

Estrategias de fertirriego en un cultivo de fresa en la provincia de Huelva

Producción de fresa y eficiencia del abonado con distintos niveles de fertilización y agua

Luis Miranda¹, David Lozano², José A. Gómez², Pedro Gavilán².

¹ Estación Experimental de El Cebollar (Moguer, Huelva). Centro IFAPA Las Torres-Tomejil.

² Centro IFAPA Alameda del Obispo. Córdoba.

En este trabajo se presentan los resultados de un ensayo de fertirriego realizado en un cultivo de fresa en la provincia de Huelva. Se dieron tres tratamientos de fertilización: el primer tratamiento programado puede considerarse el estándar en la zona, el segundo tratamiento estuvo basado en la determinación a lo largo del ciclo del cultivo de las necesidades de abonado de la planta, y el tercer tratamiento aplicó un 75% de la fertilización de este último. En este artículo se muestran los resultados obtenidos en el ensayo.



Vista general del ensayo.

En el cultivo de la fresa está muy extendido el manejo del riego utilizando el balance de agua en el suelo y el método FAO de determinación de las necesidades de agua del cultivo. En los últimos años se han realizado numerosos trabajos experimentales en la provincia de Huelva, lo que ha permitido una gestión más eficiente y sostenible del agua de riego (Gavilán y col., 2015). Sin embargo, han sido escasos los trabajos sobre fertilización en el cultivo de la fresa.

En gran parte de la provincia de Huelva, la fresa se cultiva en suelos arenosos, con un 90-95% de arena, pobres en materia orgánica (0,5%), baja CE (0,8 dS/m Ext. Sat.), con un escaso poder de retención de agua y nutrientes y con aguas de riego de muy baja salinidad. A pesar de que la fresa se riega con alta frecuencia, los volúmenes de agua aplicados implican un riesgo de lavado de nutrientes por la baja capacidad de retención de los suelos. En cierto modo, el cultivo de la fresa en Huelva se puede considerar casi como un cultivo hidropónico. Por todo ello, la tendencia en la zona es fertirrigar por concentración de nutrientes equilibrados

en el agua de riego, como se hace en cultivo hidropónico. Se trata, por tanto, de un cultivo fertirrigado, en el que los fertilizantes se aplican a través del agua de riego, lo que permite adaptar su dosificación a las exigencias del cultivo (Domínguez y Muñoz, 2011).

Además de la programación del riego, la elaboración de un programa de fertirrigación requiere del conocimiento de las necesidades de nutrientes del cultivo y de su fraccionamiento a lo largo del ciclo productivo. Los estudios sobre necesidades nutricionales del cultivo de la fresa recogen valores que varían desde 150 a 300 UF/ha de N, de 90 a 180 UF/ha de P₂O₅ y de 150-400 UF/ha de K₂O. Sin embargo, estos valores están referidos a densidades de plantación de 50.000 plantas/ha y producciones de 40 a 50 t/ha (Domínguez y Muñoz, 2011). Por tanto, se hacen necesarios estudios que determinen el efecto de diferentes niveles de fertilización sobre la producción para las actuales condiciones de cultivo, que llegan a alcanzar las 70.000 plantas/ha y las 80 t/ha de producción.

Por todo lo anterior, se planteó la necesidad de realizar un ensayo con diferentes niveles de fertilización con el objetivo de conocer su efecto sobre la producción y la eficiencia del uso de los fertilizantes, especialmente del N. En concreto, se decidió comparar un fertirriego basado en una programación estándar de la zona con otro basado en el seguimiento de parámetros de suelo y planta. Además, se ensayó una fertilización reducida al 75% en relación con la basada en el seguimiento de parámetros de suelo y planta.

Material y métodos

Tratamientos de fertilización y riego

El ensayo se realizó en la Estación Experimental del Ifapa de El Cebollar, en



Instalación de lisímetro de drenaje. A la derecha puede observarse el tubo de recogida de drenajes.

el término municipal de Moguer (Huelva), durante la campaña 2019/2020. El cultivo de fresa de la variedad Rociera se plantó a primeros de octubre y la cosecha terminó a finales de mayo. Cada parcela experimental, de 9 m de longitud y un ancho de 1,10 m, estuvo equipada con una cinta de riego de 16 mm de diámetro y un caudal nominal de 5 l/h/m, con goteros separados a 0,20 m. Se dieron tres tratamientos, con un diseño estadístico de bloques al azar y cuatro repeticiones. Todos los tratamientos se regaron para cubrir las necesidades

de agua del cultivo de acuerdo con la metodología FAO (Allen y col. 1998), realizando un balance de agua en el suelo. Para determinar la evapotranspiración y la eficiencia del riego reales se realizó un balance de agua en el suelo utilizando lisímetros de drenaje de 1,40 x 0,60 x 0,60 m. El riego aplicado se midió con contadores volumétricos y el drenaje se midió de forma automática en cada uno de los tres lisímetros de drenaje (uno por tratamiento). Los lisímetros sirvieron, además, para la toma de muestras de agua de drenaje, su posterior análisis y realización del balance de nutrientes.

El tratamiento 1 (T1), considerado como testigo, se fertirrigó de acuerdo con una programación basada en las necesidades mensuales del cultivo, que fueron repartidas durante la campaña considerando un volumen de agua de riego aplicado de 4.500 m³/ha. Este tratamiento se puede considerar un estándar de la zona. En el **cuadro I** se recoge la programación inicial de nutrientes a aplicar con abonos solubles. En el tratamiento 2 (T2) se realizó una fertilización a la demanda basada en la misma programación inicial del tratamiento T1, pero corregida en función de las medidas del contenido de nutrientes en el suelo, en el agua de riego y en la planta. En base a este seguimiento se determinó la

CUADRO I

PROGRAMA MENSUAL DE FERTILIZACIÓN (UF/ha) DEL T1, INCLUYENDO LA PREVISIÓN DEL RIEGO (R) A APLICAR (m³/ha) Y LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (CE) DE LA SOLUCIÓN FERTILIZANTE (dS/m).

UF/ha	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	TOTAL
N	2	10	19	27	30	35	30	30	183
P ₂ O ₅	2	6	7	8	15	15	15	15	83
K ₂ O	1	9	15	25	37	50	50	50	237
CaO	2	9	13	15	18	20	23	25	125
MgO	1	1,2	1,5	2,2	4,1	6,5	10	11	37
R (m ³ /ha)	103	167	165	241	467	699	933	1.206	4.500
CE (dS/m)	0,39	0,82	1,26	1,22	0,86	0,74	0,60	0,51	0,70



Automatización de la medida de volúmenes de drenaje de los lisímetros.

absorción de nutrientes por la planta en cada momento o estado del cultivo. Finalmente, el tratamiento 3 (T3) aplicó el 75% de la dosis de fertilizante del T2.

Seguimiento nutricional y toma de decisión de la fertilización dirigida

Dos veces al mes se determinó el contenido nutricional de la solución fertilizante en el agua de riego, mediante el análisis químico de los nutrientes aplicados por fertirrigación. El contenido nutricional de la solución del suelo se determinó mediante sondas de cápsula de succión colocadas a 20 cm de profundidad y mediante sondas Rhizon instaladas a 15 y 30 cm. Estas

últimas permitieron un análisis rápido de NO₃⁻, K⁺ y CE de la solución del suelo. Periódicamente, se analizó también el contenido en nutrientes del agua de drenaje de los lisímetros. Finalmente, se realizaron análisis foliares para determinar el estado nutritivo del cultivo en cada uno de los tratamientos. Antes de la plantación, se llevaron muestras de suelo a laboratorio para realizar su análisis físico químico. La interpretación de estos resultados permitió la programación del T2. Para conocer el consumo o la acumulación de cada nutriente se utilizó la relación entre la cantidad que había en la zona radicular y la aplicada mediante fertirriego. Lo mismo se

hizo con la solución del agua de drenaje de los lisímetros.

Resultados y discusión

Volúmenes de agua y UF aplicados

En el **cuadro II** se muestran los valores de riego aplicado, el porcentaje de agua drenada recogida en los lisímetros y las UF/ha aplicadas, incluyendo las contenidas en el agua de riego, de cada uno de los tratamientos. Los tratamientos, regados de acuerdo con la metodología FAO, aplicaron una cantidad aproximada de 4.500 m³/ha. Sin embargo, debido a un problema con el sistema de riego, el tratamiento T1 aplicó solo 4.047 m³/ha. Como consecuencia de los volúmenes de riego aplicados, las eficiencias del riego medidas con los lisímetros variaron entre el 78% del T2 y el 93% del T1.

Considerando un volumen de riego de 4.500 m³/ha, el agua de riego aportó por sí misma 41 UF/ha de N, mientras que el estiércol aportó 63 UF/ha, aportaciones que se deben considerar siempre a la hora de programar la fertilización. Lo mismo ocurrió con el resto de nutrientes, como se puede observar en el **cuadro II**.

En el **cuadro III** se indican los valores totales de UF/ha aplicadas al ensayo, incluyendo las aportaciones del agua de riego y del estiércol. En relación con el nitrógeno, el fertilizante total aplicado al T2 fue la suma del aplicado por fertirrigación (41 UF/ha del agua + 169 UF/ha del fertilizante) y del aplicado en forma de estiércol

CUADRO II

VOLÚMENES DE AGUA DE RIEGO, PORCENTAJE DE DRENAJE Y UF APLICADAS A CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS DEL ENSAYO, INCLUYENDO LAS PROCEDENTES DEL AGUA DE RIEGO Y EL ESTIÉRCOL.

Tratamiento	Riego (m ³ /ha)	Drenaje (%)	UF/ha fertirriego (fertilizantes + agua)				
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
T1	4.047	7,2	266	124	234	148	52
T2	4.413	21,9	210	93	182	131	49
T3	4.501	18,3	158	65	135	114	46
Agua de riego (m ³ /ha)			41	0	26	77	39
Estiércol valorizado 10 t/ha (35%)			63	41	94	142	36



Extracción de muestras de la solución del suelo usando sondas Rhizon a 15 y 30 cm de profundidad.

CUADRO III

UNIDADES TOTALES DE FERTILIZANTE APLICADAS A CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS DEL ENSAYO.

Tratamiento	UF/ha totales				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
T1	328	165	328	291	88
T2	273	134	276	273	85
T3	221	106	228	257	82

CUADRO IV

PRODUCCIÓN TOTAL, PESO MEDIO DEL FRUTO, PRODUCTIVIDAD DEL AGUA Y UF DE N POR t DE PRODUCCIÓN DE CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS DEL ENSAYO.

Tratamiento	Producción total (kg/ha)	Peso medio del fruto (g)	Productividad del agua (kg/m ³)	UF de N aplicadas/t
T1	87.854 ^a	28,4 ^a	21,6	3,7
T2	89.736 ^a	28,1 ^a	20,3	3,0
T3	89.175 ^a	28,6 ^a	19,8	2,5

(63 UF/ha). El aplicado en fertirrigación se repartió con el riego a lo largo del ciclo del cultivo de acuerdo con la capacidad de

absorción de la planta, lo que permitió aumentar la eficiencia en el uso de los nutrientes, reduciendo las pérdidas por lixi-

viación o insolubilización en el suelo. Sin embargo, el estiércol es un fertilizante orgánico que se aplica una sola vez, por lo que no se puede controlar la velocidad de liberación de los nutrientes ni acelerarla al ritmo de las necesidades de absorción de la planta. Por tanto, en el caso de la fertilización aportada por el estiércol, el drenaje puede aumentar las pérdidas de nutrientes, reduciendo la eficiencia del abonado. De acuerdo con el seguimiento analítico de los drenajes, el estiércol tuvo una liberación alta de nutrientes después del trasplante. En esta primera fase del cultivo el desarrollo radicular es escaso por lo que la capacidad de absorción de nutrientes es baja. Por tanto, en suelos con poca capacidad de retención de nutrientes, como es el caso, las pérdidas por lixiviación pueden ser importantes.

Parámetros de producción y eficiencia de la fertilización

A pesar de las diferencias en la fertilización aplicada a los diferentes tratamientos del ensayo, no hubo diferencias significativas en la producción total y peso medio del fruto, alcanzándose producciones superiores a 80 t/ha en todos los tratamientos (**cuadro IV**). La productividad del agua varió entre los 19,8 kg/m³ del T3 y los 21,6 kg/m³ del T1. Finalmente, los valores de UF de N aplicado en relación con la producción varió entre 2,5 UF/t del T3 y los 3,8 del T1. Estos valores están por debajo del máximo propuesto por el Programa de Actuación



DIAGNÓSTICO FITOPATOLÓGICO

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

SANEAMIENTO DE PLANTAS MADRE Y DESARROLLO DE PROTOCOLOS DE MICROPROPAGACIÓN EN BERRIES

ANÁLISIS Y DESARROLLO DE PERFILES GENÉTICOS Y APOYO EN PROGRAMAS DE MEJORA DE BERRIES

ASESORAMIENTO EN GENÉTICA Y SANIDAD VEGETAL Y SERVICIOS DE BIOINFORMÁTICA

PROYECTOS DE I+D EN BIOTECNOLOGÍA VEGETAL



Ciencia al Servicio de la Agricultura

www.valgenetics.com



PYME INNOVADORA

Unidad hasta el 25 de octubre de 2012





Equipos de medición rápida de concentración de nitrato y potasio.

aplicable en las Zonas Vulnerables a la Contaminación por Nitratos procedentes de Fuentes Agrarias designadas en Andalucía para el cultivo de la fresa (Junta de Andalucía, 2020), que se sitúa en 4 UF de N por tonelada de producción esperada.

La eficiencia de la fertilización se calculó de dos formas. En primer lugar, se calculó la relación entre la producción total (kg/ha) y la fertilización en UF/ha para cada uno de los tratamientos (cuadro V). Como era de esperar, el T3 resultó más eficiente, alcanzando valores de 404 kg de fresa/UF de N y 841 kg de fresa/UF de P₂O₅. Por otro lado, si consideramos el balance de entradas y salidas de nutrientes, calculado a partir del drenaje de los lisímetros y las analíticas de los mismos, podemos calcular la eficiencia en el uso de cada uno de los fertilizantes.

En el cuadro VI aparece la diferencia entre el fertilizante aplicado en el fertirriego y el recogido en el agua de drenaje.

CUADRO V

RELACIÓN (kg/UF) ENTRE LA PRODUCCIÓN OBTENIDA EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS Y LAS UNIDADES TOTALES DE FERTILIZANTE APLICADAS (INCLUYENDO ESTIÉRCOL Y AGUA DE RIEGO).

Tratamiento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
T1	268	532	268	302	998
T2	329	670	325	329	1.056
T3	404	841	391	347	1.088

suelo, como consecuencia del menor drenaje producido por el riego de este tratamiento (datos no presentados). Este contenido de N almacenado en el suelo al final de la campaña corre el riesgo de ser lavado en cualquier otro momento, como por ejemplo en las aplicaciones del riego previas al alomado, en el riego de ayuda a la plantación o con las precipitaciones que se pueden producir antes de colocar la cobertura plástica de los macrotúneles.

CUADRO VI

BALANCE DE ENTRADA Y SALIDA DE MACRONUTRIENTES EN LOS LISÍMETROS DE DRENAJE. ENTRE PARÉNTESIS SE INDICA LA EFICIENCIA (%) DEL USO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO.

Tratamiento	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
T1	233 (71)	131	220
T2	167 (61)	102	129
T3	190 (86)	32	141

Entre paréntesis se presenta en porcentaje el valor de la eficiencia del fertilizante. En el caso del fertilizante nitrogenado, se observa que el tratamiento más eficiente (T3) tuvo una eficiencia del 86%, siendo inferior en los otros dos, que aplicaron más fertilizante. A pesar de que el T1 aplicó más fertilizante que el T2 su eficiencia fue superior, dado que se almacenó un exceso de N en el

Conclusiones y recomendaciones

A la vista de los resultados obtenidos se pueden extraer varias conclusiones.

En primer lugar, el seguimiento del contenido nutricional de la solución del suelo, del agua de riego y de la planta es una herramienta válida para un uso más sostenible de la fertilización en el cultivo de la fresa. Incluso una reducción del aporte del fertilizante nitrogenado en un 25% respecto al basado en este seguimiento no tuvo efectos significativos sobre la producción. Actualmente, se están realizando ensayos para evaluar aplicaciones menores de fertilizantes y ver su efecto sobre la producción.

En segundo lugar, se debe destacar la eficiencia del riego sobre la eficiencia de la fertilización. La posibilidad de fertirrigar de acuerdo con las necesidades de la planta puede suponer importantes ahorros de fertilizante, además de reducir la contaminación difusa. Se recomienda tener en cuenta los valores de los nutrientes existentes en el agua de riego (en este caso supusieron hasta el 15% del total aplicado) y el abonado de fondo a la hora de programar la fertilización del cultivo. ■

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto Sectorial de Transferencia de Tecnología y Cooperación "Producción Sostenible en el Cultivo de la Fresa y Otros Frutos Rojos" (PP.TRA. TRA2019.004), cofinanciado con Fondos FEDER. También se agradece a Francisco Molina, del departamento agronómico de Gat Fertilizadores, la estrecha colaboración en estos ensayos.

BIBLIOGRAFÍA

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje n° 56. FAO, Roma.

Domínguez, A., Muñoz, M.J., 2011. Optimización de la fertirrigación en el cultivo de fresa en invernadero. Vida Rural, abril 2011, 28-32.

Gavilán y col., 2015. Ahorro de agua en el cultivo de la fresa sin comprometer la producción. Vida Rural, noviembre 2015, 28-33.

Junta de Andalucía, 2020. Programa de Actuación aplicable en las Zonas Vulnerables a la Contaminación por Nitratos procedentes de Fuentes Agrarias designadas en Andalucía. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Orden de 23 de octubre de 2020. BOJA n° 214 de 5 de noviembre de 2020, 24-42.