

## **Dinámica de crecimiento del fruto en níspero japonés ‘Algerie’ bajo tratamiento de riego deficitario precosecha.**

A. Stellfeldt<sup>1</sup>, J.J. Hueso Martín<sup>2</sup> y J. Cuevas González<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Dpto. Producción Vegetal. Universidad de Almería, La Cañada de San Urbano s/n, 04120, Almería, España.

<sup>2</sup> Estación Experimental de la Fundación Cajamar. Paraje las Palmerillas, 25, 04710 Santa María del Águila, El Ejido, Almería, España.

**Palabras Clave:** Riego deficitario controlado, crecimiento compensatorio del fruto, aclareo de frutos.

### **Resumen**

Los efectos del riego deficitario controlado (RDC) aplicado durante el desarrollo del fruto de níspero japonés se han estudiado comparando la respuesta del cv. *Algerie* a cuatro tratamientos de riego deficitario aplicados en diferentes momentos del ciclo anual del cultivo durante la campaña 2007/08. Todos los tratamientos incorporan un RDC poscosecha, que consistió en la restricción total del riego en poscosecha durante seis semanas, entre mediados de junio y finales de julio. A este RDC poscosecha se le añadió un periodo de RDC precosecha en diferentes momentos y con diferente duración según tratamiento. Los tratamientos fueron, T1: árboles testigo plenamente regados durante el desarrollo y la maduración del fruto hasta cosecha; T2: suspensión del riego desde el estado fenológico 2B hasta final de recolección (8 semanas); T3: suspensión del riego desde el estado fenológico 3B hasta final de recolección (6 semanas), y T4: suspensión del riego entre el estado fenológico 2B y 3B (2 semanas). Los resultados indican que ningún tratamiento de RDC aplicado durante el crecimiento y desarrollo de los frutos modificó el patrón de crecimiento del fruto, que en todos los casos se ajustó a una curva de tipo sigmoidal simple. Los tratamientos T2, T3 y T4 que incorporan un RDC precosecha presentaron una menor velocidad de crecimiento del fruto con respecto al tratamiento T1 a lo largo del periodo de riego deficitario. T4 no presentó diferencias significativas en la velocidad de crecimiento con respecto a T1 tras la reanudación del riego. El tratamiento T2 promovió el mayor ahorro de agua (37%), pero produjo una reducción en el calibre del fruto de un 8% con respecto al T1. En el tratamiento T3 el ahorro en riego fue de un 31%, mientras que el calibre del fruto se vio reducido en un 5%. En el tratamiento T4, el ahorro en agua de riego fue menor (23%), pero el calibre de los frutos apenas se redujo (2%). El menor tamaño del fruto bajo los diferentes tratamientos de RDC precosecha repercutió negativamente en la clasificación de la cosecha por calibres comerciales.

### **INTRODUCCIÓN**

El níspero japonés (*Eriobotrya japonica* Lindl.) es un frutal subtropical de hoja perenne de la familia *Rosaceae*, subfamilia *Maloideae*, originario del sureste de China (Lin et al., 1999). A pesar de su origen asiático, su buena adaptación al clima mediterráneo ha favorecido una rápida expansión de esta especie por la cuenca mediterránea. China es el mayor productor a nivel mundial. No obstante, España lidera el mercado con el 84% de las exportaciones mundiales de níspero japonés (Caballero y Fernández, 2004). Los frutos de níspero japonés maduran a principios de primavera,

cuando no hay otros frutos de temporada en el mercado. Los precios son elevados a principio de temporada hasta la mitad del mes de abril, luego caen drásticamente y ya no se recuperan. Por ello el principal factor que determina su precio es la precocidad. El estrés hídrico ha sido usado exitosamente para promover la floración en frutales tropicales y subtropicales (Chaikiattiyos et al., 1994). El níspero responde de un modo similar a otros frutales subtropicales en los cuales el estrés hídrico promueve la floración. En este sentido, en anteriores experiencias, hemos conseguido aumentar la precocidad de la cosecha mediante un adelanto de la floración en respuesta al riego deficitario controlado (RDC) (Cuevas et al., 2007; Cuevas et al., 2008; Hueso y Cuevas, 2008).

El RDC surge como técnica de manejo para enfrentar situaciones de disponibilidad limitada de agua. Esta técnica se basa en reducir la cantidad de agua aplicada en los periodos fenológicos en que las plantas son menos sensibles a la falta de humedad, y cubrir aquellas necesidades de los cultivos durante los periodos críticos, que están generalmente asociadas a la floración y a las primeras etapas de desarrollo del fruto (Naor, 2006). El RDC aplicado durante el desarrollo del fruto reduce su tasa de crecimiento y afecta el tamaño final en muchas especies frutales. El efecto sobre el tamaño final del fruto depende de la intensidad y el momento de aplicación del RDC. En diferentes investigaciones, no obstante, se ha observado que una aplicación de riego deficitario durante la primera etapa de desarrollo del fruto no afecta negativamente al crecimiento de éste si el estrés hídrico es breve (Mitchell et al., 1989). La aceleración del crecimiento del fruto provocada por el cese de un factor de estrés (en este caso hídrico) ha sido denominada crecimiento compensatorio del fruto (Chalmers et al., 1985). Estos aumentos en la tasa de crecimiento han sido atribuidos a un ajuste osmótico (Behboudian et al., 1994; Mills et al., 1996). Por otra parte, la literatura indica que un déficit hídrico avanza la maduración e incrementa el dulzor y firmeza de la fruta (Naor, 2006).

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es determinar el efecto de los tratamientos de RDC pre y poscosecha sobre las tasas de crecimiento del fruto y sobre el tamaño final en níspero japonés cultivar *Algerie*.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Parcela de ensayo y material vegetal**

Los ensayos se realizaron sobre una parcela de níspero japonés, cultivar '*Algerie*' injertado sobre pie de membrillero de Provence, en la Estación Experimental de la Fundación Cajamar ubicada en el Ejido (Almería, SE de España; 36° 48' N, 2° 43' W). Los ensayos se llevaron a cabo durante la campaña 2007/2008.

### **Tratamientos de riego y diseño experimental**

Se aplicaron cuatro tratamientos de riego deficitario controlado (RDC) durante la campaña 2007/08. Todos los tratamientos incorporaron un RDC poscosecha, que consistió en la restricción total del riego en poscosecha durante seis semanas, entre mediados de junio y finales de julio. A este RDC poscosecha se le añadió un periodo de RDC precosecha en diferentes momentos y con diferente duración según tratamiento en base a los estadios fenológicos definidos por Pinillos et al., 2007. Los tratamientos fueron, T1: árboles testigo plenamente regados durante el desarrollo y la maduración del fruto hasta cosecha; T2: suspensión del riego iniciado en la fase II de crecimiento del fruto desde el estado fenológico 2B hasta final de recolección (8 semanas); T3: suspensión del riego en la fase III de crecimiento del fruto desde el estado fenológico 3B hasta final de recolección (6 semanas), y T4: suspensión del riego entre el estado fenológico 2B y 3B (2

semanas). Con fines comparativos, en una parcela contigua, se hizo un seguimiento en paralelo de un grupo de árboles de níspero japonés de la misma variedad y con el mismo patrón plenamente regados a lo largo de todo el ciclo de cultivo. El ensayo se realizó siguiendo un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro repeticiones representadas por un árbol cada una, con un submuestreo dentro del árbol de 8 frutos a los que se les hizo un seguimiento individualizado.

### **Parámetros**

La respuesta a los diferentes tratamientos de RDC se analizó realizando un seguimiento del estado hídrico de la planta y de su repercusión sobre el crecimiento y tamaño final del fruto. La evolución del estado hídrico de la planta en respuesta a los tratamientos de RDC se analizó mediante medidas puntuales del potencial hídrico del tallo ( $\Psi_{st}$ ) con una cámara de presión Scholander (modelo 3000, Soilmoisture Equipment Co., Santa Bárbara, CA, USA). El efecto del RDC sobre el crecimiento del fruto se estudió mediante un seguimiento semanal del calibre del fruto en 8 frutos por árbol marcados al inicio del estadio fenológico 2 de la maduración del fruto de 'Algerie' (Pinillos et al., 2007). La última medida permitió calibrar los efectos del RDC precosecha sobre el tamaño final del fruto. Adicionalmente, se realizó una clasificación por categorías comerciales de la cosecha tomando aproximadamente 20 Kg de fruta de cada uno de los tratamientos. Estos frutos fueron clasificados en base al diámetro por una cooperativa comercial donde: GGG: >53 mm, GG: 46-52 mm, G: 32-45 mm, M: 31-28 mm. Los frutos que presentaban ligeros defectos fueron ubicados en una segunda categoría. Aquellos frutos que presentaban una cantidad excesiva de daños o que tenían un diámetro menor a 28 mm fueron clasificados como no comerciales.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados indican que la aplicación de los tratamientos de RDC durante el crecimiento y desarrollo del fruto de níspero japonés no modificó el patrón de crecimiento del fruto. En todos los tratamientos la curva de crecimiento se ajustó a una sigmoideal simple. Las pendientes, que representan la tasa de crecimiento del fruto, resultaron menores en los tratamientos T2 y T3 que en T1, tratamiento que no sufrió restricción del riego en precosecha (Figura 1). Por tanto, el déficit hídrico impuesto por la supresión del riego durante el desarrollo del fruto redujo su velocidad de crecimiento. La suspensión temporal del riego desde el estadio fenológico 2B hasta el 3B provocó una disminución de la velocidad de crecimiento del fruto durante dicha etapa lo que se tradujo en una menor pendiente de la curva de crecimiento del fruto para T4 ( $P=0.003$ ) (Figura 2). Tras reanudar el riego no se observaron diferencias significativas entre las pendientes de T1 y T4, lo que indica que se produjo una reactivación del crecimiento del fruto (Figura 1). Chalmers et al. (1985), en ensayos llevados a cabo con frutos de melocotonero, obtuvieron igualmente un aumento en la velocidad de crecimiento del fruto luego de haber sido sometidos a un déficit hídrico temporal.

La mayor duración del periodo de RDC en el tratamiento T2 supuso un ahorro de agua (37%), en comparación con el tratamiento control plenamente regado de la parcela anexa (Tabla 1). Para el tratamiento T3 el ahorro en riego fue de un 31%. Con respecto al calibre medio del fruto, éste se redujo en un 8% para los frutos bajo el tratamiento T2 y en un 5% para T3, en ambos casos con respecto a T1 (Tabla 2). La misma situación, aunque agravada se observó para el peso, donde los frutos bajo el tratamiento T2 evidenciaron una pérdida de peso del 23% con respecto al T1. Para el tratamiento T3, la pérdida en

peso fue de un 15% (Tabla 2). Trabajos anteriores en manzano (Failla et al., 1992) y peral (Naor et al., 2001) han puesto en evidencia que la aplicación de un déficit hídrico, durante las primeras fases de desarrollo del fruto o durante la maduración, produce una reducción en el tamaño final del mismo.

Las pérdidas en el calibre medio del fruto se tradujeron además en un desplazamiento de la producción a categorías comerciales inferiores, un 25 y 20% más en categoría M, segunda y destrío en T2 y T3 respectivamente, con respecto a T1 (Tabla 3). Las variaciones entre los valores registrados de  $\Psi_{st}$  sólo fueron apreciables en el período final de la aplicación de los tratamientos de RDC precosecha más prolongados (T2 y T3) (Tabla 3). Por el contrario, en el tratamiento T4 no se registraron diferencias significativas con respecto al T1 para el  $\Psi_{st}$ , en la medida realizada justo antes de reanudar el riego. Esto indica que la suspensión del riego durante dos semanas no fue suficiente para establecer diferencias significativas en el  $\Psi_{st}$ , probablemente porque la demanda evapotranspirativa del ambiente en ese periodo es baja. Aun así, cabe destacar que el tratamiento T4 propició un ahorro de agua del 23%, en comparación con el control plenamente regado. A su vez, el tratamiento T4 no tuvo consecuencias negativas graves en el tamaño del fruto que sólo se redujo en un 2% en el calibre y en un 7% en peso, siendo estas reducciones no significativas con respecto a los valores registrados para T1. Coherentemente, la distribución por calibres comerciales para el tratamiento T4 fue más favorable en comparación con los demás tratamientos de riego, donde el 45% de los frutos se clasificaron como GG y el 42% dentro de la categoría G.

## Referencias

- Behboudian, M.M. Lawes, G.S. Griffiths, K.M. 1994. The influence of water deficit on water relations, photosynthesis and fruit growth in Asian pear (*Pyrus serotina* Rehd.). *Sci. Hort.* 60:89-99.
- Caballero, P. and Fernández, M.A. 2004. Loquat, production and market. Options méditerranéennes Serie A. n° 58 First International Symposium on loquat: 11- 20.
- Chaikiattiyos, B.S. Menzel, C.M. and Rasmussen, T.S. 1994. Floral induction in tropical fruit trees: effect of temperature and water supply. *J. Hort. Sci.* 69: 397-415.
- Chalmers, D.J. Mitchell, P.D. and Jerie, P.H. 1985. The relation between irrigation, growth, and productivity of peach trees. *Acta Hort.* 173: 283-288.
- Cuevas, J. Cañete, M.L. Pinillos, V. Zapata, A.J. Fernández, M.D. González, M. and Hueso, J.J. 2007. Optimal dates for regulated deficit irrigation in 'Algerie' loquat cultivated in Southeastern Spain. *Agric. Water Manag.* 89: 131-136.
- Cuevas, J. Pinillos, V. Cañete, M.L. González, M. Alonso, F. Fernández, M.D. and Hueso, J.J. 2008. Optimal levels of postharvest deficit irrigation for promoting early flowering and harvest and harvest date in loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Agric Water Manag.* (In press).
- Failla, O. Zocchi, Z. Treccani, C. and Socucci, C. 1992. Growth, development and mineral content of apple fruit in different water status conditions. *J. Hort. Sci.* 67: 265-271.
- Hueso, J.J. and Cuevas, J. 2008. Loquat as a crop model for successful deficit irrigation *Irr. Sci.* 26: 3 269-276.
- Lin, S. Sharpe, R.H. and Janick, J. 1999. Loquat: Botany and Horticulture. *Hort. Rev.* 23: 233-276.

- Mills, T.M. Behboudian, M.H. and Clothier, B.E. 1996. Water relations, growth and the composition of 'Braeburn' apple under deficit irrigation. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 121: 286-291.
- Mitchell, P.D. and Chalmers, D.J. 1982. The effect of reduced water supply on peach tree growth and yields. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 107: 853-856.
- Mitchell, P.D. Jerie, P.H. and Chalmers, D. J. 1984. Effect of regulated water deficits on pear tree growth, flowering, fruit growth and yield. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 109: 604-606.
- Mitchell, P.D. van den Ende, B. Jerie, P.H. and Chalmers, D.J. 1989. Responses of 'Barlett' pear to withholding irrigation, regulated deficit irrigation and tree spacing. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 114: 15-19.
- Naor, A. 2001. The effect of irrigation and crop level on fruit size and water relations in field-grown "Spadona" (*Pyrus communis*) pear. *J. Am. Hort. Sci.* 126: 252-255.
- Naor, A. 2006. Irrigation scheduling and evaluation of tree water status in deciduous orchards. *Hort. Rev.* 32: 111-165.
- Pinillos, V. Cañete, M.L. Sánchez, R. Cuevas, J. and Hueso, J.J. 2006. Fruit development and maturation phenological stages of 'Algerie' loquat. *Acta Hort.* 750: 331-336.

Tabla 1. Período de déficit hídrico, agua aportada y ahorro de agua (%) según el tratamiento de riego deficitario aplicado.

Tratamiento	Período de déficit hídrico	Agua aportada	Ahorro de agua %
T1	Pos cosecha	6307	17
T2	Poscosecha + 29/02/08 al 27/03/08	4810	37
T3	Poscosecha + 19/03/08 al 27/03/08	5248	31
T4	Poscosecha + 29/02/08 al 19/03/08	5872	23
Control	Ninguno	7600	0

Tabla 2. Calibre medio, peso medio y potencial hídrico de tallo para todos los tratamientos de RDC.

Tratamiento	Calibre (mm)	Peso (g)	Potencial de tallo (MPa)		
			03/03/2008	19/03/2008	02/05/2008
T1	43,8 a	55,9 a	-0,8 a	-0,8 ab	-0,6 a
T2	40,9 c	42,9 c	-0,8 a	-0,8b	-1,2 b
T3	41,5 bc	47,4 bc	-0,8 a	-0,7 a	-1,2 b
T4	42,8 ab	51,8 ab	-0,7 a	-0,9 b	-0,7 a
p-valor	0,09	0,0004	0,6	0,04	0,01

<sup>1</sup>En cada columna, letras diferentes a continuación de las medias indican diferencias significativas para el valor de p.

Tabla 3. Distribución por categorías comerciales en porcentaje de acuerdo a los distintos tratamientos de RDC.

Tratamiento	GG	G	M	2 <sup>a</sup>	Destrió
T1	32	43	12	11	2
T2	21	28	25	16	10

T3	21	48	11	19	1
T4	45	43	8	4	0

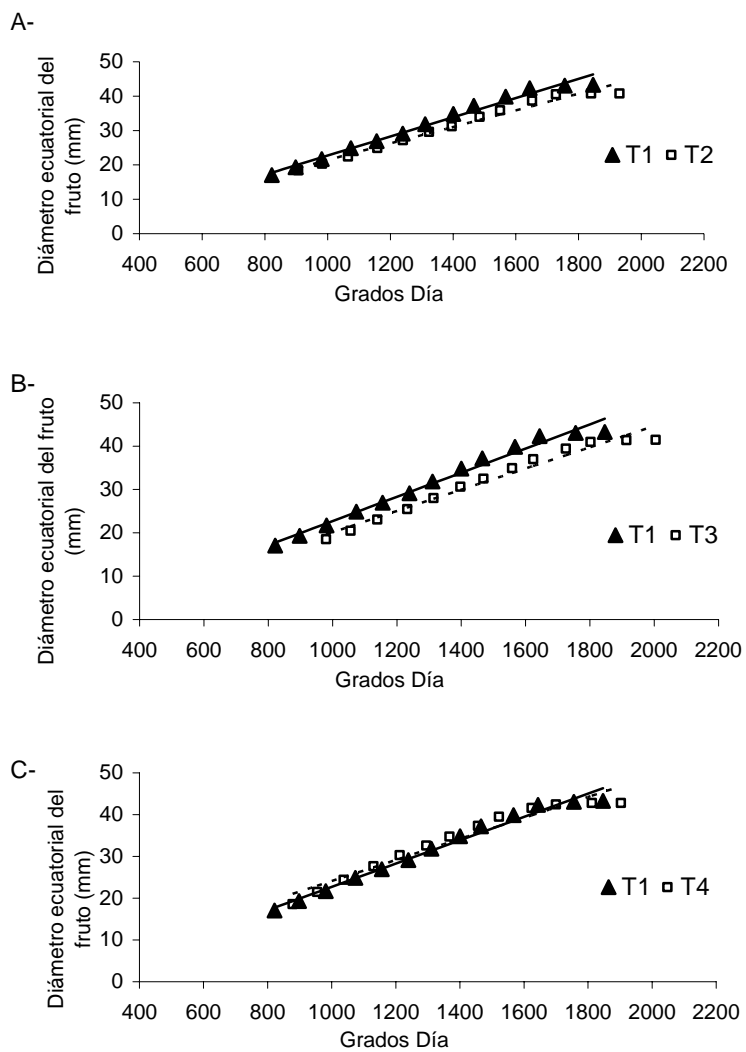


Figura 1. Curvas de crecimiento del fruto para los distintos tratamientos de riego con respecto al testigo (T1). Ecuaciones en la figura. GDD='Growing degree days'; tiempo térmico.

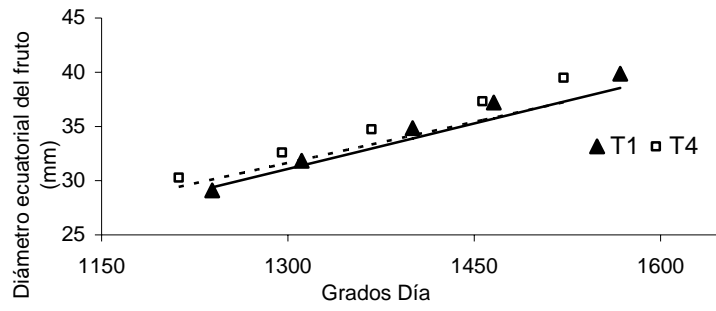


Figura 2. Curva de crecimiento del fruto para los tratamientos T1 y T4 durante el período de restricción del riego. (Correspondientes al estadio fenológico 2B a 3B).