

Efecto de diferentes estrategias de riego sobre la nutrición, la calidad y el pardeamiento interior de la corteza de la granada.

Julián Bartual^{1,2}, Maria J. Navarro¹, Jose M Blasco³, Francisco Espinosa³, Manuel Ortiz¹.

¹Estación Experimental Agraria de Elche (STT), CV-855, Km 1. 03290 Elche.

²Centro de Investigación e Innovación Agroalimentario y Agroambiental (CIAGRO-UM), 03312 Orihuela (Alicante).

³Cambayas Coop. Valenciana. Pol-2, nº 40. Las Baias, 03292 Elche (Alicante)

Autor para correspondencia: bartual_jul@gva.es

Palabras clave: pardeamiento enzimático, macronutrientes, alteración fisiológica, pH,

Resumen

El granado (*Punica granatum L.*) es un frutal tradicional en zonas subtropicales cálidas y semi-áridas, recientemente considerado como cultivo alternativo. La disponibilidad de agua para el riego es un factor limitante en el sureste peninsular español, la zona de producción más importante de la granada en España. En los últimos años se está observando una alteración fisiológica en la granada que ocasiona el pardeamiento de la cara interior de la corteza y que se muestra más aparente tras la conservación en cámara frigorífica. El presente ensayo trata de determinar el efecto manejo de riego sobre la nutrición de la planta, la calidad de la fruta y el pardeamiento interior de la corteza del fruto. Los tratamientos ensayados (T1 a T6) han sido de aplicación de dos dosis de riego (para reponer el 100% de la ETc y de riego deficitario sostenido (RDS, restricción del 50 % durante todo el ciclo de cultivo) con el empleo en las líneas portagoteros de emisores de diferente caudal (8, 4 y 2 L/h, respectivamente). Se ha realizado el análisis de macro y microelementos minerales en el fruto y los parámetros de calidad de la fruta de color exterior de la corteza y del zumo (CIELab*), SST (°Brix), pH, acidez titulable e índice de madurez del zumo y el índice de pardeamiento de la corteza. En los resultados obtenidos, no se encontraron diferencias significativas en los parámetros medidos debidas al caudal del emisor. El RDS aumentó la coloración externa del fruto, el rendimiento en zumo y el índice de madurez, redujo el espesor de la corteza y no afectó al color del zumo. El riego deficitario redujo la afección de pardeamiento interno tras la conservación.

INTRODUCCIÓN

El granado (*Punica granatum L.*) es un frutal tradicional en zonas subtropicales cálidas y semiáridas del planeta. La superficie mundial cultivada es de aproximadamente 700.000 ha y tiene una producción estimada de 7,8 millones de t, siendo los principales países productores India, China e Irán (Bartual et al, 2021). La disponibilidad de agua para el riego es un factor limitante en muchas de sus áreas de cultivo como el sureste peninsular español, la zona de producción más importante de la granada en España, donde la precipitación media es inferior a 270 mm anuales. Una primera aproximación al estudio de las necesidades de riego en el granado fue abordada por Bonet et al (2012) tomando de partida los datos de la demanda evaporativa y proponiendo un coeficiente de cultivo (Kc) experimental para el granado. La tendencia actual en el diseño agronómico en nuevas instalaciones del riego

localizado en árboles frutales es utilizar emisores de menor caudal que los tradicionales hasta ahora, de 8 ó 4 L/h. En los últimos años se está observando un aumento de una alteración fisiológica que ocasiona el pardeamiento de la cara interior de la corteza y que se muestra más aparente tras la conservación en cámara frigorífica, posiblemente como consecuencia de daños por frío, aunque se están empleando temperaturas similares de conservación, 6-7 °C y 85-90% de HR; por lo que se considera un parámetro importante a evaluar en relación con la estrategia de riego aplicada.

El objetivo del presente trabajo es optimizar la utilización del agua de riego con diferentes estrategias de riego y emisores de goteo, tendentes a disminuir los aportes hídricos con el menor impacto posible en la producción y en la calidad de la cosecha, y estudiar las relaciones de estas estrategias con la nutrición en la planta y las alteraciones fisiológicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal e instalación.

El ensayo se está realizando en una parcela comercial de granado cv. Mollar de con árboles de 10 años en Elche (Alicante). El marco de plantación es de 3x4 m y las técnicas de cultivo son las habituales en la zona. Se han instalado dos nuevas líneas porta-goteros por fila. Los tratamientos del ensayo (**T1 a T6**) combinan el manejo del riego con dos estrategias de riego: **a)** para cubrir el 100% de la ETc y **b)** riego deficitario sostenido (RDS) para cubrir el 50% ETc, y para cada una de estas estrategias 3 tipos de emisores **a)** 2 L/h (16 goteros por árbol), **b)** 4L/h (8 goteros por árbol) y **c)** 8 L/h (4 goteros por árbol). El diseño estadístico es de bloques al azar de 8 árboles y 3 repeticiones por tratamiento. Se han instalado sensores capacitivos (FDR) para determinar la humedad del suelo en continuo y se ha realizado la medición de potencial de tallo al mediodía, con la cámara de presión para determinar el estado hídrico de la planta.

Métodos analíticos

Se realizó el análisis de macro y microelementos minerales (N, P, K, Ca, Mg, Na, S, B, Fe, Cu, Mn y Zn) del fruto en madurez comercial, separando la parte comestible y la corteza, siguiendo los métodos oficiales de análisis. Los parámetros de calidad de la fruta obtenidos en laboratorio sobre 3 repeticiones de 5 frutos por bloque de tratamiento han sido peso del fruto, espesor de la corteza (mm), rendimiento en zumo (%), color (CIELab*) de la piel, del arilo y del zumo, pH, contenido en sólidos solubles (SST, en °Brix), acidez titulable (AT, g de ácido cítrico/100 ml), índice de madurez (IM = SST/AT)

Pardeamiento

La severidad del pardeamiento interno se ha realizado según la escala cualitativa relacionada con el porcentaje de superficie interior de la corteza afectada visualmente: 1 (ausencia de síntomas), 2 ($\leq 25\%$), 3 (25-50%), 4 (50-75%) 5 ($\geq 75\%$). La evaluación del pardeamiento se realizó sobre frutos recién recolectados y tras la conservación en frío. Los frutos una vez recolectados fueron introducidos en bolsa de plástico Extend® de 5 Kg y almacenados a 6°C (HR=85±3 %) durante 8 semanas cámara frigorífica. Las determinaciones analíticas fueron sujetas al análisis de la varianza (ANOVA). La comparación de medias se ha realizado con la prueba de Tukey, utilizando Statgraphics v 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores máximos de estrés hídrico por el potencial de tallo se obtuvieron en los tratamientos RDS con -2.54 MPa (T-1) y -2,44 MPa (T-2), obtenidos el 29 de julio, correspondiendo el de valor absoluto menor para ese día (-1,76 MPa) al T-4 (100% ETc; emisor de 8 L/h).

En la composición mineral de la parte comestible de la fruta, no se observaron diferencias significativas. En los valores en la corteza (**Fig.1**) han sido menores en K y B en el tratamiento RDS. Aspecto relevante de cara a considerar posibles efectos de composición de las células que padecen el pardeamiento, ya que el K, como antagonista del calcio (Ca), retarda su absorción, tanto en frutos como en hojas.

Los resultados obtenidos de los tratamientos de riego deficitario, se muestran diferencias debidas a la calidad del fruto. En concreto, el RDS aumentó la coloración externa del fruto (**Tabla 1**), aumentando el valor del parámetro a^* relacionado con el rojo. En la composición del zumo, el RDS aumentó el porcentaje de SST y el índice de madurez (**Tabla 2**), pero sin diferencias en pH, ni acidez. Asimismo, el RDS también incrementó el rendimiento en zumo del fruto, mientras que redujo el espesor de la corteza y no afectó al color del zumo (datos no mostrados). Estos datos sugieren una buena adaptación de la granada 'Mollar' a condiciones de estrés hídrico sin pérdida de calidad interna. Los síntomas observados en las membranas carpelares y albedo son compatibles con daños por conservación en frío (Artes et al, 2000), aunque en este caso no se observaron daños exteriormente por punteado externo y no se percibió un aumento de la sensibilidad a las podredumbres. El pardeamiento se observó ligeramente ya en la fruta recién recolectada, en valores entre 1.22 y 1,58 de media siendo inferior en los tratamientos de RDS. Tras la conservación de 8 semanas en frío, para estos mismos tratamientos RDS la afección media fue inferior (2,2) frente a los que aplicaban el 100% ETc (3,3) (datos no mostrados), Los datos sugieren una deficiencia hídrica pueden reducir el pardeamiento interno, por su incidencia en aspectos nutricionales, composición de metabolitos o permeabilidad de las células de la corteza. No se observó efecto positivo por la conservación en bolsa.

CONCLUSIONES

El caudal del gotero no influyó en la calidad de la fruta. La estrategia de riego deficitario no perjudicó a la calidad comercial de la fruta y redujo la afección de la alteración fisiológica de pardeamiento interno en postcosecha. Es necesario profundizar en aspectos bioquímicos y fisiológico y la aplicación de técnicas de cultivo que reduzcan la sensibilidad al pardeamiento interno. Se han puesto en marcha nuevos ensayos para determinar el efecto de la nutrición en las condiciones de conservación.

Referencias

- Artés, F., Tudela, J.A., Villaescusa, R. 2000. Thermal postharvest treatments for improving pomegranate quality and shelf life. *Postharvest Biol. Technol.* 3: 245-251.
- Bartual J, Zuriaga, E and Badenes, M.L. 2021. International scenario of pomegranate production and utilization: Challenges and opportunities. *Ancient Fruit in Modern Horticulture*, Ed. ICAR-NRCP and SARP, Solapur, Maharashtra, India, p:1-5
- Bonet, L., Bartual, J. y Intrigliolo, D. 2012. Aproximación a la pauta de riego óptimo en granado. *Rev. Horticultura*, p:22-26.

Tablas y Figuras

Tabla 1. Características del color exterior de la corteza (CIELab*) de los diferentes tratamientos de riego de la parcela de granado. Letras diferentes representas diferencias significativas, p<0.05

Tratamiento	Riego	Emisor	CIELab*				
			<i>L* ext</i>	<i>a* ext</i>	<i>b* ext</i>	<i>C* ext</i>	<i>h ext</i>
T-1		- 8 L/h	58,36 b	33,71 ab	25,59	42,51	37,41 c
T-2	RDS-50	- 4 L/h	54,73 b	37,49 a	27,44	46,79	36,61 c
T-3		-2 L/h	58,48 b	33,15 ab	28,45	44,07	41,11 ab
T-4		- 8 L/h	59,71 ab	28,15 bc	26,21	39,16	43,52 ab
T-5	ETc 100	- 4 L/h	63,97 a	24,26 c	32,23	41,04	53,62 a
T-6		- 2L/h	67,15 a	21,55 c	29,51	37,06	54,43 a

Tabla 2. Características del zumo del fruto (SST, pH AT e IM) de los diferentes tratamientos de riego de la parcela de granado. Letras diferentes representas diferencias significativas, p<0.05

Tratamiento	Riego	Emisor	STT	pH	AT	IM
			(°Brix)		(%)	
T-1		- 8 L/h	17,97 a	4,04	0,27	66,20 a
T-2	RDS-50	- 4 L/h	18,10 a	4,01	0,28	66,44 a
T-3		-2 L/h	18,50 a	4,03	0,28	65,59 a
T-4		- 8 L/h	17,53 ab	4,08	0,29	61,40 b
T-5	ETc 100	- 4 L/h	16,97 b	4,07	0,28	60,30 b
T-6		- 2L/h	17,07 b	4,13	0,28	61,94 b

Figura 1. Elementos minerales de la corteza del fruto (sobre materia seca) de los diferentes tratamientos de riego en granado. La barra muestra la desviación típica.

