

UNA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD BASADA EN CRITERIOS AGRONÓMICOS, ENERGÉTICOS Y ECONÓMICOS

Producción de cultivos hortícolas bajo el criterio de la agricultura sostenible

El concepto de agricultura sostenible está presente, desde hace años, en la gestión de la producción agraria mundial. Sin embargo, su evaluación, mediante enfoques sistemáticos que incluyan indicadores económicos, ambientales y sociales, ha sido poco desarrollada, y por tanto merece hoy día atención especial dado su potencial como herramienta en la toma de decisiones. Me-

diante el uso de indicadores de este tipo podrían compararse diferentes agrosistemas, así como su evolución a lo largo del tiempo, e introducir las mejoras que estratégicamente interesen en un momento o lugar determinados. En este artículo se analizan los indicadores energéticos, hídricos y económicos de los cultivos de maíz dulce, espinaca y guisante.

Carlos Gracia y Estela Alemany.

Unidad de Mecanización y Tecnología Agraria.
Universidad Politécnica de Valencia.

No se oculta que las magnitudes a considerar son heterogéneas, de difícil cuantificación, y a veces parcialmente dependientes. Sin embargo, es preciso medirlas e integrarlas en modelos de decisión *ad hoc* que, sirviendo de apoyo al principio fundamental de la sostenibilidad, recojan también criterios de prioridad y ponderación, según convenga al nivel de desarrollo económico y social, y a la problemática de recursos en un área concreta y en un momento dado. En definitiva, se propone someter el proceso productivo de hortalizas a una evaluación de sostenibilidad basada en criterios agronómicos, energéticos y económicos, y donde el uso de los recursos responda a principios de eficiencia y conservación.

En un intento de aproximación y concreción, es posible llevar a la práctica un sistema de evaluación, mediante procedimientos cuantitativos, que recojan, al menos, los siguientes indicadores de sostenibilidad: aprovechamiento energético, aprovechamiento hídrico y rendimiento económico.

Tres indicadores de sostenibilidad

Indicador energético de sostenibilidad

La energía desempeña un papel crucial en el desarrollo de la humanidad y su disponibilidad contribuye muy positivamente al bienestar de los pueblos. Actualmente las principales fuentes de energía que se emplean son las que proceden de los combustibles fósiles. La reducción del consumo energético y de la intensidad energética, mediante el ahorro y la eficiencia energética, constituye un objetivo prioritario para el desarrollo sostenible de cualquier país.

En términos energéticos, en los que los indicadores superan en mucho el valor unidad, todas las producciones responden favorablemente a la cantidad de energía no renovable invertida en el proceso productivo

El indicador de sostenibilidad energética se ha definido como la relación input-output de energías no renovables. Se cuantifica, en términos de energía, como el cociente entre la cosecha obtenida, incluidos los residuos aprovechables, y la energía no renovable empleada en su producción (síntesis de fertilizantes, maquinaria, bombeo de agua de riego, etc.).

Al no contabilizarse la energía solar, que interviene decisivamente en la obtención de la cosecha, por ser fuente no agotable, es lógico que el valor de este indicador supere la unidad. En todo caso, cuanto más eficiente sea el proceso productivo más alto será el valor del índice.

Indicador hídrico de sostenibilidad

El agua, soporte fundamental de la vida humana y de los ecosistemas, es un recurso natural renovable de extremada importancia para España desde el punto de vista ecológico, económico y social, y es un factor estratégico para la planificación de los cultivos.

La agricultura de regadío es la principal consumidora de agua, muy por encima del sector industrial y del consumo doméstico y urbano. Por ello, desde el punto de vista de la sostenibilidad agraria, es necesario realizar una correcta gestión y manejo del riego con el fin de preservar y mantener este recurso.

El indicador de sostenibilidad hídrica se ha definido como la relación entre el agua necesaria para el desarrollo del cultivo y la aportada. Se cuantifica como el cociente entre el volumen de agua necesaria según los coeficientes de cultivo y los valores de evapotranspiración, una vez descontada la precipitación aprovechable, y el volumen de agua realmente aportada durante su ciclo.

La oportunidad, dosis, frecuencia y sistema de riego serán claves en el manejo del agua para conseguir indicadores alrededor del valor unidad, e incluso superiores. Una mala programación del riego lleva indefectiblemente a excesos en el consumo de agua, o en su defecto a pérdidas de cosecha.

Indicador económico de sostenibilidad

Ninguna definición de agricultura sostenible renuncia a ser productiva, competitiva y eficiente en términos económicos. Lo contrario supondría sistemas de producción inviables, en una sociedad donde se ha impuesto el mercado libre de intercambio de bienes y servicios.

Por tanto, el sistema de producción agrícola debe ser productivo, competitivo y eficiente, a la vez que se realiza un empleo moderado y racional de inputs agrarios, se protege y mejora el medio natural, así como las condiciones de las comunidades locales.

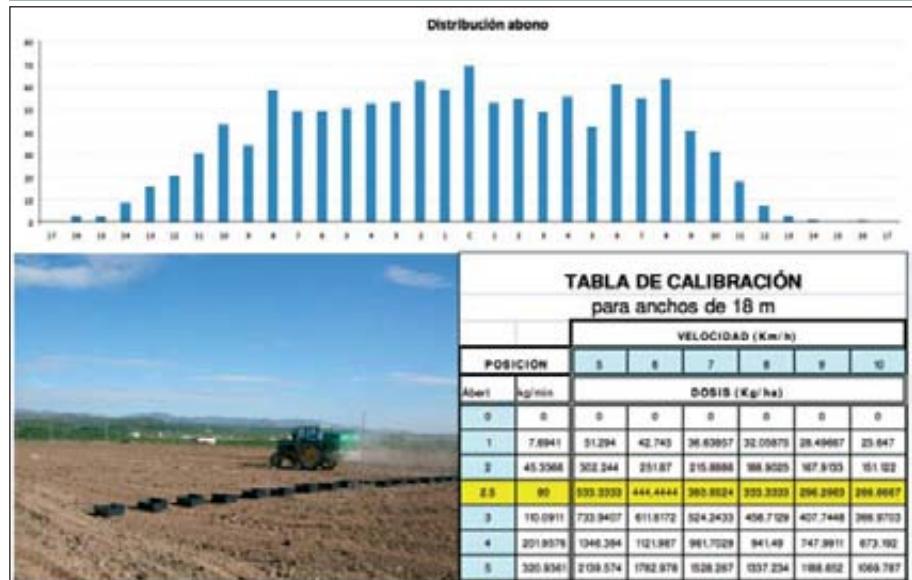
El indicador de sostenibilidad económica se ha definido como la relación entre los ingresos procedentes de la comercialización de la cosecha, según calidades y rendimiento obtenido, y los costes -directos e indirectos- que ha supuesto el proceso productivo. Entre los costes se incluye también la renta de los factores tierra, trabajo y capital.



Foto 1. Cosechadora de maíz dulce.

FIGURA 1.

Ensayo abonadoras centrífugas: a) gráfico de dispersión del abono, b) abonadora de doble plato de John Deere y c) tabla de calibración de la abonadora.



Integración de los tres indicadores

Si se integran los tres indicadores anteriores en uno solo, no deja de ser un proceso convencional, sujeto a ponderaciones a través de las preferencias locales o temporales que signifique cada uno de ellos. Así, en la agricultura de la cuenca mediterránea, con escasez de agua, puede convenir, por ejemplo, dar más importancia al indicador hídrico que al energético. En otro caso, donde las condiciones de pobreza en el sector rural sean patentes, puede ponerse mayor atención en el indicador económico.

Resultados en hortícolas

El proyecto de producción sostenible que aquí se presenta⁽¹⁾, ha consistido en el seguimiento durante tres años de la rotación de cultivos hortícolas espinaca-maíz, guisante-maíz y espinaca-maíz, en una superficie de 6 ha perteneciente a una finca del término de Llíria (Valencia). Esta producción ha sido gestionada por la SAT n° 1317 Prodelcampo, con sede en L'Alcudia de Carlet (Va-

lencia), y recurriendo a la mecanización de todas las labores, incluida la recolección, según técnicas y equipos actuales.

Básicamente se han registrado las aportaciones de: fertilizantes, fitosanitarios, semilla y agua; la cantidad y calidad de las cosechas producidas; y la maquinaria y tiempos de operación.

Previamente, a fin de conocer y mejorar su eficacia, se ha ensayado y calibrado la maquinaria de cultivo, de siembra y de cosecha, así como las instalaciones de riego.

Los análisis de suelo, de agua de riego y datos climatológicos también han formado parte de las tareas del proyecto para ajustar las dosis de fertilización y de riego.

Entre los estudios de maquinaria realizados, cabe destacar: los ensayos de las abonadoras centrífugas, con el fin de determinar la calidad en la distribución del abono mediante la creación de unas tablas de calibración y su posible mejora (**figura 1**), los informes de aptitud y el plan de calibración de los equipos de pulverización.

Y en cuanto a las cosechadoras, se han ido realizando una serie de estudios, donde podemos encontrar, en el caso del maíz dulce, la comparación de la capacidad y calidad de trabajo, y coste de funcionamiento de dos cosechadoras autopropulsadas (**foto 1**).



Foto 2. Cosechadora de espinaca para fresco (izquierda: visión frontal, derecha: visión lateral).



Foto 3. Cosechadora de guisante verde.

En la cosechadora de espinaca para consumo en fresco, se realizó el análisis de la capacidad de trabajo y coste del equipo emple-

ado en la recolección, observándose una notable reducción del tiempo útil debido a la incorporación del dispositivo de carga y descar-

Desde el punto de vista económico, es el cultivo de espinaca el único que supera claramente el valor unidad. Por tanto, su cosecha ofrece interés comercial bajo las condiciones actuales de mercado

ga que se traducen en una reducción del coste total de cosecha (**foto 2**).

Y en el caso del guisante, se determinó la capacidad y calidad de trabajo de la cosechadora autopropulsada, de gran capacidad, FMC-679 (**foto 3**).

En cuanto al laboreo de preparación, se ha practicado el mínimo laboreo compatible con una razonable nascencia y desarrollo de la planta para cada especie. Se ha visto nece-



Foto 4. Detalles y resultados del equipo de siembra directa: a) abresurcos, b) cuerpo de siembra, c) semilla depositada y d) cultivo en desarrollo.



sario el pase anual de subsolador ligero para recuperar la facilidad de penetración en un suelo donde el tráfico de vehículos (tractores, cosechadoras y camiones) es frecuente. En el caso del cultivo de espinaca se mostró necesario el pase de fresa para el desmenuzamiento de la cama de siembra. En el caso del maíz dulce, se ensayó el segundo año la siembra directa. No obstante, los ahorros y beneficios que supuso esta práctica no compensaron la merma de la producción, que se situó alrededor del 12% (**foto 4**).

Los resultados obtenidos en la experiencia de 2009-2011, expresados en términos de indicadores de sostenibilidad se muestran en el **cuadro I**.

Conclusiones

Se concluye lo siguiente:

- En términos energéticos, en los que los indicadores superan en mucho el valor unidad, todas las producciones responden favorablemente a la cantidad de energía no renova-

CUADRO I.

Resultados obtenidos entre 2009 y 2011 expresados en indicadores de sostenibilidad.

INDICADOR ENERGÉTICO	
ESPINACA (promedio 2009 y 2011)	1,3
GUISENTE (2010)	5,5
MAÍZ (promedio 2009, 2010 y 2011)	3,2
INDICADOR HÍDRICO	
ESPINACA (promedio 2009 y 2011)	0,9
GUISENTE (2010)	1
MAÍZ (promedio 2009, 2010 y 2011)	0,9
INDICADOR ECONÓMICO	
ESPINACA (promedio 2009 y 2011)	1,8
GUISENTE (2010)	0,9
MAÍZ (promedio 2009, 2010 y 2011)	1

vable invertida en el proceso productivo.

- El indicador hídrico advierte sobre un consumo de agua de riego ligeramente superior al necesario. Deben pues mejorarse los sistemas de distribución y los momentos y dosis precisas.

- Desde el punto de vista económico, es el cultivo de espinaca el único que supera claramente el valor unidad. Por tanto, su cosecha ofrece interés comercial bajo las condiciones actuales de mercado.

En conjunto, cabe reconocer que las operaciones culturales, el manejo del suelo y agua, la fertilización y la mecanización, incluida la recolección, que se han practicado en este proyecto para la rotación de cultivos hortícolas, espinaca, maíz y guisante, ofrecen una producción agrícola sostenible, con pequeños matices a tener en cuenta como son la mejora en lo posible la eficiencia del sistema de riego, así como el resultado económico de las producciones de guisante y maíz. ●

(¹) Proyecto nº 2007TAHVAL00048 de I+D+i en el ámbito agrario (Convocatoria del 5 abril de 2007 de la Generalitat Valenciana).

¿Fertilidad?



¡Fertilidad!

EPSO
Microtop



Magia de la naturaleza. **EPSO Microtop®** es la referencia Europea entre los abonos foliares con magnesio, azufre y micronutrientes. Sus características: composición ideal (15% MgO, 31% SO₃, 0,9% B, 1% Mn), completamente soluble en agua, inmediatamente disponible para las plantas y apto para añadir a tratamientos fungicidas. Sus efectos:

- favorece el desarrollo celular
- influye favorablemente en el rendimiento
- aporta micronutrientes en los picos de demanda

EPSO Microtop® es el abonado foliar ideal para patatas y remolacha azucarera, que podrá realizar simultáneamente con un tratamiento fungicida en la remolacha, o de la fitófaga en patatas. **EPSO Microtop®** – la fertilidad más recetada en Europa.

