

La nutrición de calcio en melocotonero. Empleo del isótopo estable ^{44}Ca

Francisca Carrasco-Cuello¹, Estanis Torres¹, Ramon Dolcet-Sanjuan¹, Miquel Pascual², Ana Quiñones³, Rosa Altisent¹, Luis Asín¹, Josep Rufat¹

¹IRTA Fruitcentre. Lleida, Spain.

²ETSEA-UDL. Lleida, Spain.

³IVIA. Valencia, Spain.

E-mail: francisca.carrasco@irta.cat / josep.rufat@irta.cat

En este artículo se resumen las tareas realizadas y la perspectiva de futuro en el marco del proyecto ^{44}Ca Peach para el abordaje de la problemática del calcio en melocotonero desarrollado por el IRTA Fruitcentre de Lleida, aunando la experiencia de los programas de Fruticultura y Uso Eficiente del Agua en Agricultura. El estudio de la problemática del calcio y su importancia para la calidad del fruto son trascendentales para poder aportar estrategias eficientes de suministro de calcio a los cultivos y mejorar, así la calidad de los frutos. Comprender la dinámica de absorción y distribución del calcio en melocotonero mediante el isótopo estable de calcio ^{44}Ca nos permitirá poder diseñar planes estratégicos de fertilización más eficientes y respetuosos con el medio ambiente.



El proyecto ^{44}Ca Peach nos acerca a la problemática del calcio en melocotonero, para comprender las dinámicas y factores que influyen en su absorción y distribución en la planta, así como estrategias para incrementar su movilidad y acumulación en el fruto. Como principal objetivo, surge el paradigma de diseñar estrategias de abonado

eficientes y eficaces, respetuosas con el medio ambiente. A partir de aquí, todo el conocimiento aportado sobre esta temática supondrá un avance en el sector, de gran importancia en el Valle del Ebro y cuenca del Mediterráneo.

Enfoque in vitro en la nutrición del calcio en melocotonero, el Biorreactor GreenTray® como entorno novedoso para estudios de nutrición vegetal

Concretamente, mediante nuestro trabajo aportamos, a la problemática descrita, dos enfoques novedosos y actuales de gran interés para investigadores y mejoradores. El primero, es su abordaje desde el estadio inicial de la producción vegetal, el cultivo in vitro de plantas. Mediante este enfoque somos capaces de conocer el comportamiento de diferentes portainjertos in vitro en condiciones controladas de nutrición, intensidad lumínica, transpiración, aireación y temperatura. Para este cometido, contamos con los biorreactores GreenTray, recientemente patentados por nuestro equipo (Dolcet Sanjuan & Mendoza, 2018), para un cultivo in vitro que simula mejor las condiciones de crecimiento in vivo de las plantas, más controlado y eficiente en su manejo (Figura 1).

GreenTray nos permite obtener en un tiempo récord un material vegetal de gran calidad y poder diseñar experimentos de nutrición en un microclima controlado y conocido. Además, el empleo del isótopo estable de calcio ^{44}Ca en el sistema GreenTray supone una herramienta que nos permite conocer el destino del Ca aportado por los fertilizantes de manera exhaustiva, junto con un ahorro de materiales y una reducción del tiempo de trabajo muy interesante para realizar una primera aproximación de las problemáticas de nutrición vegetal en los portainjertos de Prunus.



Figura 1. El Biorreactor GreenTray de inmersión temporal controlada de medio en nuestros laboratorios de cultivo in vitro en el IRTA Fruitcentre de Lleida.

En este sentido, ya hemos obtenido resultados muy interesantes en la evaluación de la absorción y distribución del calcio para los porta-injertos de mayor interés agronómico en el sector como son Rootpac 20, Garnem (GxN) y GF-677. Mediante estos ensayos hemos podido comprobar la relación entre el pH del medio y la concentración de calcio en la solución nutritiva con el crecimiento de las plantas, así como entre la transpiración

y la localización y absorción del calcio en la planta. Como primeros resultados, podemos adelantar que las plántulas en cultivadas en medios con pH bajos, altas concentraciones de calcio y mejores condiciones de transpiración presentaron mejor crecimiento, absorción y transporte de calcio hacia las partes superiores de la planta. Además, nuestros resultados resaltan la capacidad del porta-injerto GxN en la absorción de calcio por las raíces respecto al resto de porta-injertos evaluados. Este abordaje supone una nueva visión de los trabajos de nutrición vegetal y un nuevo sistema para reproducir in vitro condiciones controladas evocando factores ambientales.

El calcio ⁴⁴ como estrategia novedosa en estudios de nutrición en melocotonero

El segundo componente novedoso de gran interés en nuestro trabajo es el empleo de calcio ⁴⁴ (⁴⁴Ca), un isótopo de calcio no radioactivo presente en la naturaleza, aunque en concentraciones inferiores a las que se aplica con los fertilizantes del estudio. Por ello, mediante el enriquecimiento de la solución nutritiva con este isótopo, somos capaces de localizar el calcio absorbido del aplicado en la solución fertilizante en diferentes partes de la planta, discriminándolo del presente en la planta o en el sustrato. Esto es de gran importancia en el estudio de los factores que intervienen en la absorción del calcio por las raíces y su movimiento a la parte superior de la planta.

En este cometido, diseñamos ensayos in vitro, en macetas y evaluamos la eficacia de las aplicaciones foliares mediante ensayos de localización de calcio en frutos en campo, entre otros. Ensayos previos de marcaje isotópico realizados por nuestro equipo han aportado resultados muy interesantes en la fertirrigación en melocotonero de gran transcendencia en el sector, por lo que apostamos por esta estrategia en el planteamiento de nuestros nuevos ensayos relacionados con la problemática del calcio en melocotonero en el Valle del Ebro.



Figura 2. Evaluación de las condiciones fisiológicas del cultivo en la finca experimental del IRTA en Gimènells (Lleida).

Factores agronómicos que influyen en la absorción del calcio

Determinados factores agronómicos que puedan influir en la transpiración del cultivo, como el riego o la poda, o, por otro lado, la variedad, el portainjerto o su morfología serán evaluados para aportar una visión holística de la incógnita (Figura 2). Además, diferentes compuestos de calcio como el cloruro de calcio (CaCl_2), nitrato de calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ o el tiosulfato de calcio CaS_2O_3 , entre otros, están siendo evaluados como tratamientos más convenientes, tanto radiculares como foliares, así como el momento más oportuno para su aplicación, aportando una guía en la gestión de la nutrición de calcio en melocotonero para los agricultores y las agricultoras. Tras estos enfoques, será evaluada la calidad de la fruta y su vida postcosecha en todos los casos (Figura 3).

¿Qué compuesto será el más eficiente y cómo lo hemos de aplicar para garantizar una vida postcosecha y una calidad de la fruta excelentes? ¿Qué estrategia es la más adecuada para incrementar el contenido de calcio en la fruta? ¿Cuáles son las mejoras de incrementar el contenido de calcio en melocotonero en términos de calidad y vida útil de la fruta? Estas, entre otras, serán las incógnitas que resolveremos en este proyecto.

Por otro lado, hemos podido comprobar que otras estrategias recomendadas para el incremento de calcio en el fruto y la disminución de patologías relacionadas con este en manzana y tomate (Freitas et al., 2011; McArtney et al., 2014) no son útiles en principio para el cultivo del melocotón y la nectarina. Estudios realizados por nuestro equipo comprobaron la importancia del contenido de calcio en el fruto en relación con el bitter pit en manzano y desarrollaron estrategias para predecir y mejorar su contenido en cosecha y mejorar así su calidad (Casero et al., 2001; Torres et al., 2017a; Torres et al., 2017b; Torres et al., 2021). En el caso del melocotón, se vislumbrará la problemática del calcio desde nuestra amplia experiencia en manzano, para, asimismo, poder aportar estrategias útiles para afrontar los inconvenientes que la falta de calcio produce en la fruta.



Figura 3. Evaluación de parámetros de calidad de la fruta en las instalaciones del IRTA Fruitcentre de Lleida.

Una visión de futuro en la problemática del calcio en melocotonero

Mediante este enfoque, se pretende ampliar y focalizar el conocimiento sobre la problemática del calcio en melocotonero, desde la planta hasta el fruto, para así mejorar la calidad y vida postcosecha de la fruta, garantizando y valorando el producto en el mercado nacional e internacional. Nuestras aspiraciones supondrán una visión novedosa de la problemática que aportará información inédita y abrirá nuevas puertas a futuras investigaciones y trabajos relacionados con la nutrición de los cultivos.

Agradecimientos

El proyecto 44CaPeach está financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2019-111583RR-I00) y el IRTA. Queremos también agradecer el Fondo Social Europeo "FSE invierte en tu futuro" por el contrato predoctoral PRE2020-095467 (Carrasco-Cuello, F) y a Sandra Franquesa, Maria Casanovas, Eva Alsina, Paula Regany, David Caimel, Nuria Farré, Carles París, Mercè Mata, Xavier Vallverdú y Jordi Oliver por el apoyo.

Referencias

Casero, T., Benavides, A., Recasens, I., & Rufat, J. (2001). Preharvest calcium sprays and fruit calcium absorption in Golden apples. In *International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants* 594 (pp. 467-473).

Dolcet-Sanjuan, R., & Mendoza, C.R., 2018. Reactor system for the in vitro culture of plant material, kit to transform a receptacle in an adequate reactor for such system, and method for the in vitro culture of plant material with such reactor system. Patent No. ES2763637B1; IRTA, Spain.

Freitas, S. T., Shackel, K. A., & Mitcham, E. J. (2011). Abscisic acid triggers whole-plant and fruit-specific mechanisms to increase fruit calcium uptake and prevent blossom end rot development in tomato fruit. *Journal of Experimental Botany*, 62(8), 2645-2656.

McArtney, S. J., Abrams, S. R., Woolard, D. D., & Petracek, P. D. (2014). Effects of S-abscisic acid and (+)-8'-acetylene abscisic acid on fruit set and stomatal conductance in apple. *HortScience*, 49(6), 763-768.

Torres, E., Alegre, S., Recasens, I., Asín, L., & Lordan, J. (2021). Integral procedure to predict bitter pit in 'Golden Smoothee' apples based on calcium content and symptom induction. *Scientia Horticulturae*, 277, 109829.

Torres, E., Recasens, I., Àvila, G., Lordan, J., & Alegre, S. (2017b). Early-stage fruit analysis to detect a high risk of bitter pit in 'Golden Smoothee'. *Scientia Horticulturae*, 219, 98-106.

Torres, E., Recasens, I., Lordan, J., & Alegre, S. (2017a). Combination of strategies to supply calcium and reduce bitter pit in 'Golden Delicious' apples. *Scientia Horticulturae*, 217, 179-188.