



Uso de fertilizantes de liberación controlada en nectarina temprana (*Prunus persica* L.): efectos productivos y medio ambientales

R. ISLA¹, E.T. MEDINA¹, J. ESCARTÍN², J.M. ALONSO³

(1) Departamento de Suelos y Riegos (Unidad asociada a EEAD—CSIC), Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA), Gobierno de Aragón. Zaragoza.

(2) Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad, Gobierno de Aragón.

(3) Departamento de Hortofruticultura (CITA).

RESUMEN

El estudio de la utilidad de fertilizantes especiales en plantaciones frutales es un tema que merece creciente atención debido a la continua aparición de nuevos productos en el mercado y la creciente importancia del control de lixiviados en zonas vulnerables a la contaminación por nitratos. Este estudio de 2 años de duración compara el uso de fertilizantes sólidos de liberación controlada (FSLC) con fertilizantes líquidos inyectados con el riego (FLIR) y su efecto en la producción y calidad de la fruta en árboles de nectarina cv. BigTop® cultivados en grandes contenedores. Se evalúa también el efecto sobre las pérdidas de nitrato por lavado con ambos tipos de fertilizantes. Los resultados obtenidos indican que los FSLC permiten obtener niveles nutricionales en hoja similares a los obtenidos con FLIR. Tampoco se observan diferencias significativas entre los dos tratamientos en distintos parámetros de calidad del fruto, aunque se observa una cierta tendencia a mayor producción con el fertirriego que con el fertilizante sólido. El hecho de que las pérdidas de nitratos por lavado sean bajas y muy similares con ambos tipos de fertilizantes indica que los FSLC presentan un potencial interesante para su uso en plantaciones de riego superficial, permitiendo disminuir las pérdidas de N por lavado y por tanto el impacto ambiental sobre la calidad de las aguas subterráneas.

Palabras clave: Lavado de nitratos, Melocotón, Fertirriego, Calidad fruto.

ABSTRACT

Use of controlled release fertilizer in early nectarine (*Prunus persica* L.): productive and environmental effects. The assessment of non-conventional fertilizers in orchards is an issue that deserves emerging attention due to the continuous development of new products available to fruit producers and the increasing concerns about nitrate leaching in vulnerable areas to nitrate pollution. In this study we present the results of a study conducted during two years in nectarine trees cv. BigTop® grown in large containers comparing the use of a solid controlled release fertilizer (FSLC) with a classic liquid fertilizer injected in the irrigation water (FLIR). The study compares the effect of the two treatments on productive parameters (yield and fruit quality), nutritional status of the tree, and nitrate leaching. The results indicate that trees under FSLC treatment presented similar nutritional status to those under FLIR treatment. No significant differences were observed between the two treatments in several fruit quality parameters, although a trend to higher fruit yield was observed in FLIR treatment. Nitrate losses by leaching were very low and similar with both types of fertilizers suggesting that controlled release fertilizers can be a practical tool in surface-irrigation orchards, reducing the environmental impact on groundwater.

Key words: Nitrate leaching, Peach, Fertigation, Fruit quality.

El melocotonero se ha convertido en la especie frutal de mayor importancia en España con una superficie productiva de casi 71.500 ha, duplicándose la producción nacional en los últimos 20 años a pesar de que la superficie se ha mantenido prácticamente constante (MAGRAMA, 2015). Este considerable aumento de la productividad ha sido posible gracias a la innovación en el material vegetal y a la tecnificación del cultivo. El manejo del riego y de los fertilizantes son aspectos claves en plantaciones comerciales y cada vez se trata de utilizar estrategias que minimicen las pérdidas de N del agroecosistema, para cambiar la tendencia más habitual de sobrefertilizar los cultivos frutales. La mayor parte de los estudios de pérdidas de N de los sistemas agrarios se han realizado en cultivos extensivos. Sin embargo, recientes trabajos en aguacate (TAPIA-VARGAS *et al.*, 2012), manzano (NEILSEN y NEILSEN, 2002), cítricos (RAMOS *et al.*, 2002), y olivo (FERNÁNDEZ-ESCOBAR *et al.*, 2011; CAMEIRA *et al.*, 2014) indican que en plantaciones frutales pueden también producirse pérdidas significativas de nitrógeno por lavado si el manejo del riego y el fertilizante no está ajustado.

En los frutales, el conocimiento real de las necesidades en fertilización resulta más complejo que en cultivos anuales debido a que los procesos de removilización de nutrientes desde los órganos de reserva de los árboles son poco conocidos. Así, TAGLIAVINI *et al.*, (1997), encontraron que al final del ciclo vegetativo del melocotonero, el N absorbido del suelo es almacenado preferentemente en raíces y removilizado el siguiente año, principalmente durante los primeros 30 días desde brotación (RUFAT y DEJONG, 2001). Además, hay otros

factores que tamponan el efecto del nivel nutricional sobre la productividad del melocotonero y la calidad de los frutos. Diversos estudios (MEHERIUK *et al.*, 1995; JIA *et al.*, 1999; RUBIO-COBARRUBIAS, 2009) indican que un mayor suministro de N provoca un aumento de la concentración de nitrógeno total en las hojas, pero no se obtiene un efecto tan evidente del suministro de nitrógeno sobre la productividad tal como indican SAENZ *et al.*, (1997) y MATTOS *et al.*, (1991), ya que el nivel de aclareo interactúa de forma importante, siendo el efecto de la fertilización, menos importante en árboles sometidos a un aclareo intenso que en árboles con aclareo ligero.

En cuanto al efecto del N sobre distintos parámetros de calidad del melocotón los resultados son muy dispares e incluso contradictorios. Así, algunos estudios no encuentran un efecto significativo de distintas dosis de N sobre los sólidos solubles totales (contenido en azúcares) del zumo (OLIENYK *et al.*, 1997; PASCUAL *et al.*, 2011). Sin embargo otros estudios indican que un aumento del N disponible disminuye el contenido en azúcares (BUSSI *et al.*, 1991; JIA *et al.*, 1999) o lo aumentan (KOUTINAS *et al.*, 2010). De forma similar JIA *et al.*, (1999) observaron que un aumento del N disponible provoca un aumento de la acidez del fruto mientras que para BRUNETTO *et al.*, (2007) el efecto no fue significativo. La mayor parte de los estudios (MEHERIUK *et al.*, 1997, OLIENYK *et al.*, 1997; BRUNETTO *et al.*, 2007) no encuentran un efecto significativo del N disponible sobre la firmeza de la pulpa en el momento de la cosecha, ni sobre el color de la piel. Únicamente KOUTINAS *et al.*, (2010) evaluando fertilizantes de liberación controlada encontraron que al aumentar el N disponible disminuía la firmeza de la pulpa.

Algunos estudios indican que la mejor calidad sensorial del melocotón se obtuvo con dosis intermedias de nitrógeno (OLIENYK *et al.*, 1997; JIA *et al.*, 1999). Es posible que tal como señalan FALGUERA *et al.*, (2012) diferencias en N disponible afectan al estado de maduración del fruto, dificultando las comparaciones relacionadas con la calidad del mismo entre tratamientos. También es posible que la gran variabilidad genética tanto varietal como de portainjertos influya en la distinta respuesta observada en los distintos estudios.

Existen muy pocos estudios que evalúen el efecto del uso de fertilizantes de liberación controlada (FLC) en plantaciones frutales. OBREZA y ROUSE (2006) compararon fertilizantes solubles convencionales con FLC derivados de la urea en una plantación de melocotón no encontrando diferencias significativas en producción ni calidad de fruta. En los últimos años, muchas compañías han desarrollado diversas gamas de fertilizantes sólidos de liberación controlada que puede resultar una alternativa a las inyecciones de fertilizantes mediante el agua de riego o pueden ser una buena solución para aumentar la eficiencia en el uso del nitrógeno en plantaciones de riego superficial, disminuyendo las pérdidas de nitrato por lavado.

Por todo ello el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de un fertilizante sólido de liberación controlada comercial sobre parámetros productivos (cantidad y calidad de la fruta), nutricionales de la plantación, y los efectos sobre el medio ambiente (pérdidas de nitrato por lavado) en árboles de nectarina ubicados en grandes contenedores regados por goteo en el Valle Medio del Ebro (España).

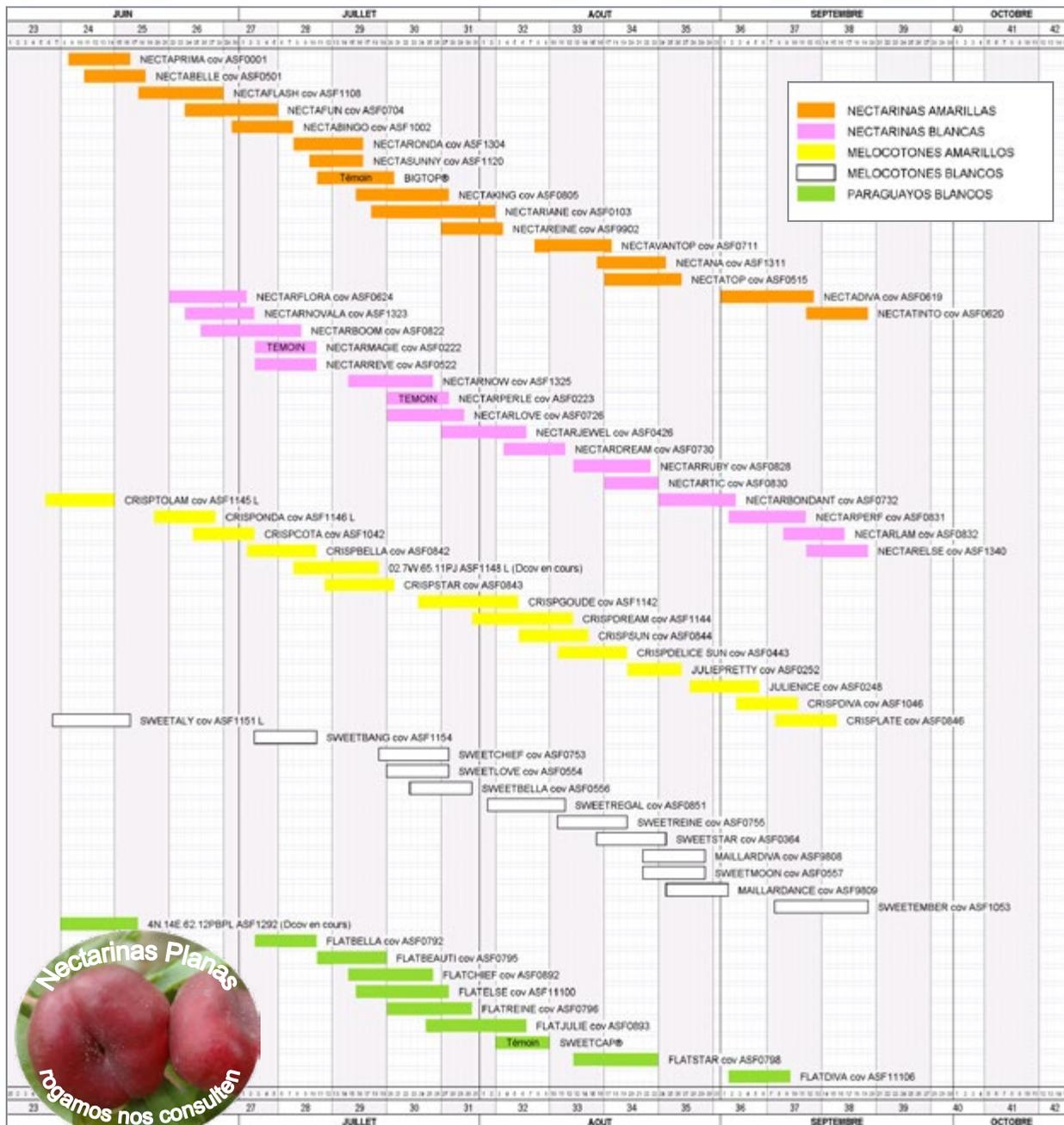
Materiales y métodos

Descripción del ensayo

El ensayo se realizó los años 2013 y 2014 en una parcela ubicada en la Finca Experimental de la Alfranca, Zaragoza, España (41° 36' 29" N; 0° 45' 14" W; elevación media de 181 m) propiedad del Gobierno de Aragón. La nectarina (*Prunus persica* L. Batsch, cv. 'BigTop[®]') estaba injertada sobre patrón franco Montclar[®] y dispuesta en un sistema de formación en vaso tradicional. Los árboles se plantaron en 2009 en contenedores de plástico de forma rectangular de 0,72 m³ de capacidad (1,0 m x 1,2 m x 0,6 m) y recubiertos exteriormente por una capa de lana de roca para evitar su calentamiento. El substrato del contenedor era una mezcla de arena (50%), fibra de coco (25%) y turba (25%). Los contenedores estaban colocados sobre un área pavimentada formando una malla regular de 2,4 m x 5,0 m que simulaba una densidad de plantación de 833 árboles/ha. El clima de la zona es semiárido con una precipitación media de 340 mm y evapotranspiración de referencia de 1.260 mm obtenidos de la estación meteorológica

LAS INNOVACIONES 2016 AGRO SELECTIONS FRUITS

NEW



Estos datos sobre el comportamiento de nuestras variedades son representativos de los resultados sacados de la experimentación - evaluación en nuestro campo y en los campos evaluativos oficiales o privados. Sin embargo estos datos pueden variar en función de las condiciones agro-climáticas locales específicas, y de las técnicas de cultivo aplicadas. En este caso, ASF rechaza cualquier responsabilidad.

Arsène y Laurence MAILLARD
La Prade de Mousseillous – Route d’Alenya – 66200 ELNE – FRANCIA
Tlf.: +33 (0)4 68 37 88 80 Fax: +33 (0)4 68 37 15 83
Email: commercial@agroselectionsfruits.com



ca de Pastriz, localizada a unos 500 m del ensayo (Red SiAR, MAGRAMA).

Los árboles se regaron mediante un sistema de riego localizado con una línea portagotos sobre la superficie de los contenedores con dos emisores de 2,2 L/h en cada contenedor situados a 0,2 m del tronco del árbol.

Los tratamientos de fertilización evaluados fueron los siguientes: (1) fertilizante líquido inyectado con el riego (FLIR) de forma continua a lo largo de la campaña y (2) fertilizante sólido de liberación controlada (FSLC) aplicado en 3 veces al suelo.

El tratamiento FLIR se aplicó diariamente un fertilizante de alta solubilidad (*Poly-Feed® Drip* 20-9-20+2MgO, Haifa Chemicals). Dicho producto comercial incluye micronutrientes quelatados en las siguientes concentraciones (Fe: 500 ppm; Mn: 250 ppm; B: 100 ppm; Zn: 75 ppm; Cu: 55 ppm; Mo: 35 ppm). Este tratamiento se llevó a cabo en uno de los sectores de riego de la plantación sobre un total de 14 árboles. El tratamiento FSLC consistió en la aplicación de un producto comercial sólido de liberación controlada (*Multicote®* 4M 15-7-15+2MgO, Haifa Chemicals) que incluye micronutrientes. La cantidad total aplicada por árbol fue de 350 y 644 g/árbol en 2013 y 2014, respectivamente, repartidos en 2 aplicaciones a inicios de abril (70% de la dosis total), y me-

diados de junio (30% de la dosis). El incremento de dosis fue debido a las bajísimas concentraciones de nitrato observadas en 2013, lo que hizo pensar que quizás se había infrafertilizado los árboles en nitrógeno.

El tratamiento FSLC se realizó en otro sector de riego sobre un total de 16 árboles dispuestos en 4 repeticiones. La cantidad a aplicar por árbol se repartió al 50% en dos puntos del contenedor a unos 30 cm del tronco y enterrándolo ligeramente. En ambos tratamientos la cantidad de macronutrientes aplicados por árbol a lo largo de cada campaña fue de 52, 24, y 52 g/árbol de N-P₂O₅-K₂O en 2013 y de 97, 44, y 97 g/árbol en 2014.

El diseño experimental fue completamente aleatorizado con 4 repeticiones, en cada repetición se incluían entre 3 y 5 árboles.

Medidas experimentales

El perímetro del tronco se midió en todos los árboles a 0,1 m de la superficie del suelo al principio y al final del ensayo en 2013 y 2014. A partir de dichos perímetros, se estimaron las secciones de tronco considerando que éstas tenían una forma circular, empleando dichos valores para calcular la productividad (kg fruto/cm² tronco) en cada tratamiento. El crecimiento relativo de tronco (CRel) se calculó como la diferencia entre la sección final (Sf) e inicial (Si) relativa a la sección inicial.

El estado nutricional-N de los árboles se evaluó en 3 fechas cada año realizando medidas SPAD en 5 árboles de cada tratamiento en los que también se recogía agua de drenaje. Para ello se medía en hojas de la parte central de los brotes en las distintas orientaciones de cada árbol. Por otra parte, en los mismos árboles se muestrearon hojas a 120 días desde floración (DDF) en 2013 y a 60 y 120 DDF en 2014 para determinar el contenido en N total por combustión seca (TruSpec CN, LECO, St. Joseph, MI, USA).

El agua de drenaje, en los 5 árboles seleccionados de cada tratamiento, se recogía semanalmente, determinando el volumen de agua drenado en unos depósitos de plástico para realizar una estimación de la fracción de lavado y ajustar la dosis de riego. En los mismos se recogía una muestra del drenaje para determinar el contenido en sales y nitrato. Los árboles se regaban diariamente con



el objetivo de obtener aproximadamente una fracción de lavado del 15% en ambos años, para asegurar que no se producía estrés hídrico sobre los árboles. El volumen de riego se midió semanalmente con contadores volumétricos instalados en cada sector de riego.

Debido al tamaño de los árboles y a la homogeneidad de los frutos se realizó la cosecha en una única pasada el 3 julio de 2013 y el 24 de junio en 2014. Se registró el peso total, el número de frutos y se calculó el peso medio de fruto en todos los árboles de cada tratamiento en ambos años experimentales. De cada árbol, se seleccionó una submuestra de 10 frutos para analizar la calidad del fruto y del zumo. En cada fruto se registró el peso individual y la firmeza. La firmeza se midió usando un penetrómetro modelo Penefel con un émbolo de 8 mm de diámetro (Setop Giraud –Technologie, 84300 Cauvillon, Francia). En el zumo se analizó el contenido de sólidos solubles total expresado en °Brix (Refractometer PAL 1, Atago Co. Ltd., Tokio, Japón), pH y acidez total (meq/100 ml) mediante valoración con una solución 0.1N de NaOH (785 Titrino DMP, Metrohm AG, Herisau, Suiza). Se determinaron las coordenadas CIELab de color (L^* , a^* , b^*) de la piel y de la pulpa de cada fruto en cada tratamiento con un colorímetro (modelo CR-200, Konica Minolta Inc., Tokio, Japón). En cada fruto se tomaron dos medidas de color, una en cada cara transversal del fruto. A partir de las coordenadas de color a^* y b^* se calculó la saturación (C^*) y el tono (h^*) del color, a partir de las expresiones $C^* = [(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}]$, y $h^* = [\tan^{-1}(b/a)]$.

Los resultados del estudio se analizaron mediante análisis de varianza y comparación múltiple de medias usando el LSD con un nivel de significación $P=0,05$ con el programa estadístico SAS 9.4.

Resultados y discusión

Balance hídrico y crecimiento de los árboles

El balance hídrico realizado sobre los contenedores que disponían de depósito de recogida de muestra de agua permite realizar una estimación de la evapotranspiración (ET) de los árboles en los dos tratamientos evaluados (Cuadro 1) durante el periodo de cultivo (marzo–octubre). En el mismo se observa que, asumiendo que la variación de hu-

CUADRO 1. Componentes del balance hídrico (L/árbol) de marzo a noviembre en los dos tratamientos evaluados (FSLC y FLIR).

Trat.	Riego	Precipitación	Drenaje	ET
(L/árbol)				
2013				
FSLC	3096	245	570	2771
FLIR	3096	245	461	2880
2014				
FSLC	3885	201	602	3484
FLIR	3885	201	487	3599

medad en el contenedor es poco importante, las fracciones de lavado fueron del 16 y 12% en 2013 y 2014, respectivamente. No se observaron diferencias significativas en la ET entre los dos tratamientos fertilizantes, indicando un desarrollo vegetativo similar.

En cuanto al desarrollo vegetativo, estimado como crecimiento relativo de la sección del tronco, no se observaron diferencias significativas entre ambos tratamientos, lo que implica que para dosis similares de nutrientes, con ambos tipos de fertilizante el desarrollo fue similar.

Concentración de nitratos en el agua de drenaje

En el año 2013 la concentración de nitrato en el agua de drenaje fue extremadamente baja en la mayor parte de las muestras analizadas (Figura 1). Los valores oscilaron entre un valor inapreciable con la metodología empleada (valor estimado=0,05 mg NO_3/L) y una concentración de 3,6 mg/L. Si bien, se observó en alguno de los árboles algún pico de concentración más elevada en el mes de abril para el tratamiento de FSLC, el valor medio de todas las medidas realizadas (marzo–noviembre) fue similar en ambos tratamientos, con un valor de 0,22 y 0,25 mg NO_3/L para los tratamientos FSLC y FLIR respectivamente. Dicho valor es muy bajo y muy inferior al límite legal que se establece de 50 mg/L para considerar un problema de contaminación por nitratos.

Similarmente, en el año 2014 la concentración de nitrato en el agua de drenaje fue también muy

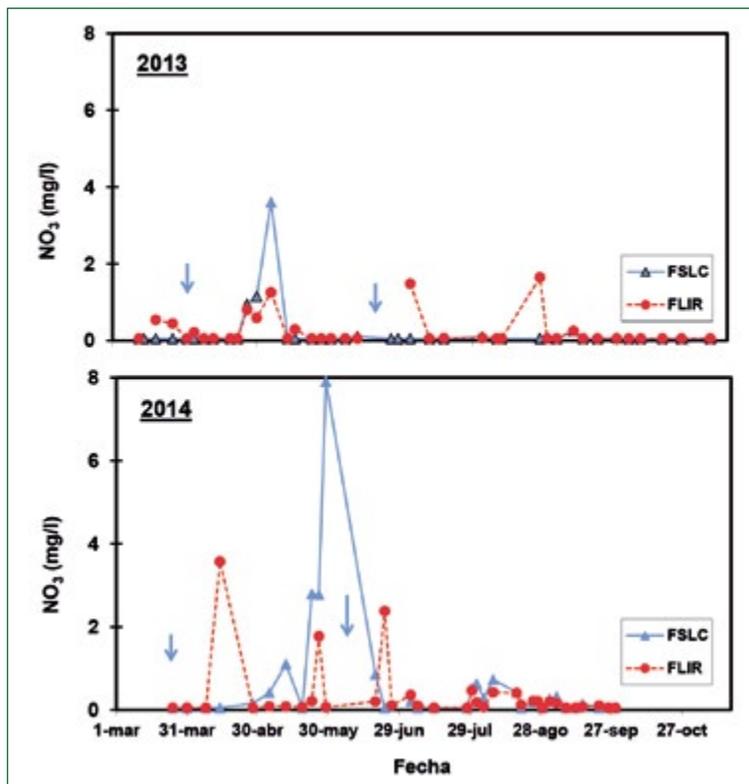


FIGURA 1. Evolución de la concentración de nitratos (mg NO₃/L) en el agua de drenaje en los tratamientos evaluados (FSLC y FLIR) y en los 2 años de estudio (2013 y 2014). Las flechas indican la fecha de la aplicación del FSLC.

baja en la mayor parte de las muestras analizadas (< 3 mg NO₃/L). También se observó un pico de concentración más elevada en el mes de mayo para el tratamiento FSLC aunque no coincidió en el tiempo con la aplicación del fertilizante. En promedio la concentración de nitrato en el agua de drenaje fue de 0,66 y 0,34 mg/L para los tratamientos de FSLC y FLIR, respectivamente. Si bien la concentración media en el tratamiento del fertilizante sólido fue el doble que aplicando fertilizante con el agua de riego, en ambos casos las concentraciones pueden considerarse de muy bajas en términos de afección por nitratos.

Las masas de nitrato exportadas durante la campaña de riegos fueron bajísimas en ambos tratamientos ya que en el caso del FSLC fueron de 22 y 71 mg NO₃/árbol en 2013 y 2014, respectivamente y de 33 y 59 mg NO₃/árbol para el tratamiento FLIR. Al calcular el porcentaje de N exportado en forma de nitrato por lavado sobre el N aplicado con el fertilizante, estuvo siempre por debajo del 1%, lo que indica que en todos los casos la eficien-

cia en el uso del N fue muy elevada, a pesar de que durante la campaña se regó en exceso (*Cuadro 1*) para evitar estrés hídrico al tratarse de árboles en contenedores.

Estado nutricional de los árboles

Durante la campaña 2013 se observaron algunas diferencias significativas en las lecturas de SPAD entre los dos tratamientos fertilizantes. Así, en dos de las tres fechas las hojas de los árboles del tratamiento de FSLC presentaron mayor verdor dos de las tres fechas en que se midió. Sin embargo las diferencias fueron pequeñas (inferiores al 5%), por lo que aunque significativas no parecen muy relevantes. Durante el año 2014 no se observaron diferencias, si bien los valores de SPAD fueron en promedio de un 11% superiores a las lecturas tomadas en 2013 reflejando una mayor suficiencia en N en los árboles debido a la aplicación de una mayor dosis de fertilizante nitrogenado.

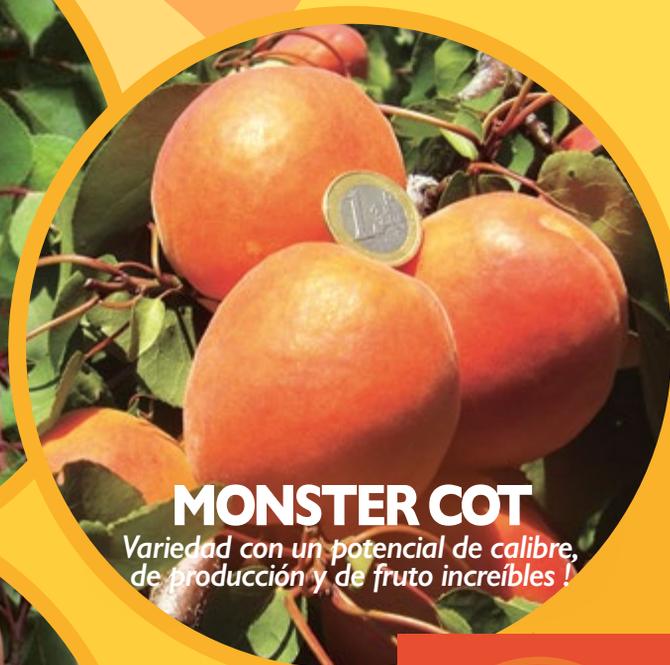
De forma consistente con las medidas de SPAD, no se observaron diferencias significativas en la

Las tres NOVEDADES del momento en España



MAYACOT

Una variedad muy precoz.



MONSTER COT

Variedad con un potencial de calibre, de producción y de fruto increíbles!



FLASH COT

Una variedad semi-precoz espectacular!



Recherche et diffusion
de variétés fruitières

Domaine de Pérouse / 30800 SAINT-GILLES / France
Tél. : 33 (0)4 66 70 09 23 / Fax : 33 (0)4 66 28 05 51
cot.international@wanadoo.fr

www.cot-international.net

VIVEROS EN ESPAÑA :

VIVEROS MARIANO SORIA

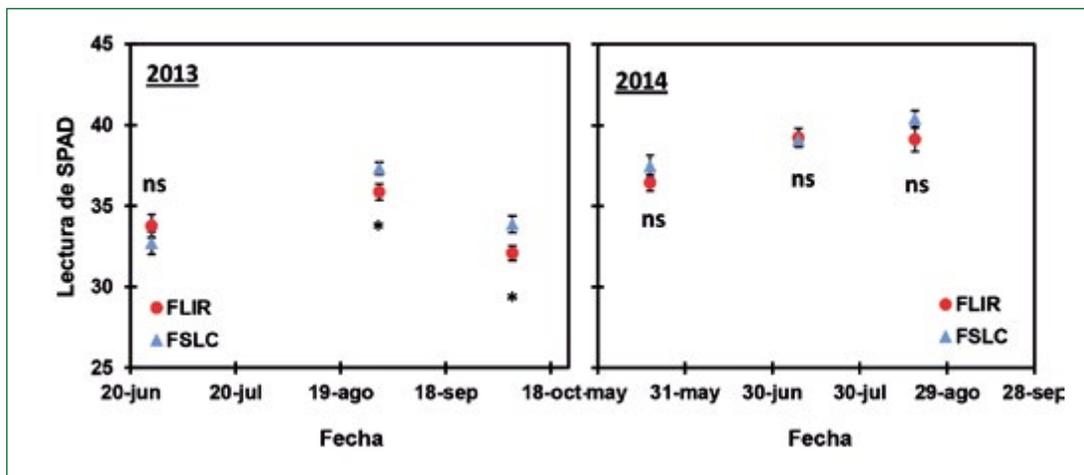
Avenida Zaragoza, 21 - 50100 LA ALMUNIA DE DONA GODINA - Zaragoza - +34 976 600 167

VIVEROS DEL SURESTE

Crta de Granada, 62 - 30412 BARRANDA / Caravaca de la Cruz - Murcia - +34 968 725 079

VISITAS TÉCNICAS Y CLUB DEGUSTACIÓN

FIGURA 2. Valores medios de las lecturas del medidor de clorofila (SPAD) a lo largo del cultivo en tratamientos evaluados (FSLC y FLIR) y en los 2 años de estudio (2013 y 2014). Las barras verticales representan el error estándar. Se indica, para cada fecha, si existieron diferencias significativas entre tratamientos (ns, $P>0,05$; *, $P<0,05$).



CUADRO 2. Valores medios de la sección inicial y final de tronco y del crecimiento relativo en 2013 y 2014. Para cada año, valores de crecimiento relativo con la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0,05$).

Trat.	Nº árboles	Si (cm ²)	Sf (cm ²)	Crec. Rel. (%)
2013				
FSLC	16	44,3	50,6	0,14 a
FLIR	14	46,8	54,3	0,16 a
2014				
FSLC	16	50,6	63,5	0,26 a
FLIR	14	54,3	67,1	0,24 a

concentración de N total en hoja entre ambos tratamientos a 120 DDF (Figura 3). En 2014 tampoco se observaron diferencias a 60 DDF (FSLC=3,13; FLIR=3,29%). Los menores valores de SPAD y N en hoja en 2013 respecto a 2014 parecen indicar que es posible que la aplicación de N fuera deficiente el primer año del estudio.

Efectos sobre la producción y calidad de fruta

En la campaña 2013, la producción de los árboles del tratamiento FSLC fue algo menor que en el tratamiento FLIR, aunque no significativamente ($P>0,05$), lo que concuerda con la ligera mayor sección de tronco en este último tratamiento. En

CUADRO 3. Valores medios de la producción, número frutos por árbol, peso medio de fruto y productividad en los tratamientos evaluados (FSLC y FLIR) y en los 2 años de estudio (2013 y 2014). Para cada variable y año, valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0,05$).

Trat.	Producción total (kg/árbol)	Nº frutos por árbol	Peso medio Fruto (g)	Productividad (kg/cm ²)
2013				
FSLC	7,9 a	70,9 a	115,7 a	0,16 a
FLIR	9,5 a	82,2 a	119,6 a	0,18 a
2014				
FSLC	8,3 a	49 a	170,2 a	0,18 a
FLIR	10,6 b	60 b	176,8 a	0,20 a

2014 la producción de fruta por árbol fue significativamente mayor en el tratamiento de fertilizante líquido que con el sólido, con una diferencia de unos 2 kg/árbol. Esta mayor producción estuvo asociada a un mayor número de frutos, pues no se observaron diferencias significativas en el peso medio del fruto en ninguno de los dos años del estudio. En términos de producción acumulada de los 2 años del estudio el tratamiento FLIR obtuvo un 24% más de producción de fruta que el tratamiento FSLC, si bien en términos de pro-

**soluciones óptimas,
mayor calidad.**

Ofrecemos soluciones innovadoras y de alta calidad para las necesidades de toda clase de cultivos. CODA es la marca de garantía para la mejora y el óptimo rendimiento de sus plantas.



coda

su marca de referencia

www.coda-agri.com



Aminoácidos y bioestimulantes / Preventivos / Fertilizantes foliares / Quelatos correctores de calcio / Acondicionadores y correctores de suelo-agua / Coadyuvantes

greencare by

 **sas.**

Sustainable Agro Solutions, S.A.

T. (34) 973 74 04 00

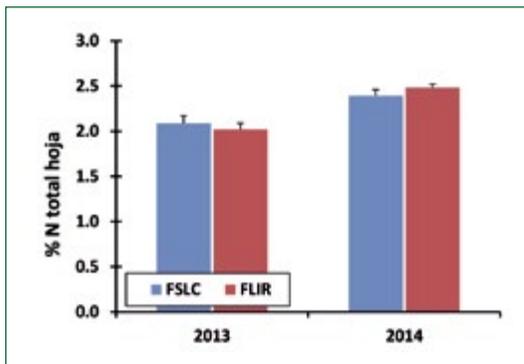
info@sas-agri.com

www.sas-agri.com

CUADRO 4. Valores medios de calidad de cosecha medidos en fruto y zumo en los tratamientos evaluados (FSLC y FLIR) y en los 2 años de estudio (2013 y 2014). Para cada variable y año, valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0,05$).

Calidad de cosecha							
Medidas en fruto				Medidas en zumo			
Trat.	Nº muestras	Peso (g)	Calibre fruto (mm)	Firmeza (%)	pH zumo	ºBrix zumo	Acidez meq/100 ml
2013							
FSLC	60	148 a	65,7 a	5,6 a	3,6 a	13,5 a	8,67 a
FLIR	60	142 a	64,7 a	5,6 a	3,7 a	13,1 a	8,92 a
2014							
FSLC	50	194 a	71,1 a	5,7 b	3,9 a	13,9 a	9,6 a
FLIR	50	191 a	70,9 a	6,5 a	4,0 a	12,8 b	9,0 a

FIGURA 3. Concentración de N total en hoja 120 DDF en los tratamientos evaluados (FSLC y FLIR) y en los 2 años de estudio (2013 y 2014). Las barras verticales representan el error estándar.



CUADRO 5. Valores medios de las coordenadas de color de luminosidad, saturación y tono (L^* , C^* y h^*) en el ensayo en los tratamientos evaluados (FSLC y FLIR) y en los 2 años de estudio (2013 y 2014). Para cada variable y año, valores seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($P>0,05$).

Trat	Piel			Pulpa		
	L^*	C^*	h^*	L^*	C^*	h^*
2013						
FSLC	33,7 a	32,5 a	2,9 a	72,4 a	54,3 a	0,8 a
FLIR	34,5 a	32,2 a	2,6 a	71,6 b	55,4 a	-0,3 a
2014						
FSLC	33,9 a	31,8 a	2,6 a	68,2 a	48,2 b	-0,9 a
FLIR	33,8 a	31,6 a	2,7 a	69,4 a	53,6 a	1,4 a

ductividad (kg/cm^2) las diferencias no fueron significativas.

Los parámetros de calidad del fruto no se vieron significativamente afectados por el tratamiento fertilizante ni en términos de calibre ni firmeza, si bien en 2014 los frutos del tratamiento FLIR presentaron una firmeza ligeramente mayor que los frutos del tratamiento FSLC.

En cuanto a los parámetros de color CIELab (Cuadro 5) sólo se observaron diferencias significativas en algunas coordenadas del color de la pulpa, no repitiéndose en ambos años de estudio. Así, se observaron diferencias, en coordenada L^* de luminosidad de la pulpa en el año 2013 que fue significativamente mayor en FSLC (72,4) que en FLIR (71,6), y en la coordenada C^* de saturación

en el año 2014, en el que se observada un color más intenso en el tratamiento FLIR (53,6) que en el tratamiento FSLC (48,2). En teoría una menor luminosidad de la pulpa supondría un estado de madurez más avanzado en los frutos en el tratamiento FLIR, pero no se aprecia en los otros parámetros de calidad analizados y tampoco se observó en 2014. Por otra parte, una mayor saturación (color más oscuro de la pulpa) también se relaciona con un estado más adelantado de maduración, pero no se observaron diferencias significativas en los otros parámetros fisicoquímicos que corroborasen esta posible diferencia de maduración.

En conclusión, el color exterior del fruto y de la pulpa no se vieron afectados por el tipo de fertilización utilizada.

Conclusiones y recomendaciones

Los resultados indican que los árboles tienen una gran capacidad para absorber el nitrógeno en sistemas de riego por goteo ya que aún con unas fracciones de lavado considerables como las empleadas en el ensayo durante el periodo de crecimiento del árbol, las cantidades de nitrato perdidas por lavado fueron muy pequeñas independientemente del tipo de fertilizante empleado. El fertilizante sólido de liberación controlada (FSLC) permitió mantener un nivel nutricional y un crecimiento de los árboles similar al obtenido con fertirriego (FLIR). La calidad de los frutos no se vio afectada por el tipo de fertilizante, aunque se observó una cierta tendencia a una mayor producción por árbol en el sistema de fertirriego que con los FSLC. Si bien el uso de FSLC en plantaciones con fertirriego no tiene sentido actualmente, su uso en plantaciones con riego superficial puede resultar una herramienta muy útil para la administración de nutrientes en estas plantaciones y disminuir las pérdidas de nitrato por lavado, si bien, dichos fertilizantes deben incorporarse al suelo, próximos a las raíces, para que mantengan una humedad adecuada y la dosificación controlada se realice adecuadamente, con lo cual puede ser necesario modificar la maquinaria para poder aplicar el fertilizante. •

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el Programa 2007–2013 de Desarrollo rural del Gobierno de Aragón (Proyecto DRU–2013–02–50–541–00–IFO–00740040001 y DRU–2014–02–50–541–00–IFO–00740040001), incluyendo fondos FEADER. Nuestro agradecimiento a la empresa AGRYSER S.L. por la cesión de los productos fertilizantes utilizados.

Bibliografía

- BRUNETTO, G., DE MELO, G. W., KAMINSKI, J., AND CERETTA, C. A. (2007). Nitrogen fertilization in serial cycles and its impact on yield and quality of peach. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 42, 1721–1725.
- BUSSI, C., HUGUET, J. G., AND DEFRENCE, H. (1991). Fertilization scheduling in peach orchards under trickle irrigation. *Journal of Horticultural Science* 66, 487–493.
- CAMEIRA, M. R., PEREIRA, A., AHUJA, L., AND MA, L. (2014). Sustainability and environmental assessment of fertigation in an intensive olive grove under Mediterranean conditions. *Agricultural Water Management* 146, 346–360.
- FALGUERA, V., LORDAN, J., GATIUS, F., PASCUAL, M., VILLAR, J. M., IBARZ, A., AND RUFAT, J. (2012). Influence of nitrogen fertilization on polyphenol oxidase activity in peach fruits. *Scientia Horticulturae* 142, 155–157.
- FERNÁNDEZ-ESCOBAR, R. (2011). Use and abuse of nitrogen in olive fertilization. *International Symposium on Olive Irrigation and Oil Quality* 888, 249–257.
- JIA, H., HIRANO, K., AND OKAMOTO, G. (1999). Effects of fertilizer levels on tree growth and fruit quality of 'Hakuho' peaches (*Prunus persica*). *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 68, 487–493.
- KOUTINAS, N., SOTIROPOULOS, T., ANTONOPOULOU, C., THERIOU, I., AND STAVROU, C. (2010). Effects of slow release fertilizers on nutrient status and fruit quality of the peach cultivar Andross (*Prunus persica* L. Batch). *Agrochimica* 54, 41–51.
- MATTOS, M. L. T., FREIRE, C. J. D., AND MAGNANI, M. (1991). Yield of peach trees cv. Diamante, under different levels of n applied to the soil. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 26, 113–117.
- MEHERIUK, M., NEILSEN, G. H., AND HOGUE, E. J. (1995). Influence of nitrogen-fertilization and orchard floor management on yield, leaf nutrition and fruit-quality of fairhaven peach. *Fruit Varieties Journal* 49, 204–211.
- NEILSEN, D., AND NEILSEN, G. H. (2002). Efficient use of nitrogen and water in high-density apple orchards. *Horttechnology* 12, 19–25.
- OBREZA, T. A., AND ROUSE, R. E. (2006). Long-term response of 'Hamlin' orange trees to controlled-release nitrogen fertilizers. *Hortscience* 41, 423–426.
- OLIENYK, P., GONZALEZ, A. R., MAUROMOUSTAKOS, A., PATTERSON, W. K., ROM, C. R., AND CLARK, J. (1997). Nitrogen fertilization affects quality of peach puree. *Hortscience* 32, 284–287.
- PASCUAL, M., DOMINGO, X., RUFAT, J., AND VILLAR, J. M. (2011). Water productivity of peach for processing in a soil with low available water holding capacity. *VI International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops* 889, 189–195.
- RAMOS, C., AGUT, A., AND LIDON, A. L. (2002). Nitrate leaching in important crops of the Valencian Community region (Spain). *Environmental Pollution* 118, 215–223.
- RUBIO-COVARRUBIAS, O. A., BROWN, P. H., WEINBAUM, S. A., JOHNSON, R. S., AND CABRERA, R. I. (2009). Evaluating foliar nitrogen compounds as indicators of nitrogen status in *Prunus persica* trees. *Scientia Horticulturae* 120, 27–33.
- RUFAT, J., AND DEJONG, T. M. (2001). Estimating seasonal nitrogen dynamics in peach trees in response to nitrogen availability. *Tree Physiology* 21, 1133–1140.
- SAENZ, J. L., DEJONG, T. M., AND WEINBAUM, S. A. (1997). Nitrogen stimulated increases in peach yields are associated with extended fruit development period and increased fruit sink capacity. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 122, 772–777.
- TAGLIAVINI, M., MILLARD, P., QUARTIERI, M., AND MARANGONI, B. (1997). Foliar nitrogen uptake and withdrawal from peach leaves during senescence. In "Mineral Nutrition and Fertilizer Use for Deciduous Fruit Crops" (J. Val, L. Montanes and E. Monge, eds.), pp. 459–465.
- TAPIA VARGAS, L. M., LARIOS GUZMAN, A., CONTRERAS, J. A., VIDALES FERNANDEZ, I., AND BARRADAS, V. L. (2012). Nitrate leaching and nutrient status in two irrigation and nutritional management systems in avocado (*Persea americana* Mill.). *Revista Internacional De Contaminacion Ambiental* 28, 251–258.