

La necesidad de cuantificar la sostenibilidad de los invernaderos

Metodologías de evaluación de la sostenibilidad y ejemplos prácticos

En el nuevo contexto en el que se desarrolla la actual agricultura europea, y aunque los mayores mecanismos de control parecen centrarse en la última fase del proceso, es decir, cuando los alimentos entran en la cadena comercial, cada día es más necesario saber cuáles son los efectos de la etapa productiva en el campo e intentar que se alcancen al unísono objetivos de índole económica, ambiental y social.

M^a Ángeles Fernández-Zamudio y Pedro Caballero.

Departamento de Economía y Sociología Agrarias.
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA).

La Cumbre del Planeta Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, supuso un importante esfuerzo en la divulgación mundial de un nuevo concepto de desarrollo. En ella se configuró el Programa 21, en el cual se recogen las bases de un desarrollo sostenible para el siglo XXI. Sin em-

bargo, el término sostenibilidad (o sustentabilidad) no es reciente, puesto que fue acuñado a finales del siglo XX, y alude a la idea de que algo ha de permanecer o sustentarse, durante un período prolongado en el tiempo. Hoy día se hace una utilización muy amplia de este concepto, sobre todo con la creciente necesidad de nombrar y acotar los problemas derivados del impacto de la actividad humana en el conjunto de la biosfera.

La producción agraria, por la fuerte dependencia que tiene del medio natural, está siendo sometida a un análisis muy crítico sobre los efectos nocivos que genera en el medio ambiente. En todos los foros de debate se plantea la necesidad de que se llegue a una "agricultura sostenible", en la cual se integran las funciones productivas, medioambientales y sociales (Comisión de las Comunidades Europeas, 2003). Por ello, a la hora de valorar las actividades agrarias, las políticas europeas insisten en los objetivos de competitividad y protección ambiental, aunque ambos parecen contradictorios entre sí. Si los procesos productivos son más limpios, utilizan energías alternativas o reciclan sus residuos, es muy posible que no se justifiquen en términos económicos, ya que muchas de las medi-



En las condiciones mediterráneas es posible una buena producción con un invernadero muy sencillo.

SOSTENIBILIDAD

das de protección del medio ambiente pueden afectar muy directamente a la competitividad. También el concepto “seguridad alimentaria” destacará por encima de la productividad en todos los mecanismos impulsados por la Unión. En este sentido, la Tercera Reunión de Expertos, celebrada por la FAO en Nuremberg (Alemania) en febrero de 2003, “sobre una producción y un comercio hortícola social y ambientalmente responsable” centró sus objetivos en establecer una serie de normas y códigos internacionales que regulen la óptima producción hortícola y que eviten nuevos escándalos sanitarios. Con normas como la ISO-14000 (de gestión ambiental) o Eurepgap (de certificación de las Buenas Prácticas Agrícolas por parte de los principales grupos de empresas minoristas europeos) se impulsa un control estricto en la cadena alimenticia y se pone en marcha el concepto de trazabilidad, ya que es fundamental tranquilizar y proteger al consumidor final, cada día más informado y exigente con su alimentación.

Actual concepción de la agricultura intensiva

Cuando se piensa en agricultura intensiva, surge la idea del productivismo y del empleo de los factores de producción a grandes niveles, lo que a veces podría identificarse con una agricultura agresiva, que fomenta la esquilación de los recursos naturales, fuerza el ciclo de las plantas y transforma totalmente el entorno agrario, por lo que en este punto se va a revisar el significado actual de intensificación.

Tal como se recoge en el trabajo de Caballero *et al.*, (2003), en el que se repasa la evolución que ha tenido el concepto de intensificación a lo largo del tiempo, la agricultura española empezó a intensificarse con las transformaciones a regadío, la introducción de especies con grandes rendimientos y la aplicación de fertilizantes naturales. Con todo esto, donde el clima era favorable, aumentó la intensidad del uso de la tierra con más de una cosecha anual. Posteriormente, en las últimas décadas del siglo pasado, la horticultura vivió una gran reestructuración, llegando a una gran especialización, en la que el monocultivo es una evolución obligada, consecuencia de economías internas de producción y de otros factores externos derivados del mercado (Caballero y De Miguel, 2002). Llegó un momento en que en la producción europea empezaron a formarse excedentes, que la entonces CEE difícilmente quería financiar. La opinión pública estaba cada vez más a favor del medio ambiente, dando lugar a la publicación de diversas normas, como los Reglamentos 1760/87 (DOCE 26-6-1987) y 1094/88 (DOCE 25-4-1988). En junio de 1992 el Consejo de las Comunidades Europeas publicó el Reglamento 2078/92 sobre métodos de producción agraria compatibles con el espacio natural, en el que se requería a los agricultores que siguieran prácticas agrarias acordes a la conservación de los recursos naturales, aunque es cierto que otro de sus fines era facilitar el equilibrio de los mercados. En este Reglamento se asientan los principios fundamentales de la Agenda 2000 y se introduce la idea de la multifuncionalidad. Los modelos de desarrollo a partir de entonces tendrían que ser sostenibles.



En la foto superior se muestran algunas mejoras tecnológicas que ayudan a la mejora comercial y de competitividad. Abajo, aparecen los restos de plásticos que exigen una recogida ordenada y su posterior reciclaje.

Sin embargo, la sostenibilidad de una agricultura como la europea queda ligada íntimamente a su viabilidad económica, ya que lo normal es que, si un productor no tiene una rentabilidad clara, reestructure su actividad o la abandone. La misma Comisión Europea (2003) que informa de los inconvenientes de una intensificación desmesurada, también cree que constituye un peligro la marginación y el abandono total de tierras agrarias, debido a factores económicos. En entornos tan frágiles ambientalmente, como pueden ser los del sureste español, donde la falta de precipitaciones tiende a desertizar toda esta área de forma natural, sería muy arriesgado desarrollar una agricultura extensiva, que en conjunto exigiera altas dosis de agua y de otros insumos. De hecho, en el ya mencionado Programa 21, en el apartado de fomentar una agricultura sostenible en la Unión Europea, propone la intensificación sostenible aludiendo a que «se han de utilizar tecnologías ambientalmente racionales para intensificar la producción en tierras ya convertidas a agricultura y que ofrecen altas posibilidades de productividad, dado que es preferible este criterio a la conversión

propano
bp gas



Cierre el mejor negocio del año. **Apuesta por Propano BP Gas.**

BP Gas pone a su disposición un conjunto de soluciones para dotar a su actividad de la energía que necesita para su desarrollo.

Por un lado, es una alternativa energética limpia, eficiente y económica. Por otro, integra un conjunto de servicios diseñados para responder a las demandas específicas de su empresa gracias a sus múltiples aplicaciones en sectores tan diversos como la industria, la agricultura, el comercio o los servicios. El gas propano de BP es, sin duda, la opción más completa para su negocio.

Soluciones para su negocio//la forma más profesional de suministrar energía



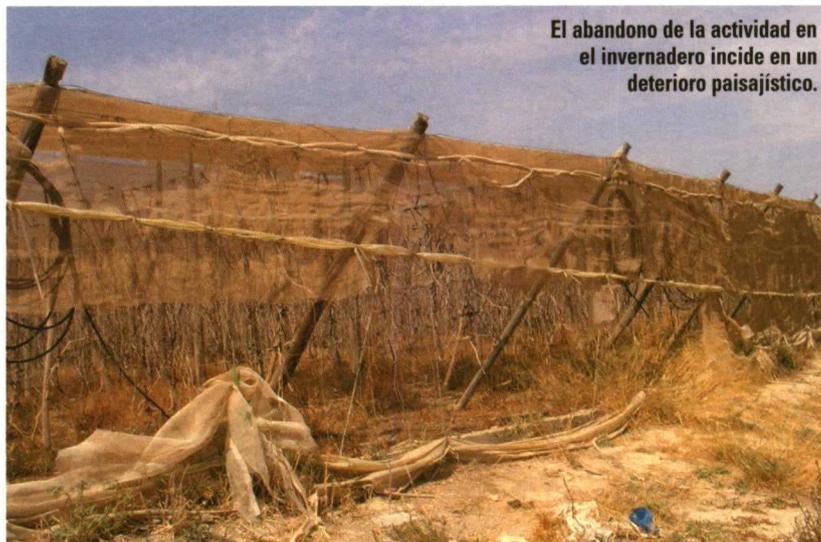
SOSTENIBILIDAD

de tierras marginales frágiles en tierras agrícolas de baja productividad» (FAO, 1997).

Intervenciones para atenuar los efectos medioambientales

Las ventajas de la producción intensiva parecen claras; por lo tanto, ahora el esfuerzo se tiene que centrar en minimizar sus efectos negativos en el medio ambiente, algo a lo que las innovaciones tecnológicas pueden contribuir. Los principales riesgos hacia el medio ambiente son: el uso y posible agotamiento de recursos naturales (como es el caso del agua), los distintos tipos de contaminación (tanto en lixiviados como en residuos sólidos) y el consumo desmesurado de energía. En este sentido, se consideran las siguientes intervenciones directas:

- Aprovechar la luz y temperatura para producir con ciclos acordes a nuestras condiciones agrológicas. Asimismo, es deseable utilizar variedades autóctonas que, además de favorecer la biodiversidad de cultivos, facilitarían la lucha biológica.
- Optimizar el consumo de materias primas, con lo que se conseguiría no sólo un ahorro económico, sino reducir sus efectos nocivos contra el ambiente. Se deberían:
 - Evitar los excesos de productos químicos, sobre todo abonos, fitosanitarios o sustancias para aumentar el cuajado o el desarrollo de la planta, dado que estas materias químicas originan residuos y pueden tener algunos efectos tóxicos.
 - Reducir el consumo de agua, dado que es el recurso natural más escaso en todas estas comarcas y el grado de sobreexplotación que tienen los acuíferos.
 - Reducir el uso de desinfectantes del suelo, de los sustratos u otros elementos, que también pueden tener repercusiones ambientales ahí donde se apliquen.
- Reducir los desechos y vertidos, para lo que es necesario reutilizar en lo posible los elementos que ya no sean útiles, así



El abandono de la actividad en el invernadero incide en un deterioro paisajístico.

como usar nuevos materiales con una vida útil mayor. Entre los residuos más importantes de los invernaderos están:

- Orgánicos, provienen de los restos de las cosechas y pueden reciclarse como abonos verdes o compost.
- Plásticos, que suelen tener una duración media de dos a cuatro años. Aunque se recojan de forma ordenada y se reciclen, suponen el vertido menos deseable.
- Otras materias: hilos de rafia, restos de goteros, envases, etc. Si se depositan en los alrededores de la explotación, degradan el entorno.
- Evitar un consumo desmesurado de energía. La producción de la mayor parte de la energía se obtiene a cambio del calentamiento global del planeta, por las emisiones generadas de CO₂. Un invernadero requiere energía eléctrica (para el bombeo del agua de riego o control de los automatismos), también fuel, gasóleo o gas (para la calefacción, hoy día ya muy habitual en el Mediterráneo), así como otras energías utilizadas en el transporte de materiales y productos.
- Amortiguar la degradación del paisaje. Estas comarcas,

CUADRO I. DEFINICIÓN DE LOS INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD Y VALORES PONDERADOS RESPECTO AL ÓPTIMO, PARA DOS INVERNADEROS DE PIMIENTO

TIPO	NOMBRE	INDICADORES	UNIDAD	ÓPTIMO		INVERNADERO-1		INVERNADERO-2	
		DESCRIPCIÓN		VALOR	%	VALOR	%	VALOR	%
Económico	PRODUCC	Producción media ⁽¹⁾	kg/m ²	24	100	9,5	40	19	79
Económico	RENTAB	Margen neto/costes totales	0-1	0,44	100	0,36	82	0,33	75
Económico	CALEND	Calendario comercial	Semanas	28	100	21	75	28	100
Social	EMPLEO	Generación de empleo	Jornales	847	100	332	39	847	100
Social	ESTAC-EMPL	Estacionalidad del empleo	0-1	1	100	0,54	54	0,52	52
Social	CALID-EMPL	Calidad del trabajo manual	0-1	1	100	0,33	33	0,7	70
Ambiental	SUELO	Eficiencia del suelo ⁽²⁾	m ²	4.439	100	14.095	32	4.439	100
Ambiental	AGUA	Eficiencia del agua en la producción	kg/m ³	15,83	100	11,87	75	15,83	100
Ambiental	QUIMICOS	Eficiencia de fitosanitarios y abonos ⁽³⁾	kg/euro	53,6	100	35,1	65	53,6	100
Ambiental	VERTIDOS	Vertidos totales al año ⁽⁴⁾	t/ha	29,3	100	29,3	100	78,3	37
Ambiental	EFI-ENER	Eficiencia energética en la producción ⁽³⁾	kg/euro	1.976	100	1.976	100	7,3	0

Fuente: Elaboración propia

⁽¹⁾ Producción óptima tomada, la media de pimiento en Holanda.

⁽²⁾ Superficie mínima a cultivar para obtener una renta anual de 22.000 euros.

⁽³⁾ Eficiencia expresada sobre el coste total de los químicos o de la energía.

⁽⁴⁾ Calculados sobre la media anual incluyendo los restos orgánicos. Sustratos y plásticos vida útil tres años.

INVERNADEROS dossier

antes rurales, tienen ahora una estructura casi industrial, siendo preciso regular de una manera ordenada las nuevas parcelas que se pretendan cubrir con invernaderos, sobre todo si se localizan junto a entornos protegidos.

► Metodología para evaluar la sustentabilidad de la agricultura

Años después de que se diseñara el Programa 21, se sigue reflexionando sobre los aspectos que en él se trataron. Los expertos han llegado a la conclusión de que, si bien el concepto de "sostenibilidad" se halla muy difundido hoy día entre la población, no se han conseguido suficientes resultados en la cuantificación del mismo (FAO, 1997). Sin duda, las complejas relaciones que existen entre los sistemas socioeconómicos y la naturaleza dificultan una medición exacta del término, por lo que los indicadores o parámetros que se elijan siempre deberán recoger los distintos aspectos de las relaciones de los humanos con el medio, algo que nunca es sencillo.

La necesidad de efectuar evaluaciones de la sustentabilidad de los procesos productivos ha originado el desarrollo de numerosas líneas de trabajo para diseñar marcos operativos al respecto. Sin embargo, ha sido en la economía ambiental donde se han puesto a punto algunos métodos de valoración económica de las externalidades. En general, son métodos que traducen a un valor económico los impactos que ocasionan sobre el medio ambiente las actividades agrarias. Unos se basan en la valoración de los posibles daños que puede generar una actividad, según son percibidos por parte de la población. A la afectada se le pregunta cuánto estaría dispuesta a pagar por tener un cierto beneficio ambiental, o en su defecto, cuánto estaría dispuesta a cobrar por renunciar al mismo; los resultados pueden estar muy condicionados por las rentas de las personas entrevistadas así como por la forma y tipo de las preguntas realizadas. Otros métodos efectúan cálculos más directos, estimando lo que cuesta reponer el daño derivado de las externalidades negativas de una actividad agraria, hasta recuperar el medio natural y llevarlo a las condiciones en que estaba antes de que se realizara la actividad. En ambos casos se trata de metodologías basadas en una aplicación del análisis coste-beneficio.

En la actualidad, hay líneas de trabajo que intentan valorar de forma integral los procesos productivos. Uno de estos métodos es el análisis del ciclo de vida (*Life Cycle Assessment*), que no sólo tiene en cuenta los efectos directos de un proceso productivo sobre el medio ambiente, también recoge todos los demás aspectos, como la incidencia ambiental de la fabricación del invernadero o de los fitosanitarios o el impacto de un invernadero desechado, ya que todos ellos pueden incidir en el medio natural. Es decir, trata de valorar no sólo las consecuencias en el momento puntual en el que están siendo usados, sino también de qué manera han podido repercutir en el entorno a lo largo de todo su ciclo de vida.

Otra de las grandes líneas para valorar el grado de sustentabilidad de una zona se centra en medirla a través de un conjunto de indicadores. La FAO ha hecho un gran esfuerzo en este sentido elaborando un marco de evaluación del manejo sustentable que pueda aplicarse en el estudio de tierras de cultivo de cualquier parte del mundo (FAO, 1994); y en esta línea se han desarrollado numerosos trabajos, algunos a nivel de ex-



Rotocultivadores y Trituradoras



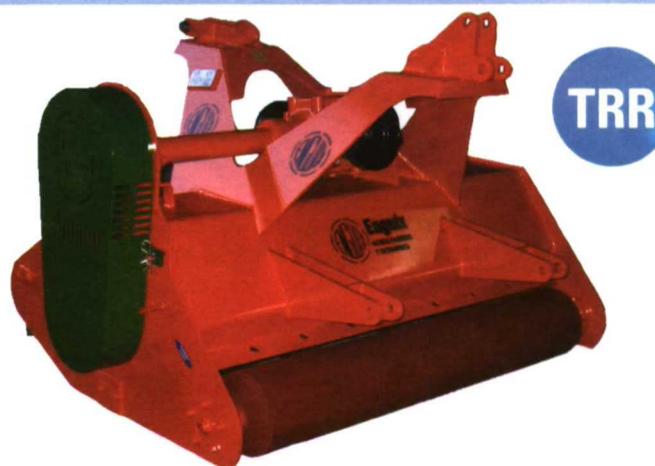
TRV

TRITURADORAS



TRO

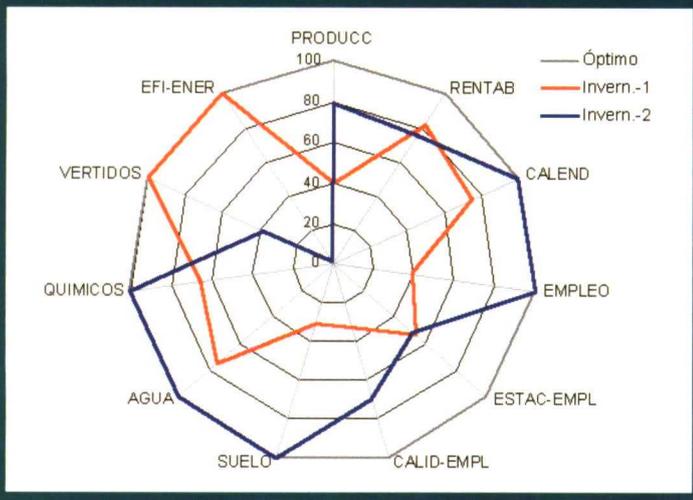
PROFESIONALES



TRR

FIGURA 1.

Representación gráfica de los indicadores de sostenibilidad de dos invernaderos de pimiento



plotación agraria, tal es el caso de Masera *et al.*, (2000). De la revisión bibliográfica se deduce que la evaluación de la sostenibilidad debe hacerse de manera específica en cada zona productora, dado que cada comarca tiene unos límites y unas posibilidades muy concretas y la determinación de unos índices u otros dependerá del alcance y los objetivos que se marquen en el estudio.

■ Análisis de la sostenibilidad de dos tipos de invernaderos

Se plantea un análisis práctico de dos invernaderos de pimiento ubicados en la provincia de Alicante. Inicialmente se tomaron datos de cinco modelos de invernaderos, que reflejaban los distintos niveles tecnológicos utilizados en el área de estudio, pero para valorar la sustentabilidad se ha elegido el de menor y el de mayor tecnología. El invernadero-1 es un tipo parral básico, con cultivo en suelo y sin calefacción, mientras que el invernadero-2 corresponde a un multitúnel, con 4,5 metros a la canal, cultivo en sustrato y calefacción permanente de 18-19°C de agua caliente distribuida por raíles.

El análisis comienza revisando los puntos críticos que pueden incidir en los dos sistemas de producción y seleccionando una serie de indicadores que ayuden a diagnosticar de manera cuantitativa o cualitativa cada uno de los puntos críticos a mejorar. Para abarcar una idea integral del sistema de producción se han fijado tres indicadores económicos, tres sociales y cinco ambientales (**cuadro I**).

Siempre que es posible, la cuantificación de los indicadores se realiza con valores expresados en unidades estándares (kg, t/ha, etc.). En otros casos se han usado valores cualitativos, de tal manera que el peor valor corresponde al cero y el mejor, al uno. Los valores óptimos se han fijado para la zona, tras consultas a técnicos, según la bibliografía existente, y en su defecto, se han referido al mejor valor del conjunto de invernaderos analizados.

Para ver las diferencias observadas entre indicadores, se

ha utilizado un diagrama radial, en el que los once ejes representan el valor de cada indicador sobre una escala. El centro se corresponde con el valor peor, mientras que la unión de los extremos de los once radios representa el óptimo, que sería un sistema de producción donde todos los indicadores tendrían el mejor valor posible (**figura 1**). Para evitar confusiones, se suelen escribir los indicadores de forma positiva; y así en vez de hablar de, por ejemplo, consumo de agua, que es un valor que se debe minimizar, se expresa la eficiencia del riego aportado respecto a la producción generada.

De manera genérica, puede verse en el diagrama que el invernadero de tecnología mayor alcanza más veces el óptimo de los indicadores de sustentabilidad que el invernadero-1, por lo que, de entrada, puede pensarse que la tecnología ayuda a amortiguar algunos de los impactos más negativos de la producción de pimiento. Sin embargo, la valoración hay que realizarla de manera más concreta.

En cuanto a los indicadores económicos, se observa que la mayor intensificación se traduce en una mayor productividad y un calendario comercial más amplio, algo que se logra invirtiendo más capital, lo que también implica obtener tasas de rentabilidad algo inferiores a las del nivel más básico.

Respecto a los tres indicadores sociales, el invernadero-2 ofrece más posibilidades de empleo en la zona y mejor calidad en el trabajo manual que el invernadero-1; en cambio, la estacionalidad del trabajo es muy similar en los dos niveles.

Por último, referido a los cinco indicadores ambientales, el invernadero-2 es mucho más eficiente en el uso de los insumos (suelo, agua y químicos). Sin embargo, este nivel de máxima tecnología también genera más vertidos, la mayor parte de los cuales afortunadamente tiene un proceso de casi total reciclaje. Mención especial requiere la cuestión energética, en la que el invernadero-2 manifiesta una eficiencia mucho menor que el invernadero-1, debido a que las condiciones climatológicas del sureste español permiten una buena producción de pimiento sin utilizar calefacción, por lo que su adopción en las explotaciones va a ser sobre todo una cuestión comercial y de competitividad. ■

Agradecimientos

El presente artículo se incluye dentro de las investigaciones del proyecto de referencia RTA 04-072, que está cofinanciado por el INIA y los Fondos FEDER.

Bibliografía

- Caballero, P., Fernández-Zamudio, De Miguel, M.D. (2003) "Intensificación en horticultura y su interpretación actual", Horticultura, Vol. 42: 48-54.
- Caballero, P., De Miguel, M.D. (2002) "Costes e intensificación en la hortofruticultura mediterránea." *Mediterráneo Económico* (Instituto Cajamar). Vol. 2: 222-244.
- Comisión de las Comunidades Europeas. "Indicadores para la integración de las consideraciones medioambientales en la Política Agraria Común." Comunicación de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo. <http://europa.eu.int/comm/agriculture>
- FAO (1994) "FESLM: An International Framework for Evaluating Sustainable Land Management." Informe de la FAO. Ed. World Soil Resources Report
- FAO (1997) "Cumbre del planeta Tierra+5: avances en el camino desde Río", Sdimentsions, publicación electrónica <http://www.fao.org/sd/SPdirect/epre0028.htm>
- Masera, O., Astier, M., López-Ridaura, S. (2000) "Sustentabilidad y manejo de Recursos Naturales." Ed. Mundi-Prensa México. México. 110 pág.