

Effect of shading on the content of vitamin C and E in tomato grown with different doses of nitrogen

Efecto del sombreado sobre el contenido de vitamina C y E en tomate cultivados con diferentes dosis de nitrógeno

V. Hernández*, P. Hellín, J. Fenoll, P. Flores

Sostenibilidad y Calidad de Productos Hortofrutícolas. Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA), Murcia, Spain.

Abstract

This study examines the effect of shading and nitrogen nutrition on the accumulation of vitamins C and E in tomato. Treatments consisted of different N doses (3, 7 and 14 mM) combined with two different light intensities: non-shaded (control) and shaded plants covered with shade cloth (50% light). Decreasing the nitrogen dose from 14 to 7 mM did not affect total fruit yield regardless of the shading treatment. In addition, under 100% light treatment, N dose reduction increased vitamin C but decrease vitamin E concentrations. On the other hand, decreasing light intensity did not affect fruit yield but decreased vitamin C content and vitamin E in a lesser extend. Under high light conditions, in which shading is necessary for avoiding fruit damage, decreasing N dose is an environmental friendly practice that allows increasing fruit weight without affecting vitamin C.

Keywords: Bioactive compound; high temperature; ascorbic acid; tocopherol.

Resumen

En este trabajo se estudia el efecto del sombreado y la nutrición nitrogenada sobre la acumulación de vitaminas C y E en tomate. Los tratamientos consistieron en diferentes dosis de N (3, 7 and 14 mM) combinadas con dos intensidades de luz: 100% (plantas control) y plantas cubiertas con una malla de sombreado (50% luz). La reducción de la dosis de N de 14 a 7 mM no afectó al rendimiento, independientemente de la intensidad luminosa. Además, dicha reducción aumentó la concentración de vitamina C en fruto bajo condiciones de 100% luz, aunque disminuyó el contenido en vitamina E. Por otro lado, la disminución de la intensidad luminosa no afectó significativamente a la producción, aunque disminuyó el contenido de los frutos en vitamina C y, en menor medida, en vitamina E. Bajo condiciones de alta radiación, en las que la aplicación de sombreado es necesaria para evitar daños en el fruto, la disminución de la dosis de N, nos permite aumentar el peso medio de los frutos sin afectar al contenido en vitamina C, constituyendo además una práctica recomendable para minimizar la contaminación medioambiental.

Palabras clave: Compuestos bioactivos; alta temperatura; ácido ascórbico; tocoferol.

* E-mail: virginia.hernandez5@carm.es

1. INTRODUCCIÓN

El tomate además de su importancia económica, es considerado una fuente excelente de compuestos bioactivos y vitaminas [1]. Recientes investigaciones demuestran que la mayoría de estos metabolitos poseen capacidad antioxidante y protegen frente a los radicales libres causantes de los procesos de envejecimiento y de algunas otras enfermedades. La concentración de dichos compuestos en los frutos depende de factores genéticos, ambientales, agronómicos y post-cosecha [2]. Entre los factores ambientales que más afectan a la composición antioxidante y nutritiva de los frutos, se encuentran la luz y la temperatura [3]. La utilización de mallas de sombreo es una práctica agrícola que se utiliza con el fin de reducir la temperatura, especialmente durante los cultivos de verano en zonas cálidas. Esta práctica agrícola destinada a mejorar el rendimiento y evitar daños en el fruto, también puede afectar a la calidad y composición de los mismos. Por otro lado, el manejo de la nutrición mineral, en particular de nitrógeno, es uno de los factores agronómicos más influyentes en la composición final del fruto. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la utilización de mallas de sombreo y su interacción con la nutrición nitrogenada sobre el contenido de vitamina C y E de tomate.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L. cv. Eufrates) se cultivaron bajo invernadero en macetas de 20 L, utilizando como sustrato una mezcla de fibra de coco y perlita (85:15). El riego se realizó mediante control automatizado con solución nutritiva Hoagland modificada para conseguir los diferentes tratamientos, que consistieron en tres niveles de nitrógeno (3, 7 y 14 mM N) en forma de nitrato, combinados con dos niveles de intensidad luminosa: control (100% luz) y sombreo (50% luz) mediante utilización de una malla de sombreo (AOL S 40). Los seis tratamientos resultantes se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con dos bloques por tratamiento y cinco repeticiones por bloque. Los frutos se recolectaron durante los meses de junio y julio, una vez alcanzado el estado de madurez establecido (fruto rojo, sin defectos). El análisis de vitamina E (α -y γ -tocoferol) se realizó en un cromatografía líquida (HPLC) con un detector de fluorescencia ($E_{\text{excitación}} = 250 \text{ nm}$, $E_{\text{emisión}} = 410 \text{ nm}$). El contenido de vitamina C se determinó como la suma de ácido ascórbico y deshidroascórbico mediante HPLC con detector de diodos array ($\lambda = 210 \text{ nm}$). Los resultados se analizaron mediante el análisis de la varianza (ANOVA), con el programa estadístico SPSS 21.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los dos tratamientos de intensidad luminosa (100 y 50%), el rendimiento aumentó significativamente al incrementar la dosis de N de 3 a 7 mM, como consecuencia de un aumento en el número de frutos (Tabla 1). Sin embargo, no se observaron diferencias en el rendimiento al aumentar la dosis de 7 a 14 mM N. Respecto a los dos parámetros que determinan el rendimiento (número y peso de los frutos), por un lado, el aumento de la dosis de N aumentó significativamente el número de frutos, independientemente de la intensidad luminosa. Sin embargo, el efecto de la dosis de N sobre el peso medio del fruto, dependió de la intensidad luminosa. Mientras que en plantas control el aumento de la dosis de N de 7 a 14 mM no alteró el peso medio de los frutos, en las plantas bajo 50% luz, este aumento provocó una disminución significativa de este parámetro. La nutrición nitrogenada tiene un fuerte impacto en el desarrollo vegetativo y metabolismo de la planta y en consecuencia, en la transporte de carbono hacia los frutos [4]. De acuerdo con Dumas *et al.* [2], existe una interacción entre efecto del N y la luz sobre la producción, de forma que un aumento del aporte de N en condiciones de baja radiación produce una disminución de la producción, debido al menor peso que adquieren los frutos. Así, la disminución del peso de los frutos bajo tratamiento 50% luz y 14 mM N es atribuible a una disminución del transporte de

fotoasimilados al fruto debido a i) la reducción de la intensidad luminosa y ii) un efecto de “dilución” de dichos asimilados resultado del aumento del número de frutos como consecuencia del aumento de la dosis de N. La concentración de vitamina C disminuyó significativamente con el aumento de la concentración de N en el medio de cultivo y con el sombreado (Tabla 2, Figura 1A). Según Bernard et al. [3], el contenido de ácido ascórbico en tomate tiende a aumentar en frutos cultivados con la menor dosis de N debido a la disminución de la producción, que se traduce en la concentración de dichos compuestos en fruto. Respecto a la luz, existen evidencias de que la luz puede aumentar el contenido de compuestos antioxidantes como la vitamina C, probablemente debido al papel fotoprotector de dicho compuesto [2,5]. Respecto al contenido de vitamina E, el sombreado disminuyó su concentración en fruto, aunque en menor medida que la lo observado para vitamina C, no observándose diferencias entre plantas bajo 50 y 100% luz en el tratamiento 3 mM N (Tabla 2, Figura 1B). De acuerdo con estos resultados, en otros cultivos como lechuga se ha descrito una disminución de la concentración de la vitamina E como consecuencia de la aplicación de sombreado [5]. Otros estudios realizados en tomate muestran el papel fotoprotector de la vitamina E sobre el sistema fotosintético de la planta ante situaciones de altas temperaturas y alta radiación, incrementando su concentración, tal y como se observa en nuestro estudio, en plantas bajo tratamiento con 100% luz [6]. Por otro lado, el aumento de la dosis de N aumentó significativamente la concentración de esta vitamina, independientemente de la intensidad de luz.

4. CONCLUSIONES

La reducción de la dosis de N de 14 a 7 mM no afectó al rendimiento, independientemente de la intensidad luminosa. Dicha reducción aumentó la concentración de vitamina C bajo condiciones de 100% luz, pero disminuyó el contenido en vitamina E. Por otro lado, la disminución de la intensidad luminosa no afectó significativamente a la producción, aunque disminuyó el contenido de los frutos en vitamina C y, en menor medida, en vitamina E. Bajo condiciones de sombreado, necesarias para evitar daños en el fruto en caso de alta radiación, la disminución de la dosis de N es una práctica recomendable que permite aumentar el peso de los frutos sin afectar al contenido en vitamina C, constituyendo además una práctica recomendable para minimizar la contaminación medioambiental.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a María Virtudes Molina, Inma Garrido y Juana Cava por su ayuda con los análisis, y a FEDER, por la financiación de este estudio asociado al proyecto (PO07-042).

6. REFERENCIAS

- [1] Erge, H., Karadeniz, F. (2001). Bioactive compounds and antioxidant activity of tomato cultivars. *Int. J. Food. Sci. Nutr.* 14, 968-977.
- [2] Dumas, Y., Dadomo, M., Lucca, G. (2003). Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *J. Sci. Food. Agric.* 83, 369-382.
- [3] Bernard, C., Gautier, H., Grasselly, D., Navez, D., Caris, D., Genard, M. (2009). Effects of low nitrogen supply on tomato fruit yield and quality with special emphasis on sugars, acids, ascorbate, carotenoids, and phenolic compounds. *J. Agric. Food. Chem.* 57, 4112-4123.
- [4] Warner, J., Zhang, T., Hao, X. (2004). Effects of nitrogen fertilization on fruit yields and quality of processing tomatoes. *J. Plant. Nutr. Soil. Sci.* 84, 865-871.
- [5] Yan-Hong, Z., Ying-Yun, Z., Xin, Z., Hai-Jin, Y., Kai, S., Jing-Quan, Y. (2009). Impact of light variation on development of photoprotection antioxidants, and nutritional value in (*Lactuca sativa L.*). *J. Agric. Food Chem.* 57, 5494-5500.

[6] Spicher, L., Glauser, G., Kessler, F. (2016). Lipid antioxidant and galactolipid remodeling under temperature stress in tomato plants. *Front. Plant Sci.* 7, 1-12.

Tabla 1. Producción (kg/planta), nº de frutos y peso medio (g) de tomate cultivado con diferentes intensidades de luz (100 % y 60 %) y diferentes dosis de N (3, 7 y 14 mM NO₃).

		Producción	Nº frutos	Peso medio
Luz (%)	50	2,27	30,6	74,7
	100	2,29	27,7	86,9
		n.s.	n.s	**
Nitrógeno (mM)	3	1,68 ^a	20,1 ^a	84,7 ^b
	7	2,48 ^b	30,1 ^b	84,4 ^b
	14	2,67 ^b	36,5 ^c	73,1 ^a
		***	***	**
Interacción				
Luz	Nitrógeno			
100	3	1,50 ^a	19,2	77,9 ^{ab}
	7	2,33 ^{bc}	33,6	70,0 ^a
	14	2,96 ^c	39,0	76,2 ^{ab}
50	3	1,87 ^{ab}	21,0	91,7 ^{bc}
	7	2,62 ^c	26,6	98,9 ^c
	14	2,38 ^{bc}	34,0	70,1 ^a
		**	ns	***

Tabla 2. Significancia de los efectos principales (% luz y dosis N) sobre vitaminas C y E.

	Vitamina C	Vitamina E
% Luz (L)	***	n.s
Nitrógeno (N)	**	**
Interacción	n.s	n.s

, *, Indican diferencias significativas entre medias con un nivel de probabilidad del 0.1, 1 y 5%, respectivamente. n.s., no significativo

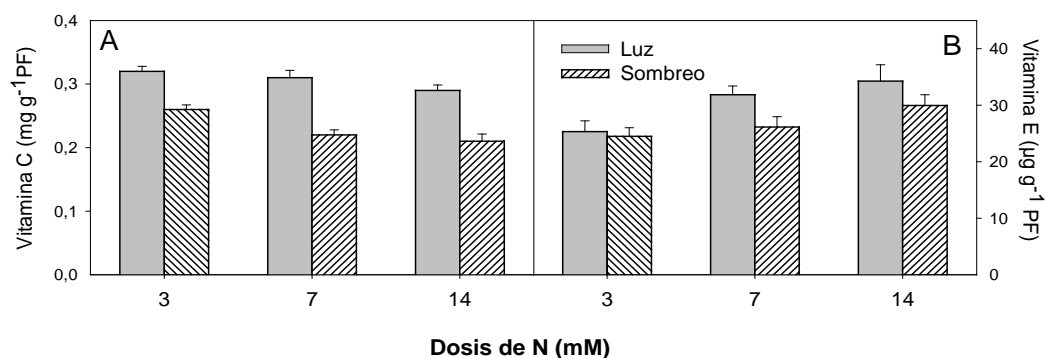


Figura 1. Concentración de vitamina C (A) y vitamina E (B) en frutos de tomate cultivados bajo los diferentes tratamientos de luz y N. Los valores son medias ± SE (n = 10).