

La nutrición vegetal en el melocotonero, el factor clave para una cosecha de alta calidad

Efecto sobre la producción del árbol, la calidad del fruto y la incidencia de fisiopatías

La producción de melocotón en Aragón y España es un pilar fundamental para la economía agrícola del país. Aragón es la comunidad autónoma líder en la producción de melocotón, con una superficie cultivada que supera las 30.000 hectáreas, lo que representa alrededor del 40% de la producción total nacional (MAPA, 2024).

En cuanto a la producción global, España es actualmente el principal productor de melocotón en Europa, alcanzando alrededor de un millón de toneladas anuales. La región aragonesa destaca por sus condiciones climáticas y de suelo, que favorecen una excelente calidad de fruto. La calidad del melocotón es crucial no solo para garantizar la satisfacción del consumidor, sino también para mantener la competitividad en mercados nacionales e internacionales.

Sin embargo, la calidad del melocotón no solo depende del clima (Hilaire *et al.*, 2000), sino también de las prácticas agrícolas empleadas, especialmente la nutrición vegetal (Fernández *et al.*, 2009; Blanco *et al.*, 2010; Val *et al.*, 2010; Val *et al.*, 2022). El manejo adecuado de los nutrientes esenciales en el suelo es crucial para el desarrollo óptimo del árbol y, por

Celia M. Cantín¹, Sara del Río¹, Azahara Díaz¹, Marta Lapuente¹, Marta Pérez², Guillermo Alcusón² y Jesús Val².

¹ Grupo Nutrición y Postcosecha de Cultivos Frutales, Estación Experimental de Aula Dei-CSIC.

² Fundación de Innovación y Transferencia Agroalimentaria de Aragón.

En este trabajo estudiamos distintos regímenes de nutrición vegetal en dos variedades de melocotón tardío de carne dura (Pepito y Marieto) con el objetivo de analizar el efecto del estado nutricional del árbol durante todo el ciclo fenológico de la planta y el uso racional de la fertilización convencional (radicular) junto a la foliar en momentos críticos de la fenología de la planta.



ende, para la obtención de un fruto de alta calidad.

Un factor que influye enormemente en la rentabilidad de los productores locales es el elevado porcentaje de la

producción hortofrutícola que se pierde tras la recolección. Se estima que entre el 20-25% de producción en central se destina a destrío, con la pérdida de rentabilidad que esto supone. Estas pérdidas

CUADRO I

TRATAMIENTOS ENSAYADOS EN ESTE TRABAJO.

T1	Testigo (manejo habitual)
T2	Manejo habitual + fertilización foliar desde botón floral
T3	Aumento de la fertilización potásica
T4	Fertilización con Ca en el momento de endurecimiento del hueso

se deben a múltiples factores tales como procesos de descomposición, ataque de microorganismos y/o diversas alteraciones fisiológicas del fruto (fisiopatías), siendo estas últimas las que hoy en día presentan uno de los problemas más graves a los que se enfrenta el sector de la producción de melocotón tardío en la zona del Bajo Aragón.

Una de las fisiopatías que afectan a este producto, y que en los últimos años está teniendo una mayor incidencia, es el denominado “mal de hueso” (o *split-pit*

CUADRO II

DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS REALIZADOS Y SUS MOMENTOS DE APLICACIÓN.

Tratamiento	Nº aplicaciones (estadio)	Nutrientes	Concentración
T2	3 aplicaciones (botón floral, caída de collarín e inicio desarrollo fruto)	Zn, B y Ca, a través de la Estrategia Ca-CSIC	Zn: 1kg/1000L B: 1kg/1000L Ca: 0,3%
T4	1 aplicación (endurecimiento hueso)	Estrategia Ca-CSIC (Ca)	Ca: 0,3%
T1, T2, T4		K	160 kg/Ha
T3		K	220 kg/Ha

en inglés). Se trata de un trastorno que se produce por una mala soldadura del hueso en la fase de endurecimiento (Drogoudi *et al.*, 2022). Esta errática soldadura en el hueso aumenta las probabilidades de que se produzcan pudriciones o infecciones por hongos en el interior del fruto. Además, los frutos con huesos abiertos suelen tener una forma asimétrica característica y suelen madurar antes que los

frutos circundantes en el árbol, mostrando una menor capacidad de almacenamiento. Todo ello provoca la pérdida de la aptitud comercial de la fruta. Esta fisiopatía afecta a todas variedades actualmente cultivadas de melocotón tardío de carne dura en la zona del Bajo Aragón, llevando a aproximadamente un 45% de destrío en los últimos años (datos estimados de la Cooperativa La Calandina).

MADURACIÓN

frutos, uniformidad, calidad

AM AGROMÉTODOS

BIOHIDRAMAR cuaje

AM-EN



El mal de hueso supuso la causa mayoritaria de destrío de los melocotones cosechados en el ensayo.



La fisiopatía conocida como mal de hueso aumenta las probabilidades de que se produzcan pudriciones o infecciones por hongos en el interior del fruto.

Material y métodos

Los ensayos se llevaron a cabo en la campaña 2024, en dos parcelas en la zona de Calanda, en dos variedades de melocotón tardío de carne dura, Pepito y Marieto. Los datos que se presentan en este trabajo forman parte de un ensayo de tres cam-

pañas que comenzó en la campaña 2023.

Además de la fertilización radicular habitual de las fincas, que se aplicó para todos los tratamientos por igual, se han ensayado tres estrategias de fertilización foliar y/o radicular adicionales (**cuadro I**), que se han aplicado en distintos momentos del ciclo de cultivo (**cuadro II**). En

el T3, se llevó a cabo un aumento de la fertilización potásica radicular con el fin de comprobar la hipótesis, planteada tras ensayos previos, de que un exceso de potasio podría estar ligado a la aparición o intensificación de mancha corchosa en melocotón. El T4 sólo se llevó a cabo en la variedad Marieto.

CUADRO III

DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL EN FLORES DE LAS VARIEDADES PEPITO Y MARIETO BAJO DISTINTOS TRATAMIENTOS DE REGÍMENES DE NUTRICIÓN.

Variedad	Tratamiento/Tesis	Ca (g/100g)	Mg (g/100g)	K (g/100g)	B (mg/kg)	Zn (mg/kg)
PEPITO	T1 Testigo (manejo habitual)	0,66 a	0,20 a	1,81 a	30,03 b	68,48 b
	T2 Manejo habitual + fertilización foliar desde botón floral	0,71 a	0,22 a	2,02 a	38,64 a	86,04 a
	T3 Aumento dosis fertilización potásica	0,70 a	0,23 a	1,99 a	35,45 a	69,78 b
MARIETO	T1 Testigo (manejo habitual)	0,97 a	0,30 ab	1,83 b	34,29 a	71,10 a
	T2 Manejo habitual + fertilización foliar desde botón floral	0,98 a	0,29 b	1,85 b	34,58 a	70,97 a
	T3 Aumento dosis fertilización potásica	1,03 a	0,32 a	2,00 a	38,26 a	75,14 a
	T4 Fertilización foliar Ca endurecimiento hueso	1,06 a	0,32 a	1,95 ab	34,80 a	75,42 a

Letras diferentes para cada nutriente, representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos según el test de Duncan, p<0,05.

CUADRO IV

DIAGNÓSTICO NUTRICIONAL EN HOJAS DE LAS VARIEDADES PEPITO Y MARIETO BAJO DISTINTOS TRATAMIENTOS DE REGÍMENES DE NUTRICIÓN.

Variedad	Tratamiento/Tesis	Ca (g/100g)	Mg (g/100g)	K (g/100g)	B (mg/kg)	Zn (mg/kg)
PEPITO	T1 Testigo (manejo habitual)	1,39 a	0,45 a	1,59 a	30,73 a	20,72 ab
	T2 Manejo habitual + fertilización foliar desde botón floral	1,45 a	0,48 a	1,52 a	29,42 a	23,52 a
	T3 Aumento dosis fertilización potásica	1,77 a	0,54 a	1,36 a	28,01 a	18,66 b
MARIETO	T1 Testigo (manejo habitual)	2,82 a	0,59 a	2,29 a	30,09 a	37,96 b
	T2 Manejo habitual + fertilización foliar desde botón floral	2,51 a	0,54 a	2,19 a	29,34 a	42,55 a
	T3 Aumento dosis fertilización potásica	2,52 a	0,55 a	2,14 a	28,60 a	38,40 ab
	T4 Fertilización foliar Ca endurecimiento hueso	2,52 a	0,59 a	2,23 a	27,71 a	33,96 b

Letras diferentes para cada nutriente, representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos según el test de Duncan, p<0,05.

Para realizar la fertilización foliar (en T2 y T4) se utilizó la estrategia Ca-CSIC, desarrollada por el grupo NPCF de la EEAD-CSIC, que incorpora un aditivo de uso alimentario, que permite una permanencia más prolongada del producto en el fruto y una mejor liberación/absorción de los nutrientes que contienen los tratamientos foliares aplicados.

Para cada uno de los tratamientos se realizaron 3 repeticiones (bloques) al azar, cada una de 3 árboles.

Resultados

A continuación, se muestran los principales resultados sobre el diagnóstico nutricional tanto en flor y hoja como en los distintos parámetros de calidad del fruto.

Diagnóstico nutricional en flor y hoja

No se observaron diferencias en las concentraciones de Ca en flor entre tratamientos para ninguna de las dos variedades estudiadas (**cuadro III**).

En el caso del T4, no se esperaba ese aumento en el contenido de Ca puesto que la aplicación de Ca se realizó durante endurecimiento de hueso (posterior a la toma de muestras de flor).

En el caso del Mg, no se observaron diferencias entre tratamientos para la variedad Pepito, aunque en el caso de Marieto se observó un menor contenido en las flores de los árboles bajo fertilización foliar desde botón floral con respecto al contenido de los T3 y T4 (**cuadro III**).

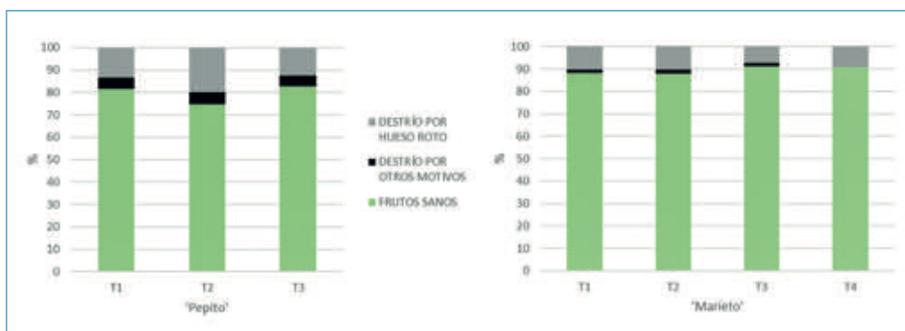
En el caso del contenido de B en flor, los T2 y T3 mostraron mayores concentraciones en el caso de la variedad Pepito, aunque estas diferencias no se observaron en el caso de Marieto (**cuadro III**).

Por último, el contenido de Zn en la flor de Pepito fue mayor en el tratamiento T2 (fertilización desde botón floral). Sin embargo, no se observó esta diferencia en Marieto (**cuadro III**). Tampoco se observaron diferencias estadísticamente signifi-

FIG. 1 Distribución de calibres en el momento de cosecha en las variedades Pepito y Marieto bajo las diferentes estrategias de fertilización estudiadas.



FIG. 2 Porcentaje de frutos sanos, destrío por hueso roto y destrío por otras causas en las variedades Pepito y Marieto bajo las diferentes estrategias de fertilización estudiadas.



tivas entre tratamientos para la concentración de Ca, Mg, K y B en hoja (**cuadro IV**).

En el caso del contenido de Ca, en el T4, cabe remarcar que las muestras fueron tomadas antes de la aplicación durante endurecimiento de hueso. Sin embargo, en el caso del Zn, en ambas variedades y de manera similar a lo observado en flor, el T2 (manejo habitual + fertilización Ca-CSIC desde botón floral) mostró los mayores valores de contenido de Zn en hoja, aunque sin ser significativamente diferentes de las del T3 en el caso de Marieto.

Medición de SPAD y fluorescencia en hoja

Se determinó la concentración clorofílica en hoja (SPAD) así como la capacidad fotosintética (fluorescencia) para realizar un seguimiento del estado de salud general

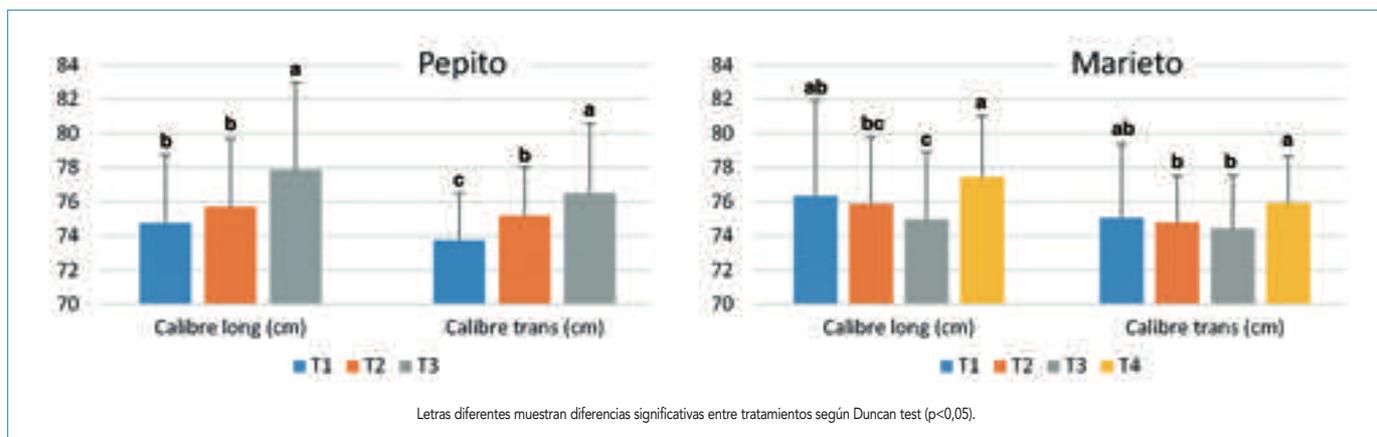
del cultivo en ambas parcelas experimentales (en mayo). Los resultados mostraron unos contenidos de clorofila y de actividad fotosintética adecuadas, sin diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Destrío y el calibre de los frutos en el momento de cosecha

En general, no se observaron diferencias significativas sobre la distribución de calibres de fruto en el momento de cosecha bajo los tratamientos estudiados. Sin embargo, sí que pudo observarse un mayor porcentaje de frutos de calibres grandes (15 y 18) en todas las estrategias de fertilización comparadas al tratamiento control (T1) para ambas variedades (**figura 1**).

Se observó un mayor porcentaje de destrío en los frutos de la variedad Pepito (17-25%) que en los frutos de la variedad

FIG. 3 Efecto de los tratamientos sobre el tamaño del fruto (calibre longitudinal y transversal) en las variedades Pepito y Marieto.



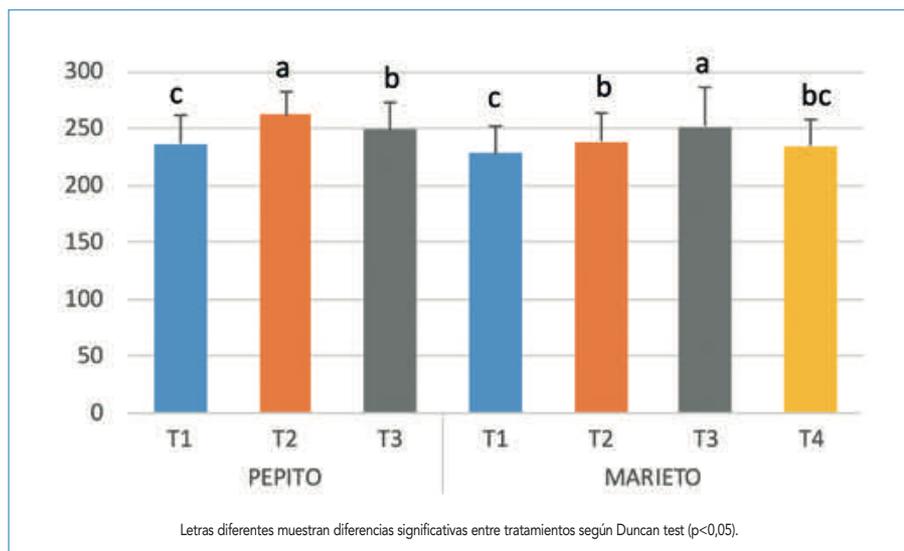
Marieto (entre 8 y 12%) (figura 2), pero no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos para el porcentaje de destrío para ninguna de las dos variedades. Sin embargo, el mal de hueso supuso la causa mayoritaria de dicho destrío, representando entre un 84 y un 100% del total en el caso de Marieto y entre un 68 y un 78% del destrío en el caso de Pepito. No se observaron diferencias estadísticamente significativas para la incidencia de “mal de hueso” entre los tratamientos estudiados.

Cabe resaltar, que durante esta campaña no se observaron daños por mancha corchosa en ninguna de las dos variedades estudiadas, por lo que no pudo comprobarse el efecto del aumento de la fertilización potásica (T3) sobre la incidencia de esta fisiopatía postcosecha.

Calidad del fruto

Los tratamientos de fertilización llevados a cabo indujeron diferencias significativas en algunos parámetros de la calidad del fruto en cosecha, como son el peso y el tamaño del fruto (figuras 3 y 4). En el caso de la variedad Pepito, el aumento de fertilización potásica (T3), indujo un mayor calibre de fruto, tanto longitudinal como transversal, que los otros dos tratamientos

FIG. 4 Efecto de los tratamientos sobre el peso del fruto en las variedades Pepito y Marieto.



analizados, así como un mayor peso de fruto que en el tratamiento control. La fertilización foliar desde botón floral aplicada en el T2, indujo un mayor calibre de fruto que en el tratamiento control, así como el mayor peso de fruto de los tres tratamientos analizados.

En el caso de la variedad Marieto, la fertilización foliar de calcio durante el endurecimiento de hueso mediante la estrategia Ca-CSIC, indujo un mayor calibre

de fruto que los T2 y T3, aunque no fue significativamente diferente del control. En cuanto al peso del fruto, el tratamiento con un aumento de dosis potásica fue el que produjo un mayor peso del fruto, significativamente mayor al resto de tratamientos.

Las distintas estrategias nutricionales también indujeron diferencias en parámetros como la firmeza del fruto, su contenido en sólidos solubles y acidez, y el color de la piel (cuadro V). En el caso de la varie-



Máximo control de trips y orugas

Eficacia natural

Spintor[®] 480SC

Qalcova[™] active

INSECTICIDA

Certificado para ECOLÓGICO

- Máximo control de trips y orugas.
- Selectivo para melocotones, nectarinas y albaricoques.
- Baja toxicidad para aplicadores y Medio Ambiente.

CUADRO V

EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE ASPECTOS DE CALIDAD DE FRUTO EN EL MOMENTO DE COSECHA.

Variedad	Tratamiento	Firmeza (kg/cm ²)	SS (°Brix)	Ácido málico (g/kg)	Color L*	Color a*	Color b*
PEPITO	T1 Testigo (manejo habitual)	37,38 a	14,76 a	6,96 a	72,13 a	14,74 ab	51,48 a
	T2 Manejo habitual + fertilización foliar desde botón floral	32,65 b	14,80 a	6,49 ab	71,78 a	15,08 a	51,24 a
	T3 Aumento dosis fertilización potásica	36,30 a	14,48 a	6,19 b	71,61 a	13,90 b	49,49 b
MARIETO	T1 Testigo (manejo habitual)	33,56 ab	12,95 ab	6,46 a	64,81 b	17,51 a	40,57 b
	T2 Manejo habitual + fertilización foliar desde botón floral	35,25 ab	13,15 a	6,48 a	66,16 a	16,72 a	42,23 a
	T3 Aumento dosis fertilización potásica	35,91 a	12,62 b	6,48 a	65,04 b	17,05 a	41,65 ab
	T4 Fertilización foliar Ca endurecimiento hueso	33,15 b	13,18 a	6,39 a	66,28 a	16,54 a	41,56 ab

Letras diferentes para cada nutriente, representan diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos según el test de Duncan, p<0,05.



Los tratamientos de fertilización llevados a cabo indujeron diferencias significativas en el peso y el tamaño del fruto.

dad Pepito, la fertilización desde botón floral (T2) indujo una menor firmeza de fruto en el momento de cosecha, que puede indicar un estado de madurez más avanzado debido a un ligero adelanto en la fecha óptima de cosecha. Esta hipótesis concordaría con la mayor intensidad de color rojo (color a*) observado en los frutos de este tratamiento en comparación con el T3.

En el caso de la variedad Marieto, el aumento de fertilización potásica (T3) indujo mayor firmeza de fruto que en el tratamiento con calcio durante endureci-

miento de hueso (T4), así como un menor contenido en sólidos solubles y una menor luminosidad (color L*) de la piel del fruto.

Conclusiones

Nuestros resultados subrayan la importancia de mantener un estatus nutricional óptimo durante el ciclo completo de la planta para conseguir una excelente calidad de fruto, puesto que las reservas acumuladas en la estación en curso serán rápidamente transformadas en órganos vegetativos y

generativos (raíces, brotes, hojas, flores y frutos) en la siguiente estación.

Por otro lado, a pesar de que la nutrición mineral radicular es la vía natural de aporte de nutrientes a la planta, en el cultivo de frutales, es preciso recurrir a la fertilización foliar localizada para asegurar un correcto equilibrio nutricional de todos los órganos de la planta, especialmente los de rápido crecimiento como los frutos. ■

AGRADECIMIENTOS

Los resultados presentados en esta publicación son parte del proyecto Innomel: Innovaciones tecnológicas y agronómicas para mitigar fisiopatías en melocotón tardío, financiado en la convocatoria de Grupos de Cooperación regulada por la Orden AGM/53/2020 dentro del marco del Programa de Desarrollo Rural para Aragón 2014-2020. Los autores agradecen a las empresas La Calandina Soc. Coop. LTDA y Cardona y Celma SL y, en especial, a Carlos Poblador y Gerardo Balaguer, por el trabajo y el espíritu de colaboración en este proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Blanco, A., Fernández, V., Val, J., 2010. Improving the performance of calcium-containing spray formulations to limit the incidence of bitter pit in apple (*Malus x domestica* Borkh.). *Sci. Hortic.* 127, 23-28.
- Drogoudi, P., Pantelidis, G.E. 2022. Impact of genetic and climatic parameters on split-pit incidence in peach and nectarine. *Scientia Horticulturae* 297, 110970.
- Fernández, V., Eichert, T., 2009. Uptake of hydrophilic solutes through plant leaves: current state of knowledge and perspectives of foliar fertilization. *Crit. Rev. Plant Sci.* 28, 36-68.
- Hilaire, C., Mathieu, V., Scandella, D., 2000. La qualité organoleptique des peches et necta-rines. *Infos - Ctifl* 161, 26-29.
- MAPA, 2024. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. <https://www.mapa.gob.es>.
- Val, J., Monge, E., Blanco, A., Espada, J.L., 2010. The effects of Ca applications on peach fruit mineral content and quality. *Acta Hortic.* 868, 405-408.
- Val, J., Díaz, A., Cantín, C.M., Del Río, S. 2022. Avances en el estudio de fisiopatías emergentes del melocotón tardío. Nuevas herramientas de diagnóstico y corrección de la mancha corchosa. *Vida Rural*, 510: 32-37.



HEROGRÁ
GROUP

Herophos-k



El fósforo ecológico más eficiente del mercado, con calcio de origen 100% natural y potasio de rápida asimilación



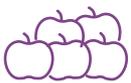
¿QUÉ BENEFICIOS APORTA?



Potencia las etapas de enraizamiento, floración y cuajado.



Favorece el engorde y maduración del fruto.



Aumenta la producción del cultivo.



Potencia el metabolismo de la planta.



Promueve una mayor resistencia del cultivo frente a condiciones de estrés.

COMPOSICIÓN % m/v

