

RESULTADOS DE LOS TRES PRIMEROS AÑOS DE UN ENSAYO QUE SE ESTÁ REALIZANDO EN EL BAJO ARAGÓN

# Fertilización mineral en melocotonero tardío para una producción sostenible de calidad

El melocotonero se ha convertido en la especie frutal con más importancia en España, duplicándose la producción nacional en los últimos veinte años. Este incremento ha sido posible gracias a una profunda reconversión del sector, caracterizada por la innovación, no solo del material vegetal, sino también a una especialización y tecnificación del cultivo, siendo, sin duda alguna, el uso

de la fertirrigación uno de los avances más destacados. En este artículo se presentan los resultados de un ensayo realizado en el Bajo Aragón, con el fin de identificar qué fertilización presenta una mejor eficiencia económica en el uso de los fertilizantes y determinar la posibilidad de reducir la contaminación de los acuíferos, obteniendo una producción más sostenible para el medio ambiente.

José Manuel Alonso Segura<sup>1</sup>,  
Enrique Castrillo Ferrer<sup>1</sup>,  
José Luis Espada Carbó<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Unidad de Fruticultura. Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón.

<sup>2</sup> Área de Cultivos Leñosos. Centro de Transferencia Agroalimentaria de Aragón.

**E**n el melocotonero, como en el resto de los frutales, la disponibilidad de agua y nutrientes a lo largo del ciclo vegetativo condiciona en gran medida la cantidad y la calidad de la producción. Antiguamente, en España, el riego de las plantaciones de melocotonero se realizaba por inundación, pero actualmente más del 80% de la superficie se cultiva bajo la técnica del riego localizado con fertirrigación. Esta técnica permite estabilizar el estatus hídrico y dosificar los nutrientes minerales según las necesidades del árbol a lo largo del período vegetativo, mejorando la productividad y la eficiencia del agua y de los nutrientes.

En los frutales, el conocimiento real de las necesidades en fertilización es muy complejo. Por una parte, al ser un cultivo plurianual, resulta difícil determinar la respuesta del árbol a la fertilización, ya que existe una acumulación de sustancias de reserva en los diferentes ór-



El aspecto exterior de la variedad 58-GC-76 es un melocotón de fondo de piel amarillo pajizo que muestra entre el 20 y el 50% de chapa de color rojo. En el caso del ensayo, esta chapa fue todos los años alrededor del 10%, ya que el fruto crece embolsado.

ganos de la planta, difíciles de cuantificar y de determinar su estado antes y después de la aplicación de fertilizantes. Por otra parte, la respuesta de los árboles a la fertilización es por lo general algo lenta. Por todo ello, la determinación experimental de las necesidades de fertilización en cualquier especie frutal es compleja y conlleva abordar ensayos en campo de varios años de duración. Además existe un conjunto de factores que interactúan y que proporcionan una gran variabilidad de respuesta a la fertilización, dependiendo de la especie frutal, la variedad, así como la influencia de la climatología, de las condiciones del suelo y del manejo agronómico de la plantación.

La eficiencia de la fertilización exige que el cultivo disponga de los elementos nutritivos en cantidad suficiente y en cada momento a lo largo de su ciclo vegetativo, que en las variedades tardías de melocotonero está muy relacionada con las fases de crecimiento del fruto, ya que éste permanece en el árbol durante gran parte del ciclo vegetativo, desde marzo hasta septiembre u octubre, dependiendo de la variedad.

En las zonas de producción tradicional de melocotón amarillo tardío de Aragón, las fertilizaciones aplicadas van del orden de 150 - 250 kg de N, 40-110 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y de 150 a

300 kg de K<sub>2</sub>O por hectárea, dependiendo del sistema de aplicación, de la producción de la plantación, así como de las condiciones edáficas y del manejo de la plantación.

Debido a la dificultad que existe a la hora de definir la dosis de fertilización óptima de las distintas plantaciones, muchos agricultores, buscando una mayor producción, aplican fertilizaciones muy superiores a las necesidades de sus plantaciones, sin tener en cuenta que pueden disminuir la calidad de la producción, además de generar gastos innecesarios y perjudicar el medio ambiente.

Por ello, recientemente se ha iniciado un ensayo en el Bajo Aragón, para evaluar distintas dosis de fertilización en una plantación de melocotonero tardío, con el fin de determinar la influencia de las dosis ensayadas sobre la productividad, la calidad del fruto y el crecimiento de los árboles e identificar qué fertilización presenta una mejor eficiencia económica en el uso de los fertilizantes y determinar la posibilidad de reducir la contaminación de los acuíferos, obteniendo una producción más

## CUADRO I.

Niveles de fertilización aplicados con sus correspondientes dosis en kg/ha.

Tratamiento	Nivel	kg N/ha	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	kg K <sub>2</sub> O/ha
N1	Bajo	75	40,5	103,5
N2	Medio	112,5	60,75	155,4
N3	Alto	150	81	207,7

sostenible para el medio ambiente.

## Características del ensayo

El ensayo se encuentra en el término municipal de Caspe (Zaragoza) en una plantación de la variedad 58-GC-76 sobre patrón GF-677, en sistema de formación de vaso tradicional y en un marco de plantación de 6 m x 4 m. Las dosis de fertilización ensayadas se muestran en el **cuadro I**.

El ensayo consta de tres filas de árboles (**figura 1**), en las que se establecieron cuatro bloques de cinco árboles separados por un árbol que hace función de bordura. Dentro de ca-

da bloque se han distribuido aleatoriamente los tres tratamientos de fertilización ensayados. Cada árbol es una unidad experimental, de manera que cada bloque-tratamiento consta de cinco unidades experimentales.

El tratamiento N1, que es el tratamiento bajo, se aplicó en su totalidad mediante la fertirrigación mientras que en los tratamientos N2 (tratamiento intermedio) y N3 (tratamiento de más fertilización), se aplicó un suplemento de fertilizante a cada árbol individualmente cada quincena bajo las líneas de goteros según el calendario de abonado establecido (**cuadro II**). Esta distribución de la dosificación de nutrientes se calculó en función del ciclo vegetativo de la variedad, teniendo en cuenta las dis-

**FERTIGota**  
**DESBLOQUEANTE**  
 ESPECIAL SUELOS CALIZOS

Primera Empresa en España en tener el Certificado de Fabricante otorgado por Aenor según R.D. 824/2005 con número de Certificado 082/000001

PARA USO EN  
 FERTIRRIGACIÓN  
 Y EN INYECCIÓN  
 MEDIANTE  
 MAQUINA  
 EN EL SUELO.



**HEROGRÁ**  
 Fertilizantes, S.A.

GAMA DE PRODUCTOS  
 PATENTADOS POR  
 HEROGRÁ FERTILIZANTES S.A  
 CON LOS NUMEROS  
 200802929, 200802930,  
 200802931 Y 200802932



- ✓ **pH negativo**
- ✓ **Baja el pH del bulbo regado o del cordón de inyección**
- ✓ **Desbloquea Fósforo, Magnesio, Hierro, Manganeso y Cinc**

**CUADRO II.**

Calendario de fertilización a través del riego y aplicación manual por árbol y fertilizantes compuestos utilizados dependiendo de la época de aplicación.

Mes	Quincena	Tratamiento	Gramos de fertilizante			Formulación abono
			Riego	Manual	Total	
Abril	1	N1	36	0	36	15-10-15
		N2	36	18	54	
		N3	36	36	72	
	2	N1	60	0	60	
		N2	60	30	90	
		N3	60	60	120	
Mayo	1	N1	96	0	96	
		N2	96	48	144	
		N3	96	96	192	
	2	N1	120	0	120	
		N2	120	60	180	
		N3	120	120	240	
Junio	1	N1	132	0	132	
		N2	132	66	198	
		N3	132	132	264	
	2	N1	156	0	156	
		N2	156	78	234	
		N3	156	156	312	
Julio	1	N1	144	0	144	15-5-30
		N2	144	72	216	
		N3	144	144	288	
	2	N1	120	0	120	
		N2	120	60	180	
		N3	120	120	240	
Agosto	1	N1	96	0	96	
		N2	96	48	144	
		N3	96	96	192	
	2	N1	84	0	84	
		N2	84	42	126	
		N3	84	84	168	
Septiembre	1	N1	72	0	72	
		N2	72	36	108	
		N3	72	72	144	
	2	N1	60	0	60	
		N2	60	30	90	
		N3	60	60	120	
Octubre	1	N1	24	0	24	
		N2	24	12	36	
		N3	24	24	48	

tintas fases de crecimiento del fruto y el periodo de postcosecha.

**Controles efectuados**

Durante los años que se lleva realizando el ensayo se ha controlado la evolución del perímetro del tronco, el peso de la poda invernal y poda en verde, y producción de cada árbol en las distintas cosechas. En los meses de julio se tomaron muestras para realizar el análisis foliar con el fin de evaluar el estado nutritivo de los distintos árboles. Por otra parte, para determinar los diferentes parámetros de calidad del fruto en laboratorio se tomaron muestras aleatorias de veinte frutos sobre las cuales se determinaba el peso y calibre del los frutos, y los distintos parámetros físico-químicos de calidad del fruto (color de la piel, firmeza de la pulpa, contenido en sólidos solubles y acidez del zumo).

La determinación del color de la piel del fruto se realizó mediante la obtención de las componentes de color (L\*, a\*, b\*) de la escala CIELAB. La medición se realizó cada año en diez frutos de cada muestra, tomando en cada fruto dos mediciones, una a cada lado de la sutura ventral del fruto.

La medición de la firmeza de la pulpa se realizó mediante el penetrómetro Penefel, en ambas caras en la zona ecuatorial del fruto. Seguidamente se realizó el zumo representativo de la muestra y se determinó el contenido en sólidos solubles en °Brix con la ayuda de un refractómetro digital, y la acidez a través un valorador de acidez automático.

Los datos obtenidos durante el transcurso de este ensayo se analizaron mediante el programa estadístico SAS v.8, realizando análisis de varianza y separación de medias mediante el test de Duncan.

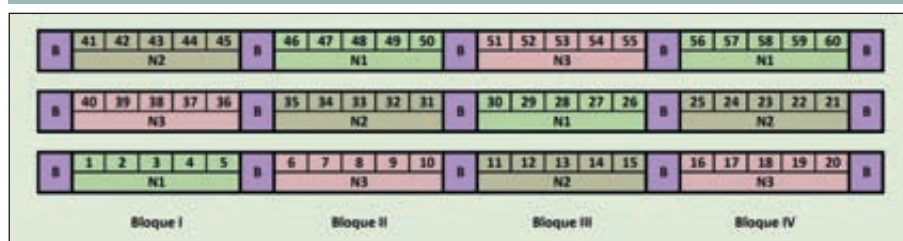
**Resultados**

**Influencia sobre el crecimiento vegetativo y la producción**

Tal como muestra la **figura 2**, el área sección transversal del tronco (ASTT) ha aumentado proporcionalmente igual en todos los tratamientos, de manera que no existen diferencias significativas, ni justo antes de iniciar el ensayo (enero de 2008), ni en los años que se ha realizado una fertilización diferenciada (2009, 2010 y 2011), con lo cual, en estos primeros

**FIGURA 1.**

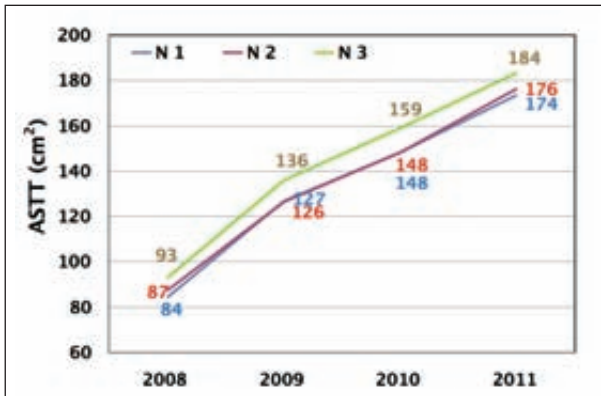
**Diseño del ensayo.**





**FIGURA 2.**

**Crecimiento del área de sección transversal del tronco en los tres tratamientos.**



años de ensayo no se ha observado un aumento de vigor en los árboles con una mayor fertilización mineral (N3) respecto a aquellos a los que se está aplicando la menor fertilización (N1).

El crecimiento vegetativo medio de los distintos tratamientos también se evaluó a través del peso de la madera de poda invernal y de la poda en verde (**cuadro III**) de manera que, cuanto mayor cantidad de poda sea necesaria, mayor crecimiento vegetativo se ha producido en el período entre podas. Para ello, los árboles del ensayo fueron podados siempre con el mismo criterio y por el mismo operario. De momento, los resultados obtenidos no muestran diferencias significativas entre los pesos de madera de poda de las diferentes fertilizaciones ensayadas, tanto en la poda invernal como en la poda verde para los distintos años del ensayo, ni en el conjunto global del peso de todas las podas. Curiosamente en las diferentes podas efectuadas, salvo la poda en verde de 2009, los pesos medios registrados del tratamiento N2 fueron menores que los del tratamiento con menos fertilización (N1), siendo en la fertilización más elevada (N3), los registros más elevados, aunque siempre sin diferencias estadísticamente significativas.

La producción fue aumentando con el transcurso de los años de ensayo (**cuadro IV**), desde 19,6 t/ha en 2008 hasta 26,1 t/ha en 2010. En el primer año de ensayo, 2008, fue el único que se obtuvieron diferencias significativas de producción entre tratamientos, siendo el tratamiento con menor fertilización (N1), el que menor producción obtuvo (16,9 t/ha). Resulta interesante cómo, aunque no se observaron diferencias significativas entre las producciones de los distintos tratamientos, en las cosechas del tratamiento N2 de los años 2009 y 2010, así como en la producción acumulada, presenta el valor superior de cosecha. Así, el valor de cosecha acumulada registrado en N2 supera en 16,3 kg/árbol (6,8 t/ha) al registro del tratamiento N1, y en 14,3 kg/árbol (5,6 t/ha) al registro del tratamiento N3. Aunque estas diferencias en producción no son estadísticamente significativas, sólo las diferencias de costes de fertilización tienen una gran importancia económica. Así, si en los próximos años se confirma la ausencia de diferencias pro-

**Agromed**

**SUPER NUTRICIÓN**

**SUPER CALIDAD**

**A-1 MORGOSAN**

**A-2 ANTOCARP**

**H-1 HUMICROM**

ABONOS ECOLOGICOS Y CONVENCIONALES  
Ctra. Dilar 1 -18150 Gojar-Granada-SPAIN  
www.agromed.net agromed agromed.net

**CUADRO III.**

Pesos medios (kg/árbol y t/ha) de la madera de poda registrados en los diferentes tratamientos de fertilización ensayados.

Tratamiento	2009		2010		2011		Acumulada 2009-2010		
	Poda invierno	Poda verde	Poda invierno	Poda verde	Poda invierno	Poda verde	Poda invierno	Poda verde	Total poda
N1 kg/árbol	14,3	13,2	17,3	5,7	18,3	0	49,9	18,9	68,8
t/ha	5,9	5,5	7,2	2,4	7,6	0,0	20,8	7,9	28,6
N2 kg/árbol	12,2	13,6	16,5	5,5	16,5	0	45,2	19,1	64,3
t/ha	5,1	5,7	6,9	2,3	6,9	0,0	18,8	8,0	26,8
N3 kg/árbol	15,5	17,1	19,9	6,6	19	0	54,4	23,7	78,1
t/ha	6,5	7,1	8,3	2,8	7,9	0,0	22,7	9,9	32,6

**CUADRO IV.**

Cosecha anual y producción acumulada.

Tratamiento	2008		2009		2010		Acumulada 2008-2010	
	kg/árbol	t/ha	kg/árbol	t/ha	kg/árbol	t/ha	kg/árbol	t/ha
N1	40,6	16,9 b	58,4	24,4	63,9	26,6	162,8	67,9
N2	49	20,4 a	62,3	26,0	67,8	28,3	179,1	74,7
N3	51,4	21,4 a	58,1	24,2	56,2	23,4	165,7	69,1

**CUADRO V.**

Peso y calibre medio del fruto.

Tratamiento	2008		2009		2010	
	Peso (g)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Diámetro (mm)
N1	239	78,4	264 b	81,7 b	283 c	82,7 b
N2	243	77,7	264 b	82 ab	295 b	85,1 a
N3	243	78,6	279 a	83,1 a	311 a	86,8 a

**CUADRO VI.**

Componentes del color CIELAB de la piel del fruto.

Tratamiento	2008			2009			2010		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
N1	71,8	5,1	57,0	72,7 a	5,9 a	60,5 a	72,0 a	8,16	54,0
N2	71,1	7,5	56,1	72,0 b	5,5 ab	59,2 b	71,6 b	8,05	54,2
N3	72,2	6,7	57,1	72,6 a	4,9 b	60,5 a	71,4 b	7,79	54,7

ductivas entre las diferentes fertilizaciones ensayadas, se pondría de manifiesto que el tratamiento con una mayor fertilización además de no ser el más eficiente desde el punto de vista económico, tampoco sería el más productivo.

### Influencia sobre la calidad físico-química del fruto

El manejo agronómico de las plantaciones, y por tanto, la nutrición mineral, tiene influencia sobre la calidad de la producción. La calidad del fruto viene caracterizada por factores físicos como el tamaño del fruto, el color exterior y la firmeza de la pulpa, y los factores químicos como el contenido en azúcares (sólidos solubles)

y la acidez, aspectos relacionados íntimamente con la calidad gustativa.

Los factores que se evaluaron para determinar la influencia de las distintas fertilizaciones ensayadas sobre el tamaño medio del fruto fueron el peso unitario de los frutos y sus calibres (**cuadro V**).

El tamaño de los frutos (**cuadro V**) fue aumentando anualmente, con el incremento del tamaño de los árboles con los años. El tamaño del fruto aumentó también con la dosis de fertilización. Salvo para el primer año de ensayo, el tratamiento con mayor dosis de fertilización (N3) ha mostrado el mayor peso medio y calibre del fruto, llegando en 2010 a un peso me-

dio de 311 gramos y un calibre de casi 87 mm, pudiendo indicarse que un incremento de la fertilización mineral sí que produce un aumento del tamaño del fruto. Este resultado permite presuponer que los árboles sujetos a esta fertilización serían capaces de soportar una mayor carga de frutos con lo que aumentaría la productividad de estos árboles, eso sí, produciendo frutos de un menor calibre. El calibre del fruto es un factor muy importante desde el punto de vista económico, aún más importante en la producción del melocotón amarillo tardío, donde el precio de los calibres elevados es bastante mayor. Así pues, las producciones con una alta proporción de calibres elevados suponen un mayor ingreso para los productores.

El aspecto exterior de la variedad 58-GC-76 es un melocotón de fondo de piel amarillo pajizo que muestra entre el 20 y el 50% de chapa de color rojo. En el caso del ensayo, esta chapa fue todos los años alrededor del 10%, ya que el fruto crece embolsado.

El color exterior del fruto se determinó mediante la escala CIELAB (L\*, a\*, b\*) donde la L\* indica la posición del color en el eje de la luminosidad del color, y los dos ejes ortogonales del plano de cromaticidad del color, a\* y b\*, representan, en base al criterio de los colores oponentes, la variación rojo-verde (a\*) y amarillo-azul (b\*).

Las componentes de color no variaron mucho de año en año (**cuadro VI**). Los resultados de la componente del color L\* mostraron diferencias significativas para los años 2009 y 2010. Con la maduración los frutos van pasando de un color verde a un amarillo pajizo luminoso (madurez fisiológica), momento en el que L\* sería máxima para esta variedad y finalmente a un amarillo dorado oscuro (madurez de consumo), en donde la componente L\*, relacionada con la luminosidad, va disminuyendo poco a poco.

En el caso de la componente a\*, cuanto mayor sea el valor, más próximo está el color de la piel al color rojo, y cuanto menor sea, más se aproxima al color verde. Esta componente del color pareció en el año 2009 estar inversamente relacionada con un incremento en la fertilización mineral. Es decir, en ese año, los frutos de los árboles con mayor fertilización (N3) tenían en su color de la piel una mayor componente de color verde que los frutos del tratamiento con menor fertilización (N1), aunque las diferencias apenas eran apreciables por el ojo humano,

con lo que no se pueden relacionar estas diferencias de color con diferencias de maduración entre tratamientos.

Por otra parte si la componente  $b^*$  es positiva, significa que el color se acerca al amarillo y si, es negativa, se acerca más al azul. En el caso de la piel de esta variedad, los valores para esta componente fueron siempre positivos y elevados, ya que el color predominante medido es el amarillo. Solo en 2009 los frutos del tratamiento de fertilización intermedia (N2) dieron una componente  $b^*$  menos amarilla, pero en general no se produjeron diferencias significativas entre los tratamientos de fertilización.

Por consiguiente, a lo largo de los años de ensayo no se ha encontrado una variación sensible de la presencia exterior del fruto como consecuencia de una variación en la fertiliza-



El crecimiento vegetativo medio de los distintos tratamientos también se evaluó a través del peso de la madera de poda invernal.

ción mineral, y sí que la presencia exterior del fruto está claramente influenciada por su posición en el árbol y su exposición a la luz solar.

Los otros parámetros de la calidad de fruto estudiados (firmeza, sólidos solubles y acidez) muestran una gran variación de año a año (**cuadro VII**), causada principalmente por los factores ambientales. Solo en 2009 se observaron diferencias significativas entre los valores de firmeza medios de los distintos tratamientos, mostrando el tratamiento con menos fertilización (N1) frutos con menos firmeza. La firmeza parece tener relación inversa con el tamaño del fruto, ya que como se puede observar, los años que se obtiene un tamaño del fruto grande se obtienen las menores firmezas.

Tal como ocurre con la firmeza, el conteni-

## CUADRO VII.

Firmeza media de la pulpa del fruto, contenido medio de sólidos solubles ( $^{\circ}$  Brix) y acidez media del zumo del fruto.

Tratamiento	Firmeza (kg/cm <sup>2</sup> )			Sólidos solubles ( $^{\circ}$ Brix)			Acidez (g/l)		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2008	2009	2010
N1	5,79	4,52b	3,83	13,8	12,3	9,5	5,34	5,66	4,59
N2	5,25	5,01a	3,91	13,6	12,1	9,3	4,59	4,80	4,76
N3	5,15	4,92a	3,79	13,5	11,9	8,9	4,60	4,70	4,70

do de sólidos solubles en el zumo también fue disminuyendo a lo largo de los años del ensayo. Aunque dentro del mismo año no se observaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos de fertilización, sí que se observa la misma tendencia en los tres años, pareciendo que el contenido en sólidos solubles podría estar relacionado inversamente con la fertilización aplicada.

En cuanto a la acidez del zumo, se mantuvo más o menos constante durante los tres años de ensayo y tampoco se observaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos de fertilización evaluados. Así pues, los distintos tratamientos de fertilización aplicados no están mostrando influencia sobre los parámetros químicos de calidad del fruto.

Previamente al ensayo, se podía pensar que

los distintos tratamientos de fertilización iban a afectar a la dinámica de maduración de los frutos, produciéndose un retraso en maduración conforme aumenta la fertilización. Sin embargo, no se han obtenido diferencias significativas en la firmeza, sólidos solubles y acidez, entre los tratamientos, ponen de manifiesto que no se ha producido un retraso significativo en la maduración conforme aumenta la fertilización. Se observa que estos parámetros están fuertemente condicionados por las condiciones ambientales anuales.

## Conclusiones

En conclusión, los resultados de los tres primeros años del ensayo de estas tres fertili-

zaciones minerales en melocotonero están mostrando que no se están produciendo diferencias de vigor expresadas mediante el crecimiento del área de la superficie transversal del tronco de los árboles, ni en un mayor crecimiento vegetativo ya que no se han obtenido diferencias en el peso de la poda de los árboles. A priori se podría pensar que un incremento en fertilización se traduciría en un aumento de vigor y un mayor crecimiento vegetativo de la copa del árbol. Tampoco se están observando diferencias en la producción acumulada durante estos años de ensayo. Para una misma producción obtenida, en estos tres años en los tratamientos N2 y N3 se han gastado aproximadamente 750 y 1.500 euros por hectárea en el suplemento de abono respecto al tratamiento N1. Si prescindieramos de la estadística, la mayor producción acumulada para el período 2008-2010 se registra en la fertilización intermedia (N2), resultando la más interesante económicamente, ya que los ingresos que aporta el incremento registrado de la producción (6,8 t/ha) respecto al tratamiento N1, compensa ampliamente a los costes del aumento de fertilización aportado en N2.

En cuanto a la incidencia de las distintas dosis ensayadas sobre la calidad del fruto, de momento sólo parece clara la relación existente entre el incremento de fertilización y el incremento de peso y calibre medio del fruto, mientras que los otros parámetros estudiados no muestran alteraciones dependiendo de la dosis de fertilización mineral utilizada.

Así pues, el seguimiento de este ensayo en los próximos años posiblemente va a demostrar que la fertirrigación en frutales permite reducir las dosis de fertilizantes utilizadas frecuentemente por agricultores, sin una disminución significativa ni en el rendimiento ni en la calidad de la fruta, lo que permite una producción más rentable y sostenible para el medio ambiente. ●