

RIEGO EFICIENTE

Hacia la sostenibilidad en el cultivo de fresa: demanda real de riego y posibilidades de mejora

La fresa es el cultivo con mayor importancia económica y social de la zona occidental de Huelva. Además de abastecer el mercado nacional, es el principal exportador de la Unión Europea. El carácter intensivo del cultivo ha suscitado críticas medioambientales que se han acentuado en torno al uso del agua y la gestión que se realiza de ésta. Con el objetivo de analizar la demanda real de agua en el cultivo de fresa y evaluar el manejo del riego, se ha llevado a cabo un estudio en 23 fincas de fresa en la provincia de Huelva.

J. García Morillo
P. Montesinos Barrios
E. Camacho

Área de Ingeniería Hidráulica. Departamento Agronomía, Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales 14071, Córdoba. Mail de contacto: ecamacho@uco.es

J.A. Rodríguez Díaz
Investigador Ramón y Cajal. Área de Ingeniería Hidráulica. Departamento Agronomía, Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales 14071, Córdoba

La agricultura de regadío actual se encuentra en un momento crítico caracterizado por el incremento de costes de producción, estabilización o descenso de los precios de mercado y una creciente presión respecto a los impactos ambientales que producen. Esta situación está obligando a los agricultores a buscar formas de maximizar la rentabilidad de los cultivos y lograr la sostenibilidad integral (socioeconómica y ambiental) de la agricultura de regadío.

SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR FRESERO ONUBENSE

El cultivo de fresa es considerado como el cultivo con mayor

transcendencia económica y social de la zona occidental de Huelva. Para tener una idea clara de la dimensión e importancia de este cultivo, hay que mencionar que España es el primer productor de fresas frescas de Europa y que el 95% de esta producción se realiza en la provincia de Huelva, que se ha convertido en la mayor concentración productora de fresas del planeta (Fundación Doñana 21, 2006).

Sin embargo, esta actividad agraria intensiva, aparte de sus incuestionables beneficios económicos y sociales para la comarca, ha sido una de las actividades que más problemas ambientales ha generado debido al modelo intensivo que se ha implantado durante las tres últimas décadas: cubiertas de plástico, regadíos y

aporte de agroquímicos entre otros.

Las críticas medioambientales suscitadas se agravan debido a la proximidad de la zona productora al Parque Nacional de Doñana, espacio natural protegido de incalculable valor ecológico y reconocido como tal por diferentes convenciones internacionales.

De todas las relaciones que se pueden establecer entre el cultivo de fresa y el espacio natural protegido es, sin duda, la derivada del uso del agua la más estrecha y problemática. El agua es el elemento básico de los ecosistemas (marismas, lagunas, etc.) y de la agricultura de regadío (fresas, arrozales, frutos rojos, etc.) en Doñana. Esto genera importantes tensiones y problemas ambientales, especialmente en épocas de mayor escasez del recurso, que afectan muy negativamente al sector de producción y comercialización de fresas de Huelva y a la economía local.

MARCO NORMATIVO

La Agenda del Regadío Andaluz Horizonte 2015 (Consejería de Agricultura y Pesca de la Junta de Andalucía, 2011) ha cifrado las necesidades netas de riego para el cultivo de fresa en 4474 m³/ha y año (sólo periodo productivo),



Vistas de una plantación de fresa

aunque si bien señala que este dato se ha determinado para el sistema de microtúnel (actualmente en desuso) y está pendiente de ajustarse a la actual situación general del cultivo.

Por el contrario, el Plan Especial de Ordenación de las zonas de regadío ubicadas al norte de la corona forestal de Doñana (Consejería de Obras Públicas y Vivienda de la Junta de Andalucía, 2011) establece una dotación máxima de 4000 m³/ha y año, asegurando que, con dicha dotación y un manejo adecuado del riego, se pueden alcanzar las máximas producciones.

Aunque no se dispone de datos oficiales y rigurosos sobre la demanda real de agua de riego por parte de los agricultores, el sector de la fresa ha manifestado que las demandas reales son claramente superiores a las establecidas por los diversos organismos competentes, y así se recoge en el Plan Especial anteriormente citado.

Según dicho Plan, existe una diferente apreciación sobre la dotación de agua necesaria para el cultivo de fresa entre los organismos públicos y los agricultores, y la explica atendiendo a que las explotaciones en su mayoría no utilizan las mejores técnicas disponibles que aseguren un uso ra-



Plantación de fresa al inicio de la campaña (Noviembre)

cional y eficiente del agua, minimizando el volumen utilizado y las pérdidas por percolación.

Debido a esta compleja situación, el sector fresero onubense ha sido objeto de numerosas críticas y campañas de desprestigio. Por ejemplo, durante la campaña 2009-2010 fue el centro de fuertes críticas en países como Francia, Alemania y Suiza que son los principales importadores. Varios partidos y organizaciones acusaron al sector de hacer un uso irracional del recurso y calificaron la situación como de "despilfarro" de agua. Estas declaraciones repercutieron muy negativamente en el consumo de fresa procedente de Huelva en los mercados internacionales, descendiendo hasta en un 11% en países como Francia.

Se deduce por tanto la necesidad de establecer programas de investigación orientados a mejorar la eficiencia en la gestión del agua de riego, y por tanto favorecer un uso más sostenible del agua en la zona.

OBJETIVOS Y TRABAJO DESARROLLADO

En este trabajo se evalúa la demanda real de agua de riego en el cultivo de fresa y su relación con la producción durante tres

campañas (2010-2013), identificando medidas de mejora en la gestión del recurso que permita fomentar su uso sostenible en una superficie cultivada cercana a las 6300 ha.

Para llevar a cabo dicho estudio se han seleccionado 23 fincas dedicadas al cultivo de fresa ubicadas en las tres principales zonas productoras de la provincia de Huelva (Almonte, Moguer y Lepe) que representan la heterogeneidad existente en la zona productora en cuanto a variedades, técnicas de cultivo, manejo del riego, textura del suelo, etc. La superficie monitorizada representa cerca del 9% de la superficie total del cultivo en la zona de producción.

► Caracterización de las fincas

Se ha llevado a cabo un proceso exhaustivo de caracterización de cada finca, teniendo en cuenta suelos, variedades, infraestructuras y sectores de riego así como prácticas de manejo del cultivo.

Se ha desarrollado un protocolo sistemático de recogida de datos adecuado a las características de cada finca. Se ha apreciado que no es habitual disponer un contador volumétrico que permita registrar la cantidad de agua aplicada durante la campaña. Por este motivo se han estimado los volúmenes aplicados de forma indirecta, a partir de los

tiempos de riego diarios registrados por el agricultor.

La densidad de plantación promedio en las fincas de estudio es de 70.588 plantas/ha, que varían entre 45.000 y 100.000 plantas/ha, siendo el intervalo de 65.000-75.000 plantas/ha donde se encuentra más del 50% de las fincas.

Es habitual encontrar entre tres y cinco variedades distintas en una misma finca. Las más utilizadas son Candonga, Splendor, Camarosa y Fortuna, aunque también se pueden encontrar, en menor cantidad, variedades como Benicia, San Andrea, Sabrina, Antilla y Primoris entre otras.

La **Figura 1** muestra las dotaciones de la campaña 2010-2011 en cada finca de estudio así como la dotación media empleada en el conjunto (7027 m³/ha). En color rojo se muestra la dotación total empleada en preparación del suelo y plantación y, en azul, la dotación aplicada con cinta de riego durante la fase de desarrollo del cultivo y que está destinada a satisfacer la evapotranspiración del cultivo.

La dotación media de agua utilizada en preparación del terreno ha sido 355 m³/ha, frente a los 808 m³/ha empleados en plantación, lo que supone un to-

FIGURA 1 / Volúmenes totales consumidos durante la campaña



tal de 1163 m³/ha. Aunque el valor medio de la dotación total de agua empleada durante la campaña para el conjunto de fincas ha sido estimado en 7027 m³/ha, hay que considerar que el valor más frecuente de dotaciones registrada se encuentra en el entorno de los 6200 m³/ha.

► **Indicadores de gestión como herramienta de evaluación del riego**

Un indicador es una relación entre dos o más variables de un sistema que sintetiza los datos convirtiéndolos en información útil y comparable (Malano y Burton, 2001; Rodríguez Díaz *et al.*, 2008). La principal utilidad de los indicadores de gestión es la comparación de éstos entre distintas fincas, lo cual va a permitir detectar las mejores prácticas existentes en el manejo del riego para tratar de adaptarlas a las fincas con mayores dificultades. Estas técnicas basadas en la búsqueda de la mejora mediante comparaciones, son las denominadas “técnicas de benchmarking”. Los principales indicadores propuestos para este estudio se definen a continuación:

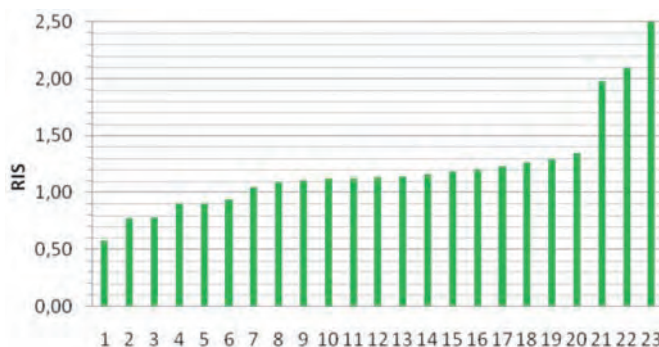
• **Suministro relativo de agua de riego (RIS, Relative Irrigation Supply).**

Este indicador relaciona el volumen de agua aplicada desde plantación con las necesidades teóricas netas de riego del cultivo durante la campaña.

$$RIS = \frac{\text{Agua total aplicada desde plantación (m}^3\text{)}}{\text{Necesidades teóricas netas de riego (m}^3\text{)}}$$

Las necesidades teóricas netas no están afectadas por las ineficiencias del riego. Estas ineficiencias están relacionadas con el tipo de suelo, el sistema de riego y el manejo del riego del agricultor. En suelos arenosos, típicos de la zona de estudio, es muy difícil reducir dicha ineficiencia a menos de un 20%. Por tanto valores de RIS entre 1-1,2 indica que el riego ha sido adecuado, mientras que valores

FIGURA 2 / Valores de RIS para cada finca de estudio



mayores implican un exceso en el volumen de agua aplicada.

• **Agua aplicada a la fresa (AAF, m³/ha).**

Este indicador identifica el volumen total de agua aplicada al cultivo durante toda la campaña, desde la preparación de suelo hasta la recolección. Es un indicador real del uso de agua de cada productor.

$$AAF = \frac{\text{Agua total aplicada desde alomado (m}^3\text{)}}{\text{Superficie efectiva riego (ha)}}$$

• **Huella hídrica de la fresa (HHF, m³/kg).**

Relaciona el volumen total de agua aplicado durante la campaña con la producción. Es un indicador que mide la eficiencia en el uso del agua del cultivo, evaluando el manejo del riego en relación al uso que se hace del riego. Valores más pequeños identifican mejores prácticas de riego.

$$HHF = \frac{AAF \text{ (m}^3\text{/ha)}}{\text{Producción (kg/ha)}}$$

• **Agua aplicada por planta (AAP, m³/planta).**

Debido a la gran variabilidad en cuanto a densidades de plantación detectadas en la zona, es interesante relacionar el volumen de agua aplicado y el número de plantas por hectárea.

$$AAP = \frac{AAF \text{ (m}^3\text{/ha)}}{\text{Densidad de plantación (plantas/ha)}}$$

Se ha calculado el conjunto de los indicadores de gestión propuestos para las 23 fincas objeto de estudio. La **Tabla 1** recoge los valores obtenidos del análisis estadístico de los indicadores llevado a cabo para la muestra completa.

La **Figura 2** muestra los valores del indicador RIS para el conjunto de fincas de estudio. Se observa que tres fincas presentan un valor muy por encima de 1,3, lo que indica que se está aplicando mucha más agua de la estrictamente necesaria para el cultivo teniendo en cuenta las ineficiencias del sistema. Estas fincas



Equipos de medida de radiación solar dentro y fuera del túnel, de temperatura y de humedad en el suelo

TABLA 1 / Análisis estadístico de los indicadores de gestión para la muestra completa

Estadístico	RIS	AAF (m ³ /ha)	HHF (m ³ /kg)	AAP (m ³ /plant)	Producción (gr/planta)
Media	1.24	7027	0.11	0.09	906.3
Desviación típica	0.52	2462	0.06	0.04	235.4
Máximo	3.04	15214	0.28	0.22	1555.7
Mínimo	0.58	4071	0.06	0.05	554.9
Mediana	1.13	6486	0.10	0.08	870.7
Moda	1.10	6200	0.09	0.09	964

representan un 14% del total de las fincas estudiadas. Hay otras catorce fincas (61% de la muestra) que presentan un valor apropiado de RIS entre 1-1,3, indicando que el riego aplicado se ajusta a las necesidades teóricas del cultivo. Las seis fincas restantes que representan un 27% del conjunto presentan un valor de RIS por debajo de uno que indicaría un ligero riego deficitario, aunque si bien hay que tener en cuenta que el valor de RIS se ha

obtenido para un único valor de las necesidades teóricas netas sin tener en cuenta la variedad cultivada o la densidad de plantación, aspectos que influyen en las necesidades del cultivo. El valor promedio de RIS para la muestra completa es de 1,24 lo que indica que el riego es apropiado para el conjunto de fincas de estudio, aunque haya tres fincas con un consumo significativamente superior al resto.

El indicador RIS es un indica-

dor adecuado de la bondad de las prácticas de riego llevadas a cabo y por tanto, debe estar relacionado con una producción óptima, que es el principal objetivo del agricultor. La **Figura 3** muestra la relación existente entre los valores de RIS obtenidos y la producción en gramos por planta.

De la **Figura 3** se desprende que las máximas producciones no se han obtenido para los mayores valores de RIS. Las tres fincas que presentan los

mayores valores de RIS obtienen valores de producción incluso por debajo del valor promedio de 906 (gr/planta). Es importante señalar que con valores de RIS apropiados e incluso inferiores a los teóricamente adecuados, se puede alcanzar la producción media e incluso mayor. El valor de producción promedio ha sido de 906 gr/planta con un valor máximo de 1555 gr/planta (parece estar fuera de rango y será objeto de estudio en la próxima

"Más que máquinas agrícolas" es el blog de maquinaria de la **revista Agricultura** que te ayudará a estar al tanto de todas las noticias de importancia en el mundo de la maquinaria agrícola: novedades técnicas, presentaciones de productos, eventos, ferias de maquinaria, etc.

Está elaborado por expertos en maquinaria del Grupo de Investigación Tractores y Laboreo de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Politécnica de Madrid. Ya puedes acceder a nuestro blog, pinchando en el siguiente enlace:

www.masquemaquinas.blogspot.com



campana) y un valor mínimo de 555 gr/planta.

La relación entre el AAF y la producción se muestra en la **Figura 4**. Estos valores de AAF están influenciados por las variedades empleadas así como por la densidad de plantación. Por este motivo sería recomendable llevar a cabo en el futuro un análisis por variedades y densidad de plantación para evitar el efecto que pueda tener sobre el volumen de agua aplicado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Del análisis realizado en el conjunto de 23 fincas de estudio se ha estimado que el valor promedio del volumen total de agua aplicada a la fresa es de 7.027 m³/ha, siendo el valor más frecuente 6.200 m³/ha.

Del análisis de los indicadores de gestión, la mayoría de las fincas de estudio presentan valores de RIS entre 1-1,3 lo que implica un riego apropiado, aunque se han detectado tres fincas con valores extremos que se traduce en un riego excedentario.

Las máximas producciones se han logrado tanto para valores de RIS cercanos a uno e incluso por debajo, constatando que las fincas con valores de RIS más elevados presentan rendimientos inferiores al valor promedio. Esta misma conclusión se obtiene del análisis de otros indicadores AAF y HHF.

En cuanto al manejo que se hace del riego se ha observado que en las explotaciones donde los indicadores constatan que el agua se ha usado de manera más eficiente, el riego se ha aplicado en pulsos de pocos minutos de duración, repetidos a lo largo del día. De esta manera se reducen las pérdidas por percolación y se asegura que la mayor parte del agua de riego contribuye a satisfacer las necesidades de evapotranspiración del cultivo.

Sería recomendable por una parte, la generalización de contadores, ya que habitualmente



hay sólo uno por explotación y, siendo frecuente que coexistan varios cultivos, no es posible conocer de forma directa el uso del agua destinado al cultivo de fresa. Por otra parte, sería de gran interés estudiar el movimiento del agua en suelos arenosos presentes en la zona, con

el fin de determinar la frecuencia y duración de los pulsos de riego de modo que se minimice el consumo de agua manteniendo los niveles de producción actual. Este estudio implica la utilización de sensores de registro continuo del contenido de humedad en el suelo.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por las empresas Langaard y SVZ-Innocent Drinks-Unilever.

REFERENCIAS

- Consejería de Agricultura y Pesca, Junta de Andalucía, 2011. Agenda del Regadío Andaluz Horizonte 2015.
- Consejería de Obras Públicas y Vivienda, 2011. Plan Especial de ordenación de las zonas de regadío ubicadas al noroeste de la corona forestal de Doñana, en los términos municipales de Almonte, Bonares, Lucena del Puerto, Moguer y Rociana del Condado (Huelva). Junta de Andalucía.
- Fundación Doñana 21. 2006. Manual de buenas prácticas agrarias sostenibles en Doñana. (España).
- Malano H., Burton M., 2001. *Guidelines for benchmarking performance in the irrigation and drainage sector*. IPTRID. Rome, Italy.
- Rodríguez Díaz J.A., Camacho E., López R., Pérez L., 2008. *Benchmarking and multivariate data analysis techniques for improving the efficiency of irrigation districts: An application in Spain*. *Agricultural system* 96: 250-259.

FIGURA 3 / Relación del indicador RIS con la producción

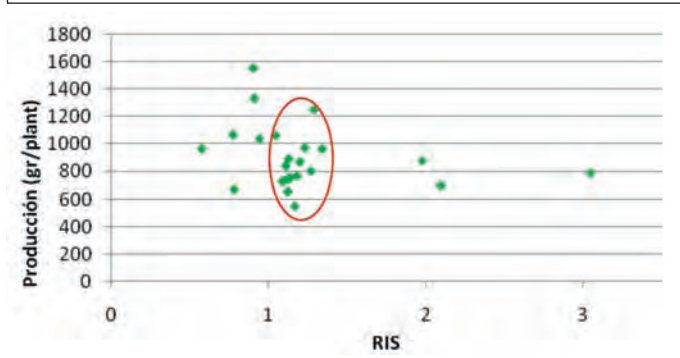


FIGURA 4 / Relación del indicador AAF con la producción

