

ANÁLISIS DEL PROCESO EN CINCO ETAPAS PARA UNA CORRECTA NUTRICIÓN DE LA FRESA CULTIVADA BAJO PLÁSTICO

Optimización de la fertirrigación en el cultivo de fresa en invernadero

El diseño de los programas de fertirrigación en el cultivo de la fresa se basa en el manejo de disoluciones fertilizantes basadas en información genérica del cultivo y su corrección o modificación a lo largo del ciclo productivo

para adaptarlos a las características concretas de cada plantación. Para ello son necesarias herramientas de control que evalúen el resultado productivo del programa diseñado y permitan la optimización del mismo.

Domínguez A.¹, Muñoz M.J.².

¹ Universidad de Huelva. Dpto. Ciencias Agroforestales.

² AGQ, Labs & Technological Services.

La fertirrigación consiste en la aplicación de los fertilizantes a través del agua de riego, lo que, entre otras ventajas, permite adaptar de forma continua su dosificación a las exigencias del cultivo, sustrato, agua de riego y condiciones ambientales. De esta forma, el correcto manejo de la fertirrigación permite conseguir un estado nutricional óptimo del cultivo (conducente a la máxima productividad y calidad) y minimiza las pérdidas de fertilizantes (normalmente por lixiviación), que constituyen una de acciones impactantes más importantes de la actividad agrícola. En la actualidad, la fertirrigación constituye una de las operaciones centrales en el cultivo de la fresa en España, dado que se trata de uno de los principales factores de productividad y calidad. Por ello es de gran importancia el correcto diseño de los programas de fertirrigación y su corrección a lo largo del ciclo productivo al objeto de adaptarlo a las circunstancias particulares de cada explotación, es decir, optimizar la fertirrigación.

Para el diseño adecuado de un programa de fertirrigación en general, y particularmente en fresa, se deberían considerar, al menos, los aspectos recogidos en el procedimiento indicado

en la **figura 1**. En primer lugar, habría que estimar las necesidades de nutrientes del cultivo, como la cantidad de macro y micronutrientes que debemos aportar a la plantación de fresa para cubrir sus requerimientos durante el ciclo en condiciones de óptimo comportamiento productivo.

Posteriormente, se determinaría el fraccionamiento de la dosis a lo largo del ciclo productivo, al objeto de adaptar la curva de aportes de fertilizantes a la de demanda de nutrientes por la planta.

A continuación, y conocidas las necesidades hídricas del periodo, se definiría la composición de las disoluciones fertilizantes a aplicar en cada momento, y los fertilizantes a utilizar para su elaboración. En este punto, tendríamos el diseño inicial de un programa de fertirrigación basado en información genérica del cultivo, cuya eficacia habría que evaluar dada la multitud de factores que pueden influir en el desarrollo agronómico de una campaña concreta. En este sentido, habría que establecer sistemas de fitocontrol que nos informen del resultado agronómico del programa de fertirrigación aplicado, en base al cual se podrían optimizar las disoluciones fertilizantes inicialmente diseñadas. Estos sistemas deberían incluir herramientas tanto de control nutricional como agronómico, que den información acerca del estado nutricional del sistema suelo-planta-agua (niveles foliares, disponibilidad de nutrientes, equilibrios, tasas de aprovechamiento, etc.) y del comportamiento agronómico de la plantación de fresa (desarrollo, vigor, carga, calibre de fruto, calidad, etc.).

Necesidades nutricionales

Definimos necesidades, o dosis, como la cantidad de nutrientes que debemos aportar al cultivo para cubrir sus requerimientos anuales.

FIGURA 1.

Proceso de diseño de un programa de fertirrigación.



Así, las necesidades serían las extracciones del cultivo corregidas en función de diferentes factores como:

1. Tipo de suelo (compensación de fijaciones, retrogradaciones, etc.).
2. Aportes (agua de riego y suelo).
3. Pérdidas asociadas normalmente al tipo de instalación de fertirrigación: coeficiente de uniformidad, eficacia de la aplicación y fracción de lavado.

En el **cuadro I** se indican algunos estudios donde se han cuantificado las necesidades medias de la fresa en un ciclo productivo. Estas referencias deberían utilizarse solamente de forma orientativa, dado que se han realizado en condiciones experimentales, por lo que pueden existir diferencias sensibles con las condiciones de producción concretas que se tengan (cultivares, densidades de plantación, productividad, etc.).

CUADRO I.

Dosis de fertilizantes propuestas para fresa según varias fuentes bibliográficas.

Fuente bibliográfica	N (UF/ha)	P ₂ O ₅ (UF/ha)	K ₂ O (UF/ha)
Verdier, 1987	250-300	125-150	400
Sudzuki, 1988	300	150	150
Brazanti, 1989	150-250	90-180	270-400
R.E.P.I. Fresa Andalucía, 2007	200	180	250
Fertibería, 2011	350	200	300

Densidades de plantación de 50.000 plantas/ha (aprox), con rendimientos esperados de 40-50 t/ha (aprox).

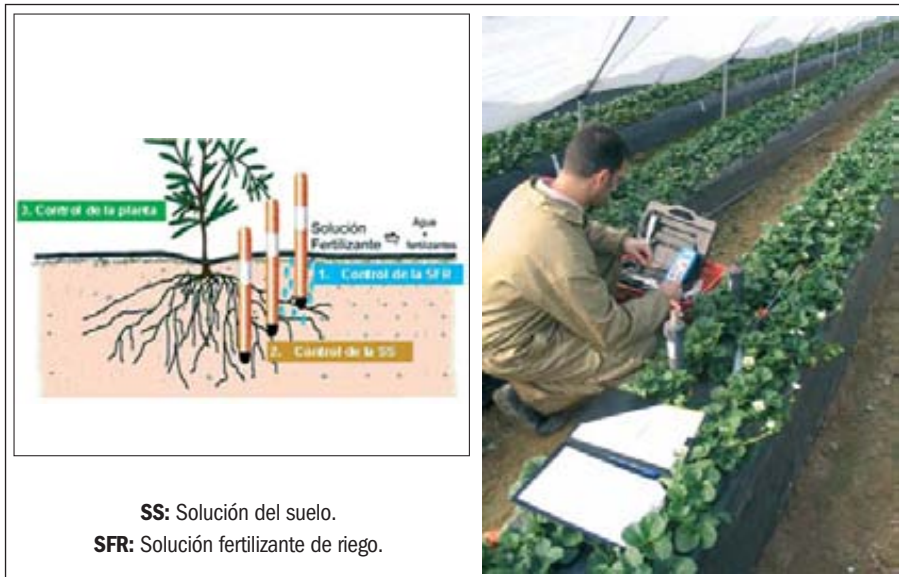
Fraccionamiento de la dosis

El fraccionamiento de la dosis a lo largo del ciclo productivo trata de adaptar los aportes de fertilizantes a la demanda de nutrientes de la planta. Hasta la fecha se han realizado diferentes trabajos donde se estudia la di-

La etapa de fitocontrol del programa de fertirrigación es de gran importancia, ya que permite adaptar el diseño genérico realizado para el cultivo de la fresa a las condiciones particulares de desarrollo de cada plantación

FIGURA 2.

Esquema de sistema de control nutricional en fresa.



námica de extracción de nutrientes por parte de la planta de fresa (Chow *et al.*, 1992; Molina *et al.*, 1993, Monroy, *et al.*, 2002; Tagliavini *et al.*, 2005). Aunque existen algunas discrepancias, el fraccionamiento medio que se desprende de estos trabajos se recoge en el **cuadro II**. No obstante, hay que considerar que dichos estudios han sido realizados en condiciones experimentales que difieren, bastante en algunos casos, de las condiciones reales de las diferentes zonas de producción. Por ello, sería necesario ajustar el criterio de fraccionamiento en función de las características productivas de la explotación.

CUADRO II.

Fraccionamiento medio de fertilizantes propuestos para fresa según varias fuentes bibliográficas.

Periodo (semanas desde plantación)	Meses (en las condiciones de cultivo de Huelva)	Fase del cultivo	% de la dosis del ciclo	N (UF/ha)	P ₂ O ₅ (UF/ha)	K ₂ O (UF/ha)
1-8	Mediados de octubre-mediados de diciembre	Establecimiento Desarrollo vegetativo	20	50	30	60
9-18	Mediados de diciembre-finales de febrero	Desarrollo vegetativo Inicio de fructificación	30	75	45	90
19-30	Marzo-abril-mayo	Plena fructificación	50	125	75	150
Total del ciclo productivo:				250	150	300

CUADRO III.

Composición de las disoluciones fertilizantes a emplear en fresa en las condiciones de producción de Huelva.

Fase de cultivo	Concentraciones de iones (meq/l)				
	NO ₃ ⁻ + NH ₄ ⁺	H ₂ PO ₄ ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Establecimiento Inicio desarrollo vegetativo	1-2	0,3-0,5	0,6-1	2,5	1
Desarrollo vegetativo 1ª de floración Inicio de fructificación	3-4	0,4-0,6	0,8-1	4	1
2ª-3ª floración Fructificación	3-5	0,3-0,5	1,5	3,5	1
Plena fructificación	2-4	0,3-0,4	1,5-2	3	1

Disoluciones fertilizantes

Teniendo en cuenta las necesidades medias de nutrientes y su fraccionamiento propuesto indicado en el **cuadro II**, y las dosis medias de riego utilizadas en las condiciones de cultivo de la zona de producción de fresa de Huelva, en el **cuadro III** se recoge la composición de las disoluciones fertilizantes resultantes en las diferentes fases del ciclo de cultivo.

Fitocontrol

Como se ha comentado anteriormente, esta etapa del programa de fertirrigación es de gran importancia, ya que permite adaptar el diseño genérico realizado para el cultivo de la fresa a las condiciones particulares de desarrollo de cada plantación, es decir, su optimización.

El fitocontrol o fitomonitorio es una técnica

Con el uso de las herramientas de control nutricional, parámetros de desarrollo vegetativo y productivo, obtendremos información sobre la respuesta de la plantación ante cualquier modificación en la fertirrigación, lo que permitirá la mejora del proceso productivo

basada en el registro de las respuestas anatómicas, fisiológicas y productivas de las plantas frente a las condiciones medioambientales y de ma-

nejo, cuyo objetivo es el control y mejora de su respuesta agronómica (Ton Y, 1997).

Para el manejo de la fertirrigación estos sistemas deberían incluir herramientas que den información acerca del estado nutricional del sistema suelo-planta-agua y del comportamiento agronómico de la plantación de fresa.

Herramientas de control nutricional

Para el diagnóstico del sistema suelo-planta-agua la técnica más utilizada es el análisis químico de las diferentes matrices que lo componen (suelo, solución del suelo, agua de riego, solución fertilizante de riego y tejidos vegetales) (**figura 2**).

En cuanto al suelo es posible monitorizar las propiedades físico-químicas del mismo, o las características de la solución del suelo en contacto con las raíces del cultivo mediante extracto de pasta saturada o lisímetros.

El conocimiento de la composición del agua de riego es muy importante para el diseño de las disoluciones fertilizantes, ya que condicionará el manejo de la CE, el pH, los equilibrios iónicos y sales fertilizantes a emplear.

El control del estado nutricional de la planta es también de gran importancia, dado que evalúa la respuesta de la misma al programa de fertirrigación aplicado. Las más utilizadas normalmente se basan en la composición química de las hojas y los frutos, para cuya interpretación se utilizan diferentes métodos: nivel crítico, rango de suficiencia, balance evolutivo del nutriente (**figura 3**), DRIS, CND, etc. No obstante, actualmente

Foto 1. Diferente comportamiento productivo de plantaciones de fresa. Izquierda: desarrollo vegetativo excesivo; derecha: equilibrio vegetativo y productivo adecuado.



Yara Crop Nutrition

Conocimiento del Cultivo • Catálogo Completo • Herramientas de Precisión



Yara cree que la clave está en dar al cultivo los **nutrientes necesarios** y aplicarlos en el **momento adecuado**. Esto significa que se necesitan **fertilizantes de alta calidad**, conjuntamente con el **conocimiento del cultivo** y **herramientas de precisión**. Yara ofrece gran productividad a los agricultores, con el mínimo impacto medioambiental.

Yara ha desarrollado herramientas y servicios para compartir el conocimiento en optimizar calidad y producción. El conocimiento del cultivo es fundamental para seleccionar los productos correctos así como las dosis a aplicar. Cuando tenemos los productos correctos, es fundamental conocer cuál es el mejor momento de aplicación para cada cultivo. El mensaje de Yara a los agricultores es que **se puede maximizar la producción y calidad del cultivo sin perder nutrientes en el suelo y/o en el aire, reduciendo así el impacto medioambiental**.

info.iberian@yara.com // www.yara.es



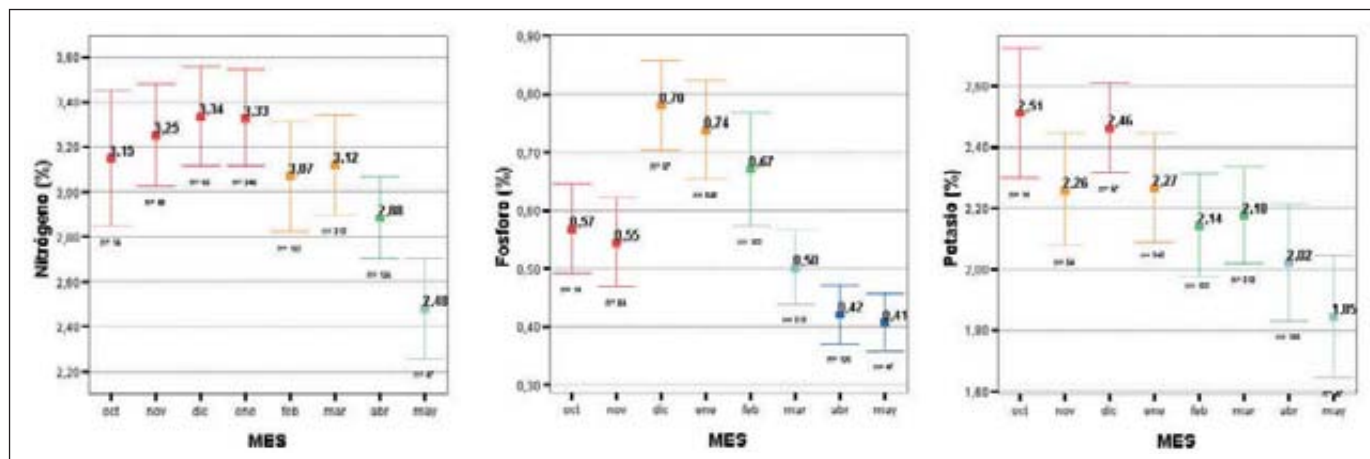
Knowledge grows



Foto 2. Diferentes parámetros de calidad en frutos de fresa. Izquierda: diferente comportamiento postcosecha; derecha: medida de la consistencia del fruto.

FIGURA 3.

Cambios estacionales en la concentración de nitrógeno, fósforo y potasio en plantas de fresa (Dominguez et al., 2009).



se disponen de nuevas técnicas de diagnóstico más sensibles para evaluar aspectos concretos del cultivo, basadas en la cuantificación de formas químicas específicas de los nutrientes, o determinaciones sobre nuevas matrices como el análisis del peciolo, de la savia o de las distintas partes del fruto (corteza, pulpa, etc.).

Comportamiento agronómico de la plantación

Junto al uso de herramientas para el control del estado nutricional de la planta, se han de establecer parámetros agronómicos que nos caractericen el comportamiento de la plantación y su respuesta a la fertirrigación aplicada. Diferenciaremos entre parámetros productivos y parámetros de desarrollo vegetativo.

Los parámetros de desarrollo vegetativo

más importantes a controlar en fresa son: vigor de la planta, tamaño del peciolo y número de coronas a lo largo del ciclo fenológico del cultivo (foto 1).

Respecto al control de parámetros productivos, hay que diferenciar entre los parámetros de campo (número de flores, tipo de inflorescencias, tiempo de maduración, tamaño y número de frutos) y los parámetros postcosecha: contenido en azúcar (°Brix), firmeza del fruto, resistencia al magullado, frescura de cálices y frutos podridos, principalmente (foto 2).

Con el uso de las herramientas de control nutricional, parámetros de desarrollo vegetativo y productivo, obtendremos información sobre la respuesta de la plantación ante cualquier modificación en la fertirrigación, lo que permitirá la mejora del proceso productivo. ●

Bibliografía

BOJA núm. 4 Sevilla, 5 de enero 2008. Orden de 5 de diciembre de 2007, por la que se aprueba el Reglamento Específico de Producción Integrada de fresa.

Brazanti E.C. 1989. "La Fresa". Ediciones Mundi-Prensa. Cap. 15: 269-377.

Chow K.K., Price T.V., Hanger B.C. 1992. Nutritional requirements for growth and yield of strawberry in deep flow hydroponic systems. *Scientia Horticulturae* 52: 95-104.

Dominguez A., Martínez E., Trigo A., Alonso D., García R., Sánchez R., Tomás J. (2009). Seasonal changes in leaf mineral content may affect foliar diagnostic in strawberry. *Acta Horticulturae* (ISHS) 842:147-150.

<http://www.fertiberia.es/GuiaDelAbonado/CultivosDetalle.aspx?Id=42&Idc=130>

Molina E., Salas R., Castro A. 1993. Curvas de crecimiento y absorción de nutrientes en fresa (*Fragaria x ananassa* cv. Chandler) en Alajuela. *Agronomía Costarricense* 17(1):67-73.

Monroy J., Vera-Núñez J.A., Carrera M.A., Grageda-Cabrera O.A., Peña Cabriales P.P. 2002. Absorción de nitrógeno (15n) y productividad del agua por el cultivo de fresa (*fragaria x ananassa*) en "el bajo", México. *Terra* 20 (1):65-69.

Sudzuki F. 1988. *Cultivo de Frutales Menores*. Editorial Universitaria. Santiago, Chile. 185 p

Tagliavina M., Baldia E., Lucchic P., Antonella M., Sorrentia G., Baruzzo G., Faedib W. 2005. Dynamics of nutrients uptake by strawberry plants (*Fragaria Ananassa* Dutch.) grown in soil and soilless culture. *Europ. J. Agronomy* 23:15-25.

Ton Y. 1997. Phytomonitoring system. *Proceeding IV International Congress on New Agricultural Technologies*. Puerto Vallarta, Jalisco, México 16-19 April. 89-95 pp.

Verdier M. 1987. "Cultivo del Fresa en Climas Templados". 374 pp. Ediciones Agrarias S.A. Huelva. España.