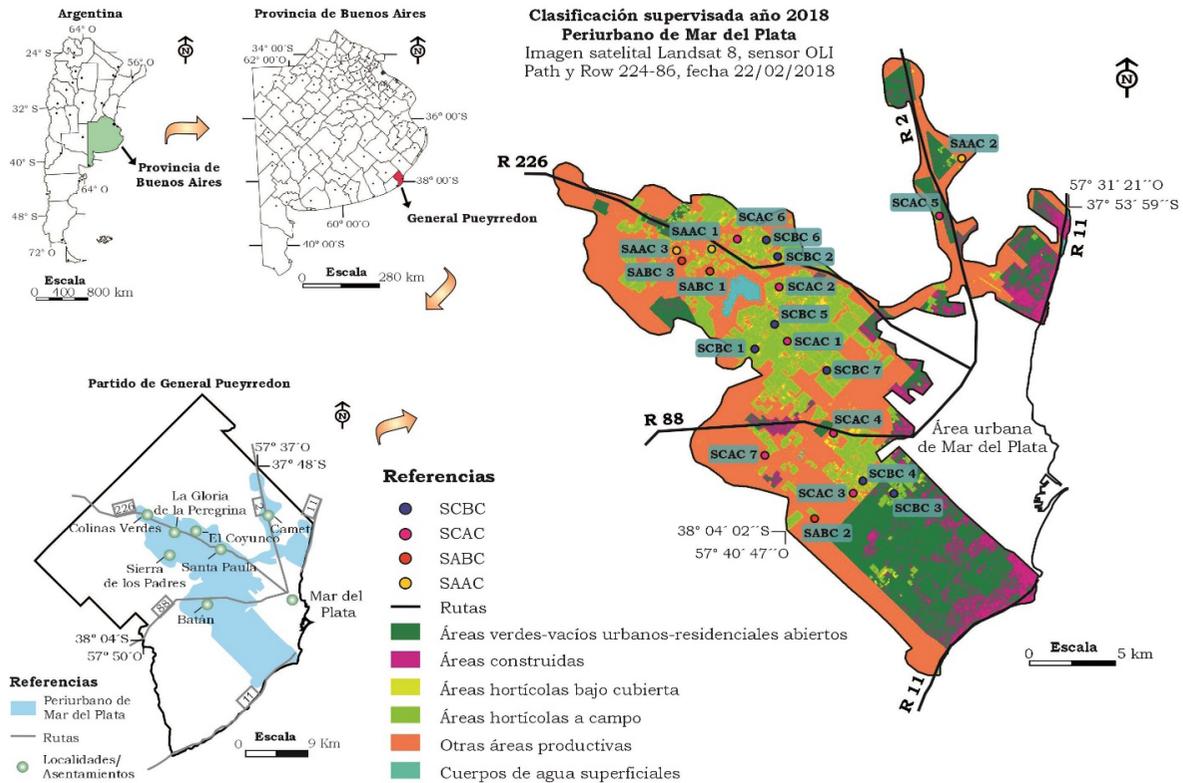


Figura 1. Cinturón hortícola marplatense y casos de estudio.

Referencias: SCBC: sistemas con enfoque convencional y producción bajo cubierta; SCAC: sistemas con enfoque convencional y producción a campo; SABC: sistemas con enfoques alternativos y producción bajo cubierta; SAAC: sistemas con enfoques alternativos y producción a campo.

Fuente: elaboración propia con base en Daga et al. (2020).

## Evaluación de la sustentabilidad ambiental

Para la selección de casos, se entrevistó a los directores de las principales asociaciones de productores, a técnicos de la Cooperativa de Horticultores y del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Mar del Plata) y a docentes-investigadores de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Además, a partir de las visitas a las Ferias Verdes (productos agroecológicos y alimentos naturales) localizadas en la ciudad, también se establecieron relaciones con los productores.

Los criterios para la elección de casos apuntaron a la heterogeneidad de situaciones, la localización del sistema dentro del periurbano y la representatividad del sistema; la cantidad a evaluar se determinó a partir del criterio de saturación teórica.

Las entrevistas semiestructuradas realizadas a los productores se efectuaron durante los años 2018 y 2019, en la quinta de los agricultores, en los mercados concentradores, en las Ferias Verdes o vía web. La información se transcribió, se sistematizó y se volcó en los indicadores. Posteriormente, se obtuvo un valor promedio para cada tipología y los resultados se representaron gráficamente. Además, se exhibió la distribución espacial de los resultados correspondientes a cada caso (a nivel de dimensiones e ISAH) utilizando un sistema de información geográfica (ArcGIS 10.4.1).

Finalmente, para analizar la problemática a través de las perspectivas de distintos actores, se efectuaron entrevistas semiestructuradas a médicos y asistentes sociales de centros de atención primaria de la salud, docentes y asistentes sociales de escuelas primarias y secundarias, y técnicos del Departamento de Bromatología municipal, entre otros.

## Resultados

### Índice de Sustentabilidad Ambiental Hortícola

Considerando las tres dimensiones de la sustentabilidad ambiental, dentro de cada una se definieron subdimensiones, categorías e indicadores presentados en las Tablas 1, 2 y 3 (categorías de cada indicador en Tabla V, suplemento).

### Evaluación de la sustentabilidad ambiental

Considerando los casos de estudio, se obtuvieron resultados homogéneos dentro de la tipología que representaban y otras veces la heterogeneidad fue mayor. A continuación se expone la distribución espacial de los resultados a nivel de dimensión e ISAH por cada uno de los sistemas de producción (Figura 2).

La comparación entre tipologías arrojó que los sistemas donde se aplican enfoques alternativos (SABC y SAAC) evidenciaron una mayor sustentabilidad ambiental, siendo el más sustentable el SABC. Se observó una clara brecha entre los sistemas convencionales (SCBC y SCAC) y los enfoques alternativos. En ambos grupos hubo cierta similitud en los resultados alcanzados. Sin embargo, los sistemas bajo cubierta (SCBC y SABC) obtuvieron valores de sustentabilidad ecológica y social menores que sus pares con cultivos a campo (SCAC y SAAC). En ninguno de los sistemas el ISAH adquirió valores por debajo del umbral (0.50), sin embargo, el SCBC no puede considerarse sustentable, ya que la dimensión ecológica no alcanzó el nivel mínimo (Tabla 4).

En cuanto a los resultados a nivel de subdimensión, categoría (Figura 3) e indicador, se encontraron tanto aspectos críticos como otros más positivos.

**Tabla 1.** Subdimensiones, categorías e indicadores utilizados para la evaluación de la sustentabilidad ecológica

Dimensión ecológica de la sustentabilidad					
Subdimensión	Fp	Categoría	Fp	Indicador	Fp
Suelo	1	Mantenimiento de la fertilidad	1	Criterios de aplicación de fertilizantes	1
				Manejo de la materia orgánica	1
		Mantenimiento de las propiedades físicas y prevención de la erosión	2	Prácticas de labranza	2
				Descanso del suelo y mantenimiento de cobertura	1
Biodiversidad	1	Mantenimiento de la diversidad cultivada	1	Rotaciones	1
				Diversidad de cultivos	2
		Mantenimiento de la diversidad natural	2	Diversidad espacial	1
				Manejo de la bordura	1
Cuerpos de agua	2	Prevención de la contaminación del agua subterránea	2	Tipo de fertilizante y momento de aplicación	1
				Criterios de aplicación de plaguicidas	2
		Mantenimiento de reservas de agua subterránea	1	Sistema de riego utilizado	1
Atmósfera	1	Prevención de la contaminación atmosférica	1	Criterios de riego	2
				Uso de bromuro de metilo	1
				Utilización de insumos derivados de combustibles fósiles	2
				Manejo de residuos	1

**Referencias:** Fp: factor de ponderación.

**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 2.** Subdimensiones, categorías e indicadores utilizados para la evaluación de la sustentabilidad social

Dimensión social de la sustentabilidad					
Subdimensión	Fp	Categoría	Fp	Indicador	Fp
Calidad de vida	2	Satisfacción de las necesidades básicas	2	Acceso a la alimentación	1
				Acceso a la vivienda	1
				Acceso a los servicios	1
				Acceso a la salud	1
				Acceso a la educación	1
	1	Cuidado de la salud	1	Protección personal al manipular plaguicidas	2
				Acceso al agua segura	1
				Almacenamiento de agroquímicos	1
	1	Capacidad de autogestión	1	Grado de satisfacción	1
				Dependencia de terceros	1
Participación en grupos de productores				1	
Asistencia a actividades formales y no formales de capacitación				2	
1	Acceso a la tierra	1	Dotación de equipamiento propio	1	
			Tenencia de la tierra	1	

**Referencias:** Fp: factor de ponderación.

**Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 3.** Subdimensiones, categorías e indicadores utilizados para la evaluación de la sustentabilidad económica

Dimensión económica de la sustentabilidad						
Subdimensión	Fp	Categoría	Fp	Indicador	Fp	
Estabilidad económica	1	Estrategias productivas	1	Diversificación productiva	1	
				Canales de venta	1	
				Comercialización de la mercadería sin intermediario	2	
		1	Estrategias financieras	1	Acceso a créditos	2
					Existencia y necesidad de ingresos extraprediales	1
					Obtención de ganancia de la producción	1

**Referencias:** Fp: factor de ponderación.

**Fuente:** elaboración propia.

## Aspectos críticos de sistemas convencionales

Focalizando en la dimensión ecológica, los SCBC obtuvieron valores por debajo del umbral en tres subdimensiones, mientras que los SCAC lograron superar los valores mínimos. A nivel de categoría e indicador, ambos sistemas coincidieron en los valores críticos en el mantenimiento de la diversidad cultivada (escasa diversidad espacial y de cultivos) y en la prevención de la contaminación del agua subterránea (abono sin compostar y fertilizantes sintéticos aplicados en una sola etapa, y amplio uso de plaguicidas). Con relación al uso de plaguicidas, según comunicaciones de los técnicos del Departamento de Bromatología, en los muestreos de frutas y verduras durante los años 2013-2019, un 89 % de las muestras resultó ser apta para consumo y un 11 % fue no apta, debido a la presencia de residuos de aquellos productos.

Por otra parte, la prevención de la contaminación atmosférica fue una de las categorías que mostró mayor divergencia: los SCBC alcanzaron niveles críticos por la aplicación de bromuro de metilo.

En cuanto a la dimensión social, la subdimensión gestión del sistema fue la más perjudicada. A nivel de categoría, esto se vinculó con la capacidad de autogestión, debido a la escasa participación en grupos de productores y asistencia a actividades de capacitación. Además, los SCBC registraron bajos valores en el cuidado de la salud, asociados a la insuficiente protección personal al manipular plaguicidas. En este aspecto, según las entrevistas efectuadas en el área de salud se observan intoxicaciones agudas y enfermedades por exposición crónica en trabajadores hortícolas. La participación de niños en la actividad, como forma de ayuda familiar, profundiza la problemática, puesto que su salud también puede estar en riesgo.

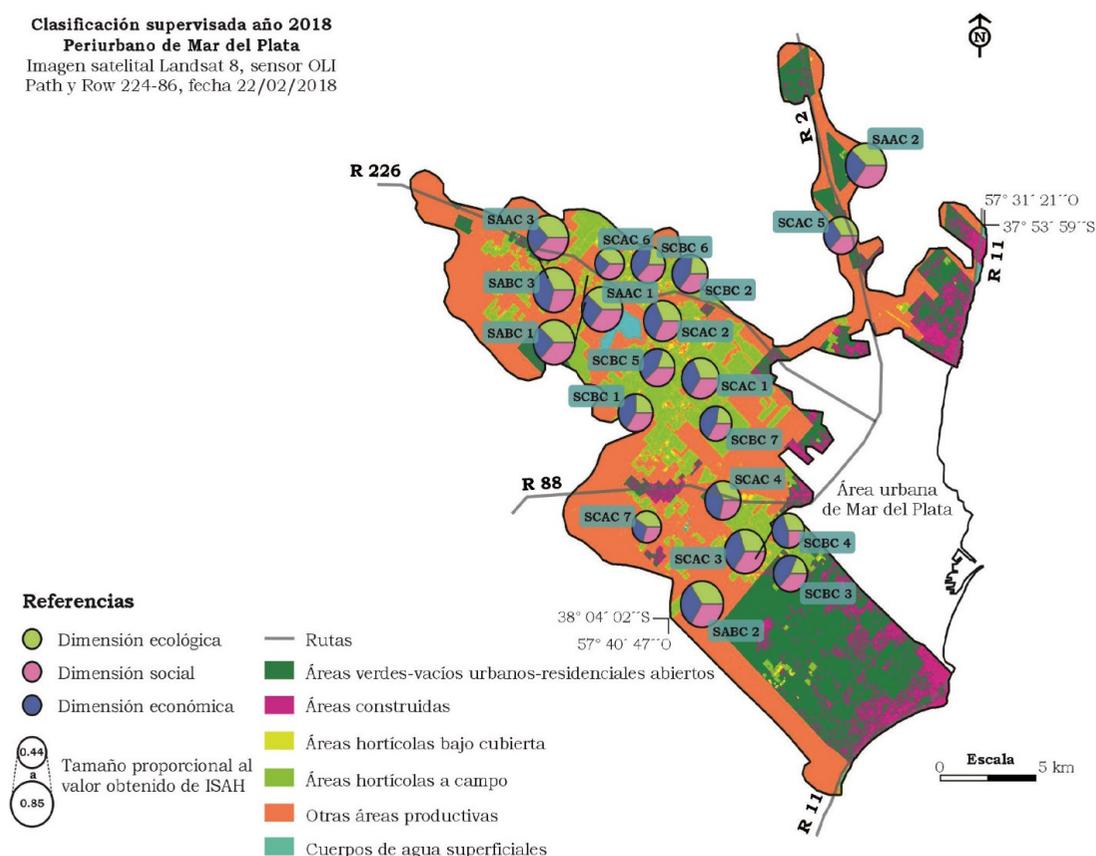
**Tabla 4.** Valores promedios obtenidos para cada tipología según dimensión e índice

Dimensión	SCBC	SCAC	SABC	SAAC
Ecológica	0.39	0.61	0.86	0.90
Social	0.59	0.60	0.82	0.85
Económica	0.73	0.60	0.78	0.63
ISAH	0.57	0.60	0.82	0.80

**Referencias:** SCBC: sistemas con enfoque convencional y producción bajo cubierta; SCAC: sistemas con enfoque convencional y producción a campo; SABC: sistemas con enfoques alternativos y producción bajo cubierta; SAAC: sistemas con enfoques alternativos y producción a campo; ISAH: Índice de Sustentabilidad Ambiental Hortícola.

**Fuente:** elaboración propia.

**Clasificación supervisada año 2018**  
**Periurbano de Mar del Plata**  
 Imagen satelital Landsat 8, sensor OLI  
 Path y Row 224-86, fecha 22/02/2018



**Figura 2.** Distribución espacial de resultados a nivel de dimensión e índice de Sustentabilidad Ambiental Hortícola para cada sistema hortícola evaluado.  
**Referencias:** SCBC: sistemas con enfoque convencional y producción bajo cubierta; SCAC: sistemas con enfoque convencional y producción a campo; SABC: sistemas con enfoques alternativos y producción bajo cubierta; SAAC: sistemas con enfoques alternativos y producción a campo; ISAH: Índice de Sustentabilidad Ambiental Hortícola.  
**Fuente:** elaboración propia con base en Daga et al. (2020).

Respecto de la dimensión económica, todas las subdimensiones se ubicaron por encima del valor umbral. Enfatizando en las categorías, las estrategias productivas fueron consideradas como punto crítico para ambos sistemas (baja a muy baja diversificación productiva y pocos canales de venta).

### Aspectos críticos de sistemas alternativos

En ninguno de los sistemas se evidenciaron aspectos críticos a nivel de subdimensión y categoría. Puntualizando en la dimensión ecológica, solo los SABC registraron una escasa diversidad cultivada y un mínimo descanso del suelo e incorporación de cultivos de cobertura, lo cual afecta el mantenimiento de las propiedades físicas y la prevención de la erosión.

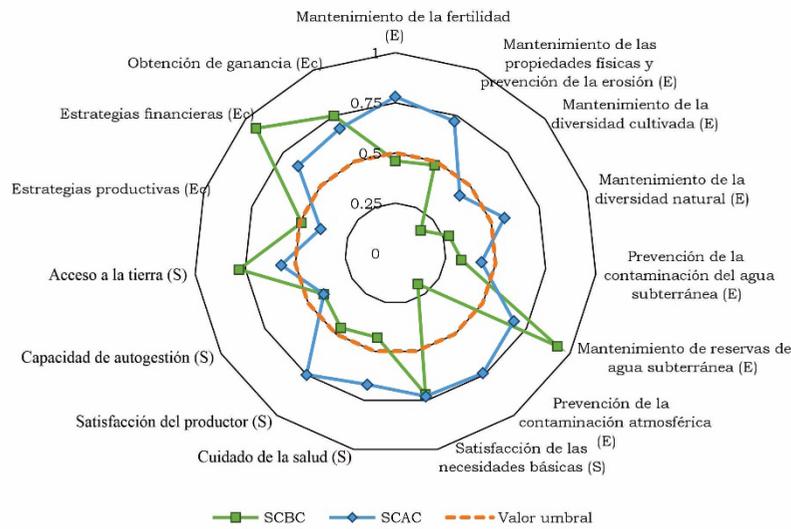
En cuanto a la dimensión social y económica, estos sistemas también demostraron una falta de participación en grupos de productores (SABC), pocos canales de venta (SAAC) y una escasa diversificación productiva (SABC).

### Aspectos positivos de todas las tipologías

En cuanto a la dimensión ecológica, los SCBC contribuyeron al mantenimiento de reservas de agua subterránea y realizaron, en general, un adecuado manejo de la materia orgánica. En el caso de los SCAC, aportaron al mantenimiento de la fertilidad, a la prevención de la contaminación atmosférica y al mantenimiento de las propiedades físicas y a la prevención de la erosión. Por su parte, los sistemas alternativos sobresalieron en el mantenimiento de la diversidad natural, la prevención de la contaminación del agua subterránea, el mantenimiento de reservas de agua subterránea y la prevención de la contaminación atmosférica.

La dimensión social, el acceso a la alimentación, a la vivienda, a la educación y a la dotación de equipamiento propio fueron puntos positivos de los sistemas convencionales. Los sistemas alternativos también resaltaron en los tres primeros, a lo que se sumó la propiedad de la tierra, la protección personal y el almacenamiento de agroquímicos, por no utilizar estos productos.

### Sistemas con enfoque convencional



### Sistemas con enfoques alternativos

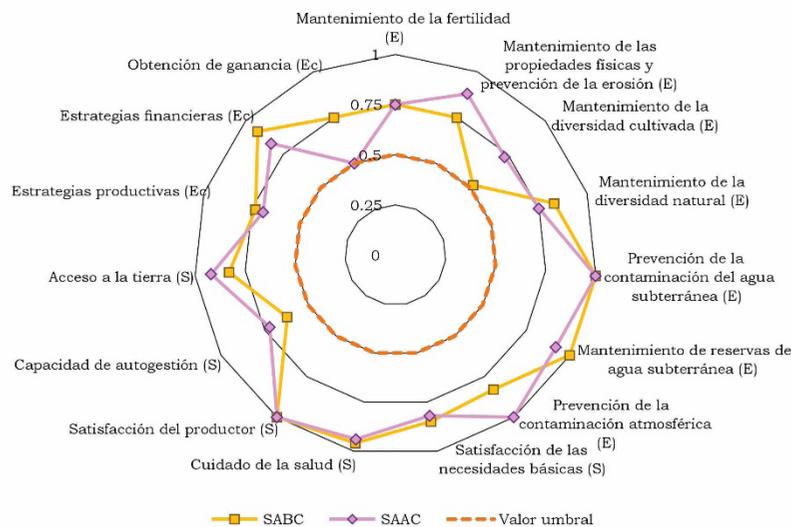


Figura 3. Sustentabilidad ecológica, social y económica de los sistemas hortícolas evaluados, a nivel de categoría.

Referencias: SCBC: sistemas con enfoque convencional y producción bajo cubierta; SCAC: sistemas con enfoque convencional y producción a campo; SABC: sistemas con enfoques alternativos y producción bajo cubierta; SAAC: sistemas con enfoques alternativos y producción a campo; E: dimensión ecológica; S: dimensión social; Ec: dimensión económica.

Finalmente, en relación con la dimensión económica, los sistemas convencionales evidenciaron una escasa necesidad de ingresos extraprediales y una obtención de ganancia que les permite solventar gastos y amortizar el capital invertido. Por otro lado, en los sistemas alternativos, las mayores ventajas refirieron a la comercialización de la mercadería sin intermediario y a la facilidad en el acceso a créditos.

## Discusión

Si bien las tres dimensiones de la sustentabilidad ambiental son relevantes, gran parte de los indicadores corresponden a la dimensión ecológica (42.86 %) y social (40 %), y no así a la económica (17.14 %), lo que está vinculado a la mayor cantidad de variables que pueden considerarse en las primeras. Se destaca la preponderancia de indicadores asociados al uso

de plaguicidas sintéticos y fertilizantes, que está fundamentada en la importancia de este factor como indicador de impacto ambiental negativo.

Considerando trabajos realizados a nivel internacional (Merma y Julca, 2012; Silva-Laya, Pérez-Martínez y Ríos-Osorio, 2016; Andrade-Alvarado, 2017) y en la región (Blandi, Sarandón, Flores y Veiga, 2015; Flores y Sarandón, 2015; Maza y Sarandón, 2015; Zulaica *et al.*, 2019), es posible distinguir semejanzas con el presente estudio. La mayoría de estos trabajos se basó en un concepto similar de agricultura sustentable y contempló al menos tres dimensiones. Además, eligieron consignar una mayor cantidad de indicadores para la dimensión ecológica y prevalecieron aspectos ligados al uso de plaguicidas sintéticos y fertilizantes. Asimismo, crearon una escala estandarizada para los indicadores, que varió entre 3 y 5 valores, y se ponderaron.

Puntualizando en la evaluación de los casos de estudio fue posible comprobar que no todos los sistemas hortícolas se comportan de la misma manera, sino que dependen de la tipología a la que representan. En este sentido, el enfoque de manejo y el modo de producción son los factores determinantes. De modo general, aquellos sistemas con manejo convencional (SCBC y SCAC), en promedio, manifiestan mayores impactos ambientales que los que aplican enfoques alternativos (SABC y SAAC). Esto concuerda con los resultados alcanzados por Zulaica *et al.* (2019) en el área de estudio, quienes determinaron mayores niveles de sustentabilidad en sistemas en transición agroecológica.

A pesar de que la adopción del invernáculo trajo consigo mayor rentabilidad (sustentabilidad económica superior en SCBC y SABC), es evidente que también aumentaron los impactos ecológicos, pues fueron mucho más profundos en los convencionales (SCBC). Lo indicado coincide con lo encontrado en el cinturón hortícola platense por Blandi *et al.* (2015), quienes demostraron que esta modernización estuvo ligada a un aumento de problemas ecológicos, sociales y también económicos. Asimismo, Maza y Sarandón (2015) comprobaron que los sistemas de producción de pimiento bajo cubierta analizados en la provincia de Tucumán tampoco eran sustentables. Mientras que el beneficio económico era alto, la sustentabilidad ecológica era afectada de manera notable.

Lo mencionado hasta el momento denota la importancia de considerar los múltiples aspectos de la sustentabilidad al evaluar sistemas hortícolas, ya que, de lo contrario, los resultados serían diferentes. En efecto, de considerarse únicamente la dimensión económica, todos los sistemas evaluados en este trabajo serían sustentables, los sistemas con producción bajo cubierta obtendrían los niveles más altos de sustentabilidad y las diferencias entre los convencionales y agroecológicos no serían tan evidentes.

En cuanto a la dimensión ecológica, los puntos críticos detectados en los sistemas convencionales también fueron verificados en el cinturón verde platense; estos exhibieron una escasa diversidad cultivada, el uso indiscriminado de plaguicidas de gran toxicidad y de fumigantes (como el bromuro de metilo), que junto al inadecuado manejo de residuos impactan negativamente en los cuerpos de agua y en la atmósfera (Blandi *et al.*, 2015). En cuanto a los sistemas alternativos, Flores y Sarandón (2015), quienes evaluaron sistemas en transición agroecológica en La Plata, también destacaron aspectos críticos en cuanto al mantenimiento de la cobertura del suelo y a la diversidad cultivada.

Respecto de la dimensión social, la mayoría de los agricultores que aplica un enfoque convencional no participa en grupos de productores y tampoco asiste a capacitaciones, aspectos también visualizados por Blandi *et al.* (2015). De la misma forma, los agricultores de sistemas alternativos, en particular los SABC, registran una escasa participación en grupos, lo que afecta su capacidad de autogestión, como fue comprobado por Flores y Sarandón (2015) en su área de estudio.

Finalmente, en la dimensión económica, tanto sistemas alternativos (fundamentalmente los SABC) como convencionales, coinciden en la baja diversificación productiva. Esta situación se profundiza en los que cultivan en invernáculo, dado que priorizan cultivos altamente rentables para amortizar la inversión. Esto también fue corroborado por Blandi *et al.* (2015), quienes encontraron que los sistemas bajo cubierta presentaban una menor diversidad de especies cultivadas.

## Conclusiones

La metodología empleada permitió simplificar el concepto complejo de sustentabilidad en valores claros, sencillos y generales, facilitando la detección de puntos críticos. Sin embargo, sería apropiado profundizar en ellos, especialmente en lo referido al manejo de agroquímicos. Los aspectos revelados denotan la insustentabilidad del modelo actual y predominante, donde priman objetivos económicos. Si bien los sistemas alternativos manifiestan aspectos críticos que deben soslayarse, claro está que no se comparan en magnitud con los evidenciados en los sistemas convencionales.

De esta manera, es posible afirmar que la hipótesis planteada se comprueba, ya que los sistemas convencionales evidencian los menores valores de sustentabilidad y la incorporación de la tecnología del invernáculo profundiza los impactos ambientales. Sin embargo, cabe destacar que, en el caso de los sistemas alternativos, los SABC exhiben un valor del ISAH levemente mayor que los SAAC, lo cual puede explicarse por los altos niveles de sustentabilidad

ecológica que poseen, a diferencia de los SCBC. En estos últimos, aunque tienen una sustentabilidad económica alta, los bajos valores de sustentabilidad ecológica influyen notablemente en el resultado final.

Por otro lado, cabe destacar que, si bien se pretende que esta propuesta pueda ser replicada, no es factible su utilización tal cual fue planteada, puesto que no existe un conjunto de indicadores preestablecidos. Así, la metodología tendrá que ajustarse en función del marco conceptual de la investigación, de los objetivos y del área de estudio que se va a evaluar.

Finalmente, el estudio contribuye a ampliar el conocimiento acerca de las implicancias ambientales del actual modelo de producción hortícola local, exhibiendo los beneficios de una transición hacia sistemas más sustentables, pero también revalorizando los aportes de todos los sistemas de producción para lograrlo.

## Referencias

- Allen, A. (2003). La interfase periurbana como escenario de cambio y acción hacia la sustentabilidad del desarrollo. *Revista Cuadernos del Cendes*, 53(53), 7-21. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1012-25082003000200002](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1012-25082003000200002)
- Andrade-Alvarado, C. (2017). Análisis sustentable de las fincas de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica*) en Santa Rosa de Quives, Lima, Perú. *Ecología Aplicada*, 16(2), 135-142. <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v16i2.1017>
- Astier, M. y Masera, O. (1996). *Metodología para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS)* (Documento de trabajo N.º 17). Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada. México, D. F., México.
- Baccaro, K.; Degorgue, M.; Lucca, M.; Picone, L.; Zamuner, E. y Andreoli, Y. (2006). Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola de Mar del Plata. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 35(3), 95-110. <https://www.redalyc.org/pdf/864/86435307.pdf>
- Barsky, A. (2010). La agricultura de “cercanías” a la ciudad y los ciclos del territorio periurbano. Reflexiones sobre el caso de la Región Metropolitana de Buenos Aires. En A. Nemirovsky (Coord.), *Agricultura periurbana en Argentina y globalización. Escenarios, recorridos y problemas* (pp. 15-29). Buenos Aires, Argentina: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.
- Blandi, M.; Sarandón, S.; Flores, C. y Veiga, I. (2015). Evaluación de la sustentabilidad de la incorporación del cultivo bajo cubierta en la horticultura platense. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 114(2), 251-264. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/51351>
- Daga, D.; Zulaica, L. y Vazquez, P. (2020). El periurbano de Mar del Plata (Argentina): clasificación digital de los usos del suelo y análisis de las transformaciones en el cinturón hortícola. *Revista Geográfica de América Central*, 2(65), 175-205. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/12598/19539>
- Daga, D.; Vazquez, P. y Sequeira, N. (2021). Sistemas hortícolas del periurbano de Mar del Plata (Argentina): implicancias ambientales y necesidad de una clasificación tipológica para la evaluación de la sustentabilidad. *Papeles de Geografía*, (67), 115-134. <https://revistas.um.es/geografia/article/view/492151/320011>
- De Nicola, M.; Aradas, M.; Lazari, J.; Aseguinolaza, B.; Pascuale, A.; Fariás, A. y Pepino, A. (2020). Políticas públicas para la producción de alimentos en áreas periurbanas. *Revista Americana de Emprendedorismo e Inovação*, 2(1), 439-449. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/pdf/335290503.pdf>
- Flores, C. y Sarandón, S. (2015). Evaluación de la sustentabilidad de un proceso de transición agroecológica en sistemas de producción hortícolas familiares del Partido de La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 114(1), 52-66. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/48604/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/48604/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1)
- García, M. y Hang, G. (2007). Impacto de la devaluación de principios de 2002 en el Cinturón Hortícola Platense. Estrategias tecnológicas adoptadas, sus resultados y consecuencias. *Mundo Agrario*, 8(15). <http://www.scielo.org.ar/pdf/magr/v8n15/v8n15a04.pdf>
- Maza, N. y Sarandón, S. (2015). Evaluación de la sustentabilidad del sistema de producción de pimiento bajo cubierta en Tucumán, Argentina. Ponencia presentada en el V Congreso Latinoamericano de Agroecología, La Plata, Argentina.
- Merma, I. y Julca, A. (2012). Caracterización y evaluación de la sustentabilidad de fincas en Alto Urubamba, Cusco, Perú. *Ecología aplicada*, 11(1), 1-11. [http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-22162012000100001](http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162012000100001)
- Sarandón, S. (2002). El desarrollo y uso de indicadores para evaluar la sustentabilidad de los agroecosistemas. En S. Sarandón (Ed.), *Agroecología. El camino hacia una agricultura sustentable* (pp. 393-414). La Plata, Argentina: Ediciones Científicas Americanas.
- Sarandón, S. y Flores, C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4, 19-28. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/download/117131/110801>
- Silva-Laya, S.; Pérez-Martínez, S. y Ríos-Osorio, L. (2016). Evaluación agroecológica de sistemas hortícolas de dos zonas del oriente antioqueño, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 355-366. <http://dx.doi.org/10.17584/rchh.2016v10i2.5752>
- Smyth, A. y Dumanski, J. (1994). *FESLM: An international framework for evaluating sustainable land management*. World Soil Resources Reports 73. Roma, Italia: FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura).
- Souza-Casadinho, J. y Bocero, S. (2008). Agrotóxicos: condiciones de utilización en la horticultura de la Provincia de Buenos Aires (Argentina). *REVIBEC. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 9, 87-101. <https://redibec.org/ojs/index.php/revibec/article/download/277/150>
- Zulaica, L. y Ferraro, R. (2013). Lineamientos para el ordenamiento del periurbano de la ciudad de Mar del Plata (Argentina), a partir de la definición de sistemas territoriales. *Geografia em Questão*, 6(1), 202-230. <https://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/6731>
- Zulaica, L.; Manzoni, M.; Kemelmajer, Y.; Bisso, V.; Padovani, B.; Lempereur, C. y González, C. (2019). Propuesta metodológica para la evaluación de la sustentabilidad en sistemas hortícolas del sudeste bonaerense. *Horticultura Argentina*, 38(95), 41-61. <https://www.horticulturaar.com.ar/es/publicacion/95/>