



Foto: Paloma Bertoni

PRODUCCIÓN DE TOMATE EN INVERNÁCULO EN EL SUR DE URUGUAY: distintos escenarios para la sostenibilidad ambiental

Ing. Agr. Paloma Bertoni¹, Ing. Agr. MCA Mariana Scarlato¹,
Ing. Agr. MCA Cecilia Berrueta², Ing. Agr. PhD Santiago
Dogliotti¹

¹Departamento de Producción Vegetal, Facultad de
Agronomía - Udelar

²Programa de Investigación en Producción Hortícola - INIA

El presente estudio se focaliza en dos áreas relacionadas a la sostenibilidad ambiental del cultivo de tomate: el uso de pesticidas y el estado y manejo del suelo. A través del uso racional de los insumos externos y los recursos naturales, existen predios que logran obtener simultáneamente buenos resultados productivos y ambientales. Estos predios podrían ser ejemplos a seguir para aquellos que aún basan su producción en modelos más dependientes del uso de insumos externos.

INTRODUCCIÓN

La horticultura en Uruguay ocupa 9774 de los 16 millones de hectáreas utilizadas para la actividad agropecuaria. A pesar de la baja superficie, involucra a 2900 predios, la mayor parte familiares, concentrados principalmente en la zona sur. Si bien el número de productores y la superficie hortícola han disminuido desde finales del siglo pasado, la superficie de cultivos protegidos ha crecido en los últimos años. Desde 2005 a 2014, el número de productores de tomate en

invernadero se incrementó un 67% y la superficie un 70% (DIEA/DIGEGRA 2006, 2015). A partir de la Revolución verde, una parte importante de la agricultura a nivel mundial adoptó un modelo de producción altamente dependiente del combustible fósil y de insumos de origen químico industrial. Este modelo fue exitoso en incrementar la producción, pero a costa de impactos negativos en el ambiente y también económicos y sociales. Estos impactos y la alta dependencia de recursos no renovables hacen que este modelo sea insostenible.

La producción hortícola uruguaya cuenta con poca información cuantitativa sobre el uso de insumos y la degradación de los recursos naturales.

Desde finales del siglo pasado, la sostenibilidad y la búsqueda del desarrollo sostenible se han convertido en temas claves, constituyendo ejes centrales de la agenda política de muchos países y organizaciones. Además de la investigación dirigida a generar alternativas, uno de los mayores retos es diseñar marcos metodológicos y operativos para evaluar la sostenibilidad a nivel de los agroecosistemas, proyectos o tecnologías.

En Uruguay, si bien existe una percepción general de que la producción hortícola se realiza en base a un alto uso de insumos y que hay una degradación de los recursos naturales, existe poca información cuantitativa al respecto. En este trabajo analizamos la sostenibilidad del manejo del cultivo de tomate en invernáculo, evaluando en 109 cultivos comerciales las prácticas y tecnologías utilizadas respecto al uso de pesticidas, manejo y conservación del suelo, y productividad.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Trabajamos con una base de datos generada en un proyecto anterior (Berrueta *et al.*, 2019), de 109 cultivos de tomate evaluados durante 2014/2015 y 2015/2016 en 23 predios representativos de la zona sur del Uruguay. La muestra de predios fue definida en función de una tipología de predios de la región considerando el área de tomate, el nivel de rendimiento y la ubicación.

El tamaño de la muestra fue del 10% del total de productores de tomate en invernáculo del sur. Primero, evaluamos dos áreas relacionadas a la sostenibilidad ambiental: uso de pesticidas y estado y manejo del suelo. Luego, construimos un índice integrador de las áreas y analizamos las diferencias en los resultados a nivel predial.

USO DE PESTICIDAS EN LOS CULTIVOS DE TOMATE

El uso promedio de fungicidas en los cultivos fue de 1 g de ingrediente activo (IA) por m², pero varió entre 0 y 6,9 g IA/m². El uso promedio de insecticidas fue de 0,5 g IA/m², variando entre 0 y 2,2 g IA/m². La mayoría de los predios utilizaron principalmente productos de categoría toxicológica baja (III y IV). En 26% de los predios se utilizaron más productos de categorías más tóxicas (I y II) que de categorías menos tóxicas.

Los pesticidas fueron la principal herramienta utilizada para el manejo sanitario. El 52% de los predios se basó únicamente en el uso de pesticidas de síntesis química. Solo en el 22% de los cultivos se alternó el uso de pesticidas de síntesis con productos “alternativos” o biológicos como hongos entomopatógenos, insecticidas botánicos, leche, bicarbonato de sodio y jabón. Dentro de este 22% se encontraron cultivos con manejo orgánico y convencional. No encontramos relación entre el rendimiento y la cantidad de pesticida aplicado. Hubo gran variabilidad en la eficiencia de uso de pesticidas, medida como cantidad de IA por unidad de producto cosechado (g IA/kg de tomate). Un 38% de los cultivos obtuvo un rendimiento mayor a la media haciendo un uso de fungicidas menor a la media, y un 24% de los cultivos en el caso del uso de insecticidas (Figura 1).

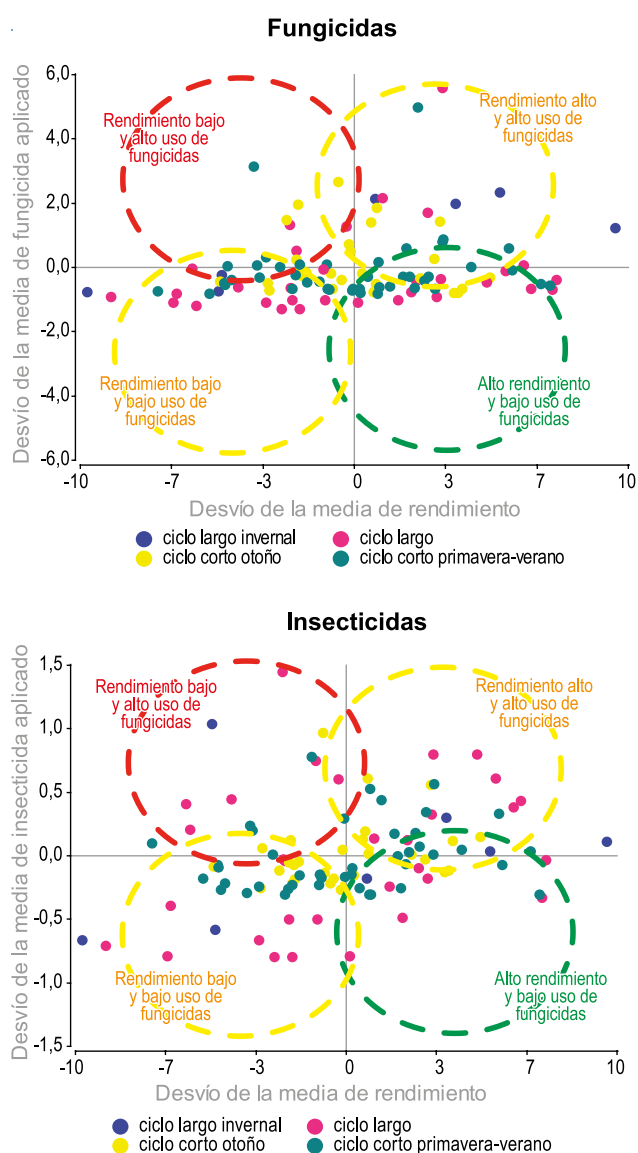


Figura 1 - Relación entre uso de pesticidas y rendimiento.

Rendimientos en kg de tomate/m², expresados como desvío de la media de rendimiento para cada tipo de ciclo: largo y corto. Cantidad de pesticida en g IA/m² expresado como desvío de la media. Cero significa cantidad de rendimiento o aplicaciones promedio.

El estudio evaluó el uso de pesticidas y el estado y manejo del suelo, así como la relación entre estas dos áreas.

La mayoría de los casos que presentaron esta relación favorable, de rendimientos mayores a la media y uso de pesticidas menor a la media, fueron cultivos de ciclo de primavera-verano (menor a 200 días, trasplante julio a diciembre) y ciclos largos (mayor a 200 días, trasplante agosto a diciembre).

Esto sugiere que acompañar el ciclo del cultivo con condiciones ambientales más similares a las ideales para la especie, determina un rendimiento potencial mayor (Berrueta *et al.*, 2019) y probablemente menor presión de enfermedades y plagas, lo que reduce la necesidad de insumos externos y mejora la eficiencia de uso de pesticidas, reduciendo también el impacto ambiental de la producción.

SUELOS: MANEJO, CONSERVACIÓN Y ESTADO

Clasificamos los cultivos de acuerdo a la implementación de un grupo de prácticas ampliamente citadas como favorables para la conservación del suelo. En primer lugar, consideramos el uso de abonos verdes y el aporte de enmiendas orgánicas. En el 39% de los cultivos solo se realizaba aporte de enmienda orgánica (cama de pollo, compost, estiércol de gallina, cerdo u oveja), y en el 14% solo se realizaba abono verde. Únicamente en el 3% se realizó abonos verdes y aporte de enmienda orgánica. El mayor uso de enmiendas orgánicas puede explicarse por la facilidad de implementación. Requiere menor planificación y no ocupa el invernáculo por un período, como sí ocurre con los abonos verdes.

En segundo lugar, consideramos la rotación de cultivos (secuencia de cultivos y frecuencia de tomate en la rotación) y el uso de solarización. Solo en el 3% de los cultivos se realizó rotación de cultivos (baja frecuencia de tomate y secuencias diversas) y solarización. En el 37% de los cultivos no se implementó ni solarización ni rotación. La mayoría de los predios eran altamente especializados, por lo que realizaban tomate todos los años. La rotación de cultivos representa un gran desafío para estos sistemas.

El estado del suelo fue evaluado con un indicador que relaciona la cantidad de carbono orgánico (CO) mineralizable original (suelo no perturbado) de acuerdo al tipo de suelo, y el CO mineralizable actual estimado a través de análisis de suelo. Se considera CO mineralizable al contenido de carbono por encima del C mínimo.

Esta relación expresa en qué medida los suelos han perdido el CO mineralizable original: cuanto más baja es esta fracción, más carbono ha perdido y más deteriorado está el suelo respecto al original.

El 56% de los cultivos tenía entre 30 y 70% del CO mineralizable original. El 23% de los cultivos tuvo menos de 30%, evidenciando un deterioro muy importante del suelo. Por el contrario, un 21% de los cultivos tuvo 70% o más del CO mineralizable original. En algunos casos la relación fue mayor al 100%, es decir que el CO actual superaba el original. Si bien es un valor estimado, estos casos tenían una larga trayectoria de implementación de prácticas de mejora de la materia orgánica del suelo y correspondían a cultivos orgánicos.



Figura 2 - Abono verde (A) y solarización (B).

EVALUACIÓN INTEGRADA

Se crearon índices para las áreas evaluadas y se analizaron a nivel predial:

(1) Índice de uso de pesticidas (grupos definidos estadísticamente considerando: cantidad de fungicidas e insecticidas aplicados, número de aplicaciones, y cantidad de pesticidas de categorías toxicológicas altas, I y II). Tres grupos: bueno, medio y malo.

(2) Índice de abonos verdes y enmiendas orgánicas (Abono verde: Si=1, No=0; Enmienda orgánica: Si=1, No=0). Cultivos con puntaje 2 se consideraron bueno, 1 medio y 0 malo.

(3) Índice de rotación y solarización (Solarización: Si=1, No=0; Secuencias: tomate anterior el mismo año=0, tomate anterior 1,5 o más años=1; frecuencias:

todos los años tomate=0, frecuencia menos de 1=1). Cultivos con puntaje 2 o 3 se consideraron buenos, 1 medio y 0 malo.

El análisis a nivel predial consideró todos los cultivos evaluados en cada predio y cada índice se calculó como: (proporción de cultivos en categoría bueno x 3) + (proporción cultivos categoría medio x 2) + (proporción cultivos categoría malo x 1). Siendo 3 (bueno) el valor máximo de cada índice y 1 (malo) el valor mínimo.

El **índice integrador** a nivel predial se calculó como la suma de los tres índices antes mencionados. Siendo 9 (bueno) el valor máximo y 3 (malo) el valor mínimo.

Existió gran variabilidad del índice integrador entre los predios (Cuadro 1).

Aquellos con valores más altos tuvieron también valores altos en las tres áreas consideradas. Quienes tuvieron los valores más bajos del índice, generalmente tuvieron resultados pobres en las tres áreas. Sin embargo, el peso de las diferentes áreas evaluadas fue distinto en cada predio, lo que implica que sus fortalezas y debilidades son diferentes y que lo que los separa de una mayor sostenibilidad es distinto en cada caso. Esto define que la trayectoria de mejora es particular para cada predio y no hay una única recomendación válida para todos los casos.

La trayectoria de mejora es particular para cada predio y no hay una única recomendación válida para todos los casos.

Cuadro 1 - Índices por área (valor 1 a 3) e índice integrador por predio (suma de las áreas, valor 3 a 9). Cuanto más alto, mejor evaluado; cuanto más bajo, peor evaluado.

Predio	Índice uso de pesticidas	Índice de abonos verdes y enmiendas orgánicas	Índice de rotación y solarización	Índice integrador
F	3,00	2,00	2,50	7,50
M	2,50	2,50	2,50	7,50
D	2,25	2,00	3,00	7,25
P	3,00	2,00	2,25	7,25
B	3,00	2,00	2,00	7,00
V	2,00	2,00	3,00	7,00
U	2,25	1,25	2,75	6,25
E	2,75	1,75	1,50	6,00
G	2,75	1,25	2,00	6,00
A	2,00	1,40	2,20	5,60
I	1,50	1,00	3,00	5,50
R	1,67	1,33	2,33	5,33
T	2,25	1,25	1,75	5,25
J	2,00	2,11	1,11	5,22
N	2,00	2,00	1,00	5,00
Q	2,50	1,25	1,25	5,00
S	2,00	2,00	1,00	5,00
H	1,67	1,00	2,00	4,67
O	2,00	1,50	1,00	4,50
C	1,00	1,60	1,80	4,40
W	1,60	1,20	1,60	4,40
K	1,00	2,00	1,00	4,00
L	1,67	1,00	1,00	3,67

Es alentador pensar que se puede trabajar de forma simultánea para mejorar el rendimiento a la vez que reducir el impacto ambiental.

No existió relación entre el valor del índice integrador obtenido por cada predio y los rendimientos. Además, como fue discutido por Berrueta *et al.* (2019), los factores que explican en mayor medida las brechas de rendimiento en este cultivo no están directamente vinculados a lo evaluado en este estudio. En este sentido, es alentador pensar que se puede trabajar de forma simultánea para mejorar el rendimiento a la vez que reducir el impacto ambiental.

REFLEXIONES

Es posible y deseable que, en vías de generar alternativas hacia una producción más sostenible, se tengan en cuenta aspectos que influyen sobre la capacidad de los recursos utilizados en la producción de perdurar y sostenerse en el tiempo, sin desconocer que las familias productoras deben obtener buenos rendimientos que aseguren ingresos estables, su permanencia en la producción y su capacidad de crecer e invertir.

Si bien la horticultura protegida es considerada un rubro que implica un alto uso de insumos, nuestros resultados muestran una diversidad de situaciones. Puede afirmarse que es posible producir tomate de forma más sostenible desde el punto de vista ambiental: en este estudio se encontraron predios que, a través del uso racional de los insumos externos y los recursos naturales, obtienen simultáneamente buenos resultados productivos y ambientales. Dentro de este grupo, se encontraron predios orgánicos y otros comúnmente llamados “convencionales”.



Figura 3 - Cultivo de tomate en desarrollo.



Figura 4 - Invernáculos con cultivos de tomate.

Estos últimos, aun pudiendo utilizar insumos de origen sintético, logran manejar el cultivo y el ambiente de una manera que disminuye la necesidad de emplearlos. La utilización de las prácticas que mejoran la sanidad del suelo y el contenido de materia orgánica podrían constituir algunos de los aspectos que permiten tener plantas más equilibradas, que pueden generar mecanismos de resistencia a plagas y enfermedades, y menor presión inicial de estas en los sistemas, lo que conduce a una menor necesidad de utilizar pesticidas. Pensando en una transición hacia sistemas más sostenibles, estos predios podrían ser ejemplos a seguir para aquellos que aún basan su producción en modelos más dependientes del uso de insumos externos.

Nuestros resultados reafirman que no existe una única trayectoria de cambio posible para llegar a la agricultura sostenible. Debe pensarse al agroecosistema “co-evolucionando” con su entorno, tomando decisiones de manejo y de rumbo dependiendo de sus necesidades particulares, y de cuáles sean los aspectos que lo alejan de una producción más sostenible. Los principios de la agroecología y la intensificación ecológica traducidos a la realidad local y particular de cada predio permitirían avanzar en pos de este objetivo. Este proceso requiere la promoción del diálogo constante y la sinergia entre la comunidad científica, productores, técnicos, los saberes locales y la sociedad en general.

BIBLIOGRAFÍA

Berrueta, C.; Borges, A.; Giménez, G.; Sentanaro, G.; Lammers, M.; Rehermann, F.; Soust, G.; Rieppi, M.; Dogliotti, S. 2019. La producción de tomate bajo invernadero en el sur del Uruguay: caminos para reducir las brechas de rendimiento. Revista INIA Uruguay. no. 58: 31 – 36.

DIEA/DIGEGRA, 2006, 2015. Encuestas hortícolas: zonas sur y litoral norte. Serie encuestas no. 236, 330. Disponible en: http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/encuesta_horticola_sur_y_norte_-_ano_2005_-_junio_2006_-_no_236.pdf

http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/encuestas_hortico-las_2014_-_zonas_sur_y_litoral_norte.pdf