

Resumen

A escala mundial, la Citricultura es uno de los sectores dentro de la Fruticultura con mayor producción, superando los 158 millones de toneladas en el año, pero es sensible de un gran número de estreses abióticos al ser un cultivo subtropical. La baja temperatura es uno de los estreses abióticos que más afecta a los cítricos produciendo grandes pérdidas anuales. El cambio climático está muy presente dando lugar cambios en los patrones de El tiempo originando un gran número de olas de frío y calor. Pero gracias a la técnica del injerto y al uso de patrones de cítricos los problemas causados por los estreses abióticos pueden mejorarse. El IVIA cuenta con un programa de mejora de patrones cuyo objetivo es la búsqueda de nuevo material vegetal con el fin de satisfacer los problemas de la citricultura. Tradicionalmente, el patrón más tolerante a la baja temperatura es *Poncirus trifoliata*, el cual se han realizado la mayoría de los trabajos en la bibliografía. Como patrón sensible, se empleó *Citrus macrophylla* ya que se trata de un patrón del tipo limonero que se sabe popularmente de su sensibilidad al frío. También se empleó el patrón citrange Carrizo, el cual se trata de patrón comercial más cultivado en España en la actualidad y la variedad Taroco Rosso, que se sabe de su pigmentación a causa de la baja temperatura. Así pues, los capítulos planteados en la presente tesis fueron: 1. Estrés a baja temperatura a corto plazo, 2. Estrés a baja temperatura a largo plazo y 3. El efecto del patrón en la variedad Tarocco Rosso.

Del capítulo 1 se extrajo que el mejor experimento para el rastreo de patrones de cítricos tolerantes a bajas temperaturas a corto plazo fue aplicando un estrés a 4 °C durante 5 días con períodos de aclimatación de 0, 5, 10 y 24 horas. Los genes que se seleccionaron como candidatos para realizar el rastreo de selección fueron los genes putativos de *CAMTA3*, *CAMTA5*, *CBF1* y *COR413IM1*. A pesar de no obtener la inducción de los genes putativos de síntesis y transporte de prolina a tiempos cortos, no se descartó como posible osmolito importante en la respuesta a frío dada la expresión basal del transportador *PROT2* en el patrón *Poncirus trifoliata*.

En el capítulo 2 se averiguó que la expresión de los genes *CP22*, *PSB27* y *PSB28* podrían ser los responsables de la mayor protección de los fotosistemas del patrón Carrizo frente al exceso de irradiación causado por la parada de la fotosíntesis. Lo que le podría conferir una mayor recuperación de la actividad fotosintética del FSII. Las acuaporinas resultaron tener una pequeña contribución en las relaciones hídricas del patrón tolerante Carrizo promoviendo un mayor paso de agua a nivel apoplástico repercutiendo en el potencial hídrico y en una menor deshidratación. La inducción de los genes de respuesta a baja temperatura tuvo lugar a partir de la ruta dependiente e independiente de CBF en ambos patrones, aunque en mayor medida en el patrón Carrizo. Estos resultados sugieren que, a 15 días de frío, las plantas injertadas con el patrón Carrizo estaban ya totalmente aclimatadas a la exposición a bajas temperaturas, mientras que el patrón *Citrus macrophylla* continuaba luchando por mantener el ajuste de la expresión de miles de genes con el fin de enfrentarse al estrés. El estrés por exceso de irradiación podría estar activando a *HY5* en mayor medida en el patrón Carrizo, lo que podría estar activando la ruta de síntesis de antocianos dando lugar a una mejor aclimatación. El aminoácido prolina, el azúcar rafinosa y los antocianos podrían estar actuando como protectores de los fotosistemas y antioxidantes de mayor manera en las plantas injertadas con el patrón Carrizo. La mayor síntesis y concentración de hormona ABA en las raíces del patrón Carrizo junto con una mayor expresión génica en Carrizo de los genes transportadores de la familia *NRT1*, *ABCG40* y *ABCG22* sugieren una conexión entre patrón-variedad que

estaría promoviendo una mayor señalización de la respuesta a ABA aportando una mejora en su respuesta frente a bajas temperaturas. Todo ello sugiere que la tolerancia a bajas temperaturas en los cítricos es un carácter transmisible de patrón a variedad y que además sería un carácter cuantitativo en el que estarían implicados muchos genes ejerciendo pequeños efectos aditivos.

En el capítulo 3 se obtuvo que Los frutos de Tarocco Rosso cultivados con el patrón citrange Carrizo tolerante a bajas temperaturas obtuvieron una mayor habilidad para la síntesis de ácido ferúlico y ácido clorogénico, dos potentes antioxidantes de interés comercial. Los frutos de Tarocco Rosso cultivados con el patrón citrange Carrizo tolerante a bajas temperaturas obtuvieron una mayor concentración de cianidin 3-(6'-malonilglucósido), cianidin 3-glucósido, delphinidín 3-glucósido y cianidin 3-(6'-dioxalil)-glucósido, antocianinas causantes de la deseada coloración en zumo de naranjas pigmentadas gracias al aumento de expresión de los genes de biosíntesis de antocianinas y flavonoides *FLS*, *DFR*, *CHS* y *CHI*. La activación de la ruta de antocianinas correlacionó con la activación del factor de transcripción putativo *PAPI*, por lo que se podría proponer como un posible inductor de la ruta de antocianinas en cítricos.

El tratamiento de postcosecha a 9 °C fue el tratamiento que mayor inducción produjo en la ruta de síntesis de antocianinas. Finalmente pudimos concluir que la elección de un patrón tolerante a bajas temperaturas, como es el caso de citrange Carrizo, potencia las cualidades deseadas de coloración y por ende de concentración de antocianos en los frutos de la variedad pigmentada Tarocco Rosso.