

## Efecto de diferentes concentraciones de potasio en parámetros de calidad en jitomate hidropónico

Luis Felipe Ramírez Santoyo\*, Julio Muro Erreguerena\*\* y Fidel René Díaz Serrano\*

### RESUMEN

El manejo de las relaciones iónicas en la solución nutritiva con la hipótesis de que el potasio puede mejorar la calidad del jitomate, por la influencia de la síntesis de carotenoides de los frutos de jitomate fue el principal propósito de este trabajo. Se realizaron dos experimentos con el híbrido 'Gabriela' en un sistema de cultivo sin suelo dentro de un invernadero de tecnología intermedia. En la etapa vegetativa se aplicó una solución estándar (SS) y en la etapa reproductiva se aplicaron soluciones con diferentes concentraciones de potasio (K) (SR1 (20 % K), SR2 (40 % K), SR3 (60 % K) y SR4 (45 % K)); el porcentaje de potasio se refiere al porcentaje de K respecto del porcentaje total de cationes. Todas las soluciones nutritivas tuvieron una concentración iónica total de 30 mg L<sup>-1</sup> un valor de pH 6.5, y 3 dS m<sup>-1</sup> de conductividad eléctrica aproximadamente. En el primer experimento, se probaron tres tratamientos (SR1, SR2 y SR3) con ocho repeticiones. En el segundo experimento, se utilizaron dos tratamientos (SR2 y SR4) con dieciséis repeticiones. El tratamiento SR4 sobrepasó significativamente a SR2 en todos los parámetros de calidad, excepto en β-caroteno y pH para cada uno de los racimos seleccionados (1°, 3°, 5°, 7° y 9°). La concentración de potasio afectó significativamente la concentración de sustancias nutraceuticas tales como el licopeno y β-caroteno, mismas que pueden utilizarse como indicadores de la calidad interna del jitomate, como lo demostraron los datos analíticos y de evaluación sensorial practicada.

### ABSTRACT

The primary objective of this study was to improve the quality of tomatoes by the manipulation of ionic relations in the nutritive solution based on the hypothesis that potassium influences carotenoid syntheses in tomato fruits. Two experiments were done using a 'Gabriela' tomato hybrid in a hydroponic culture system within an intermediate technology greenhouse. A standard solution (SS) was applied in the vegetative stage, and different solutions with different potassium concentrations (K) were applied in the reproductive stage (SR1 = 20 % K, SR2 = 40 % K, SR3 = 60 % K and SR4 = 45 % K, where the percentage of potassium is given with respect to total cation percentage). All nutritive solutions had values of 30 mg L<sup>-1</sup> for total ionic concentration, 6.5, for pH and approximately 3 dS m<sup>-1</sup> for CE. In the first experiment, three treatments (SR1, SR2 and SR3) were each tested eight times, and in the second experiment, two treatments (SR2 and SR4) were each tested sixteen times. Treatment SR4 significantly surpassed SR2 in all the quality parameters for each one of selected clusters (the 1<sup>st</sup>, 3<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup>, 7<sup>th</sup> and 9<sup>th</sup>) except in β-carotene and pH. Potassium significantly affects the concentration of nutraceuticals such as lycopene and β-carotene, which can both be used as inner tomato quality indicators based on analytical and sensorial properties.

Recibido: 28 de mayo de 2010  
Aceptado: 14 de diciembre de 2010

### INTRODUCCIÓN

La hidroponía es una técnica para la producción también llamada cultivo sin suelo, es una manera práctica con la cual, por medio del empleo de soluciones nutritivas, se puede optimizar la nutrición de los cultivos y contribuir a mejorar la calidad de los productos hortícolas. Con esta técnica es posible variar la proporción de los cationes mientras el valor de los aniones se mantiene en proporciones constantes (Fanasca *et al.*, 2006). El Potasio es uno de los nutrientes indispensables para la planta, el cual puede mejorar la calidad de los frutos de los productos hortícolas, particularmente jitomate, por la influencia en la síntesis de carotenoides (Trudel and Ozbun, 1970; Trudel and Ozbun, 1971; Macia *et al.*, 1997). El jitomate contiene

**Palabras clave:**  
jitomate calidad; hidropónico; nutraceuticos.

**Keywords:**  
tomato quality; hydroponics; nutraceuticals.

\*Departamento de Agronomía. División de Ciencias de la Vida Campus Irapuato- Salamanca. Universidad de Guanajuato, Ex-hacienda El copal, carretera Irapuato-Silao km. 9, Irapuato, Gto., México. C.P. 36500. Correo electrónico: santoyo@dulcinea.ugto.mx

\*\*Departamento de Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra, Pamplona, España.

substancias nutraceuticas (carotenoides, vitaminas etc.) que potencialmente pueden proveer protección contra algunos tipos de cáncer (Fanasca *et al.*, 2005).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos (ciclo otoño invierno 2002-2003 y ciclo otoño invierno 2004-2005) con jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de hábito indeterminado de la variedad 'Gabriela', para determinar la influencia de diferentes concentraciones de potasio aplicadas en la solución nutritiva sobre la calidad del jitomate en cultivo sin suelo.

El sistema de producción del cultivo sin suelo consistió en bolsas plásticas de 20 L de capacidad llenas de tezontle (roca volcánica, con partículas de 0.8 cm de diámetro) y un sistema de riego por goteo a través del cual se aplicaron las soluciones nutritivas. En los dos experimentos, se utilizó una solución nutritiva estándar (SS) la cual se aplicó a las plantas durante la etapa vegetativa, en la fase reproductiva se aplicaron diferentes tratamientos (SR) con distintas concentraciones de potasio (K) (tabla 1).

**Tabla 1.**  
Formulación de soluciones nutritivas (g 1000 L<sup>-1</sup>).

Sales	Solución estado Vegetativo (SS)	Solución estado reproductivo (SR)			
		SR1 (20 % K)	SR2 (40 % K)	SR3 (60 % K)	SR4 (45 % K)
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>		147.4	137.2	127.9	137.4
MgSO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	246	688.5	321.0	263.8	160.2
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	708	880.9	821.5	433.9	922.6
KNO <sub>3</sub>	606	205.0	189.2	512.2	
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		82.3	433.0	443.6	701.1
HNO <sub>3</sub>	126 (mL)				
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	98 (mL)				
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	66 g				
pH	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
Conductividad eléctrica (dS m <sup>-1</sup> )	2.854	3.162	3.003	2.825	3.007

Los tratamientos para el ciclo otoño invierno 2002-2003 fueron SR1 (20 % K), SR2 (40 % K), SR3 (60 % K) y para el ciclo otoño invierno 2004-2005, se probaron SR2 (40 % K) y SR4 (45 % K), el porcentaje de K en referencia al total de cationes. Para el primer experimento (otoño-invierno 2002-2003), se probaron en la etapa reproductiva, tres tratamientos SR1, SR2 y

SR3 con ocho repeticiones en un arreglo de bloques al azar, el rendimiento considerado en el ensayo fue el obtenido hasta el quinto racimo, midiendo con un vernier el diámetro polar, diámetro ecuatorial y determinando con una balanza el peso de los frutos, y determinando el rendimiento por unidad de superficie del invernadero. En el segundo experimento (otoño-invierno 2004-2005), se probaron en la etapa reproductiva los dos tratamientos SR2 y SR4 en un arreglo de bloques al azar, con dieciséis repeticiones, estos dos tratamientos se eligieron considerando los resultados del primer experimento, en esta ocasión el rendimiento se consideró hasta el noveno racimo. Las soluciones nutritivas tuvieron valores de pH 6.5 y C.E. de aproximadamente 3.0 dS m<sup>-1</sup> y con una concentración iónica de 30 mg L<sup>-1</sup>.

Para el ensayo del ciclo 2004-2005 adicionalmente a las variables de rendimiento consideradas en el primer ensayo tales como número de frutos, peso promedio y calibre promedio y con la finalidad de realizar una evaluación de la calidad interna de los frutos de jitomate, se muestrearon los racimos (1°, 3°, 5°, 7° y 9°) contabilizando el rendimiento en el número total de frutos, mismo que se dividió, en dos muestras, una de ellas para la determinación de propiedades sensoriales y la otra para la determinación analítica de grados Brix, pH, licopeno y β-caroteno y contenido de potasio en fruto.

Para la evaluación de las propiedades sensoriales, se utilizó un sistema de degustaciones o catas de jitomate y utilizando una escala de calificación edónica (del 1 al 10) para los parámetros sensoriales (tabla 2) auxiliados con la participación de un panel con 20 personas o jueces previamente entrenadas en la realización de dichos análisis.

**Tabla 2.**  
Escala edónica empleada en el cuestionario de evaluación sensorial.

Atributo	Descripción
Sabor <sup>1</sup>	Intensidad sabor, 1=baja intensidad, 10=alta intensidad
Dulzura <sup>1</sup>	Intensidad de la dulzura, 1=baja, 10=alta intensidad
Acidez <sup>1</sup>	Intensidad de la acidez, 1= baja intensidad, 10=alta intensidad
Firmeza <sup>2</sup>	Resistencia a la presión con la punta del dedo índice sin causar daños, 1=baja 10=alta
Color <sup>2</sup>	Color de los frutos, 1=falto de color, 10=color rojo intenso
Aspecto <sup>1,2</sup>	Presencia de defectos, grietas en la superficie, cicatrices o áreas amarillas o verdosas en los lóculos
Calificación general <sup>1,2</sup>	1=muchos defectos, 10=ausencia total de defectos

<sup>1</sup> determinada en piezas fraccionadas para la cata <sup>2</sup> determinada en frutos completos

En frutos maduros, en estado rojo, de los racimos seleccionados se determinó el contenido de licopeno y  $\beta$ -caroteno. El fruto fue homogenizado y se tomó por triplicado una porción de cinco gramos de la pasta se colocó en matraces Erlenmeyer de 125 mL cubiertos de papel aluminio. Se usó una solución de n-hexano-acetona-etanol (2:1:1, v/v/v) para extraer los carotenoides, agitando durante treinta minutos. La solución se dejó reposar por diez minutos y se le agregaron 10 mL de agua desionizada, y se separaron las fases debido a la diferencia de polaridades. En la fase no polar se cuantificó el contenido de los carotenoides licopeno y  $\beta$ -caroteno mediante absorbancia en un espectrofotómetro UV-Visible (termo Spectronic  $\gamma$ ) a 472 y 444 nm de longitud de onda respectivamente de acuerdo a lo recomendado por Rodríguez-Amaya, 2001, y Carvalho *et al.*, 2005.

En la fracción de muestra destinada a la determinación analítica se tomó una muestra homogeneizada, para la determinación de grados Brix, se utilizó un refractómetro portátil Atago. Mientras que para la determinación de pH y conductividad eléctrica, se utilizó un potenciómetro y conductímetro Hanna previamente calibrado. Para la determinación del contenido de potasio en fruto se utilizó un espectrofotómetro de absorción atómica Perkin Elmer 3100. Para determinar el grado de asociación de las variables medidas, tanto en el panel de evaluación sensorial y las determinaciones analíticas y para tratar de explicar la tendencia de éstas se utilizó la técnica del análisis de componentes principales empleando para ello el paquete estadístico stat graphics.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el ensayo para el ciclo otoño invierno 2002-2003, en general, puede señalarse que el comportamiento respecto a producción fue

aceptable, pues la producción de valor comercial entre los tratamientos, presentó diferencias, con significación estadística (tabla 3). Se destaca a nivel general la producción comercial del tratamiento SR2 con los parámetros de peso y calibre medio del fruto, que aventajó a todos los tratamientos, mientras que para SR1 y SR3 se observó una tendencia de similitud con una menor magnitud de calibre. Los datos para SR2 también mostraron una tendencia en la que la producción total menor pero diferenciada, estos comportamientos pueden ser explicados, por el balance de las soluciones, debido a la que promueven correcta asimilación y llenado de fruto tal como lo señalan Auerswald *et al.*, (1999).

**Tabla 3.**

Producción total y componentes de cosecha. Obtenida con las respectivas soluciones nutritivas ciclo otoño invierno 2002-2003.

Tratamiento	Producción total (kg/m <sup>2</sup> )	No. de frutos/m <sup>2</sup>	Peso medio de fruto (g)	Calibre medio en mm.
SR1	6.96 b*	48.0 ab	125.93 a	63.87 a
SR2	6.01 a	46.0 a	137.45 b	69.12 b
SR3	6.66 b	47.0 a	124.43 a	63.25 a

\*Medias seguidas por letras diferentes, en columnas, son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ) según el test de comparación múltiple de medias HSD (Tukey).

Los tratamientos aplicados afectaron a los componentes de la cosecha, manifestándose como un aumento en el número de frutos, con una producción total menor pero donde los componentes de peso y diámetro fueron mayores. Este comportamiento puede explicarse porque los frutos aprovechan los nutrientes de una mejor manera, como mencionan De la Torre *et al.*, (2001) en sus ensayos referentes al incremento del peso y el diámetro de fruto de jitomate.

Para el ensayo para el ciclo otoño invierno 2004-2005 el tratamiento SR4 (45 % K) fue significativamente más alto que el tratamiento SR2 (40 % K) en todas las parámetros de calidad, excepto en pH y  $\beta$ -caroteno (tabla 4). Estos resultados demostraron que, bajo las condiciones del estudio, el incremento en la proporción de potasio en la solución nutritiva incrementó la calidad global de los frutos de jitomate tal y como lo sugieren Fanasca *et al.*, (2005; 2006).

**Tabla 4.**

Características de calidad de frutos de jitomate ciclo otoño-invierno 2004-2005.

Solución en la etapa reproductiva	°Brix	CE ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	pH	Sólidos totales disueltos (mg kg <sup>-1</sup> )	Licopeno ( $\mu\text{g g}^{-1}$ PF)	$\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g g}^{-1}$ PF)	K en fruto (g 100 g <sup>-1</sup> PF)
Racimo 1							
SR2	4.81 a	3146 a	4.08 b	1529 a	40.69 a	5.20 b	2.83 a
SR4	5.29 b	3318 b	3.79 a	1672 b	52.55 b	4.65 a	5.04 b
Racimo 3							
SR2	4.84 a	3140 a	3.95 b	1519 a	39.69 a	5.19 b	3.58 a
SR4	5.26 b	3316 b	3.82 a	1662 b	51.59 b	4.79 a	5.68 b
Racimo 5							
SR2	4.78 a	3143 a	4.04 b	1513 a	34.76 a	5.17 b	4.22 a
SR4	5.23 b	3320 b	3.86 a	1671 b	49.19 b	4.70 a	6.55 b
Racimo 7							
SR2	4.86 a	3138 a	3.94 b	1523 a	32.14 a	5.15 b	3.61 a
SR4	5.34 b	3317 b	3.81 a	1656 b	45.05 b	4.77 a	5.49 b
Racimo 9							
SR2	4.85 a	3145 a	3.75 b	1520 a	31.96 a	5.14 b	3.90 a
SR4	5.35 b	3315 b	3.85 a	1660 b	44.67 b	4.71 a	5.61 b
Medias generales							
SR2	4.83 a	3142 a	3.95 b	1521 a	35.85 a	5.17 b	3.62 a
SR4	5.29 b	3317 b	3.83 a	1664 b	48.61 b	4.72 a	5.67 b

Medias con letras diferentes en columnas son significativamente diferentes Tukey HSD ( $P < 0.05$ ). PF=peso fresco

Los resultados encontrados referentes al incremento en grados Brix y reducción de contenidos de carotenoides fueron muy similares a los resultados obtenidos por Prieto *et al.*, (1999), Barrett (2001), Tabatabaie *et al.*, (2004). Las diferentes concentraciones de K resultaron en diferencias significativas entre los dos tratamientos para todos los parámetros examinados, pH, EC, °Brix, sólidos totales disueltos y carotenoides: licopeno y  $\beta$ -caroteno.

El jitomate contiene sustancias que potencialmente proveen protección contra el cáncer de próstata y seno (carotenoides, vitaminas, etc.). En los resultados del presente estudio (tabla 2), los contenidos de licopeno determinado estuvieron en concordancia con los valores obtenidos por Rao *et al.*, (1998), Rao y Agarwal (1999) y Agarwal y Rao (2000). Los contenidos de carotenoides determinados en el presente estudio fueron similares a los indicados por Groos (1987) y Trudel y Ozburn (1970) en pruebas hechas para determinar la influencia del potasio en la concentración de carotenoides. Independientemente del racimo considerado al comparar los tratamientos SR2 y SR4, la aplicación del SR4 (45 % K) tuvo un efecto relativamente mayor en el licopeno que en el  $\beta$ -caroteno.

Existió una tendencia gradual a la reducción del contenido de licopeno y  $\beta$ -caroteno a medida que las plantas envejecían lo cual coincide parcialmente con lo señalado en los resultados de Lavelli *et al.*, (2001), Auerswald *et al.*, (1999), Zdravkoviæ *et al.*, (2007), Leibovitz, (2003) y Znidarcic *et al.*, (2003).

Debido a que en el segundo ensayo se diseñó considerando los resultados y las experiencias del primero, utilizando el tratamiento que produjo los jitomates con un calibre mayor y sobre la base de este tratamiento se modificó ligeramente la proporción iónica, disminuyendo los nitratos y aumentando el potasio con la finalidad de obtener un tratamiento, SR4 con 45 % K con una relación K/N cercana a 1,0 como recomiendan Brandt *et al.*, (2003) y Fanasca *et al.*, (2005); además se estudiaron aspectos relativos a la calidad de los jitomates realizando una serie de evaluaciones a las características de calidad a través determinaciones de carácter sensorial. (tabla 5).

**Tabla 5.**  
Evaluación sensorial (2004-2005) (escala 1 al 10).

Solución en la etapa reproductiva	Firmeza	Color	Dulzura	Acidez	Sabor	Aspecto General
<i>Racimo 1</i>						
SR2	8.94 a	8.43 a	8.88 a	8.50 a	9.31 a	9.34 a
SR4	9.62 b	9.75 b	9.75 b	9.25 b	10.00 b	9.59 b
<i>Racimo 3</i>						
SR2	8.75 a	8.25 a	8.81 a	8.25 a	9.31 a	9.34 a
SR4	9.69 b	9.81 b	9.81 b	9.37 b	10.00 b	9.59 b
<i>Racimo 5</i>						
SR2	8.81 a	8.43 a	8.87 a	8.37 a	9.25 a	9.43 a
SR4	9.75 b	9.87 b	9.93 b	9.5 b	9.93 b	9.62 b
<i>Racimo 7</i>						
SR2	9.00 a	8.37 a	8.75 a	8.62 a	9.34 a	9.31 a
SR4	9.93 b	9.96 b	9.71 b	9.18 b	9.78 b	9.56 b
<i>Racimo 9</i>						
SR2	8.50 a	8.34 a	8.93 a	8.31 a	9.12 a	9.46 a
SR4	9.81 b	9.93 b	9.50 b	9.43 b	9.84 b	9.71 b
<i>Medias generales</i>						
SR2	8.80 a	8.36 a	8.84 a	8.41 a	9.26 a	9.38 a
SR4	9.76 b	9.86 b	9.74 b	9.34 b	9.91 b	9.61 b

Medias con letras diferentes en columnas son significativamente diferentes Tukey HSD ( $P < 0.05$ ). PF=peso fresco

## CONCLUSIONES

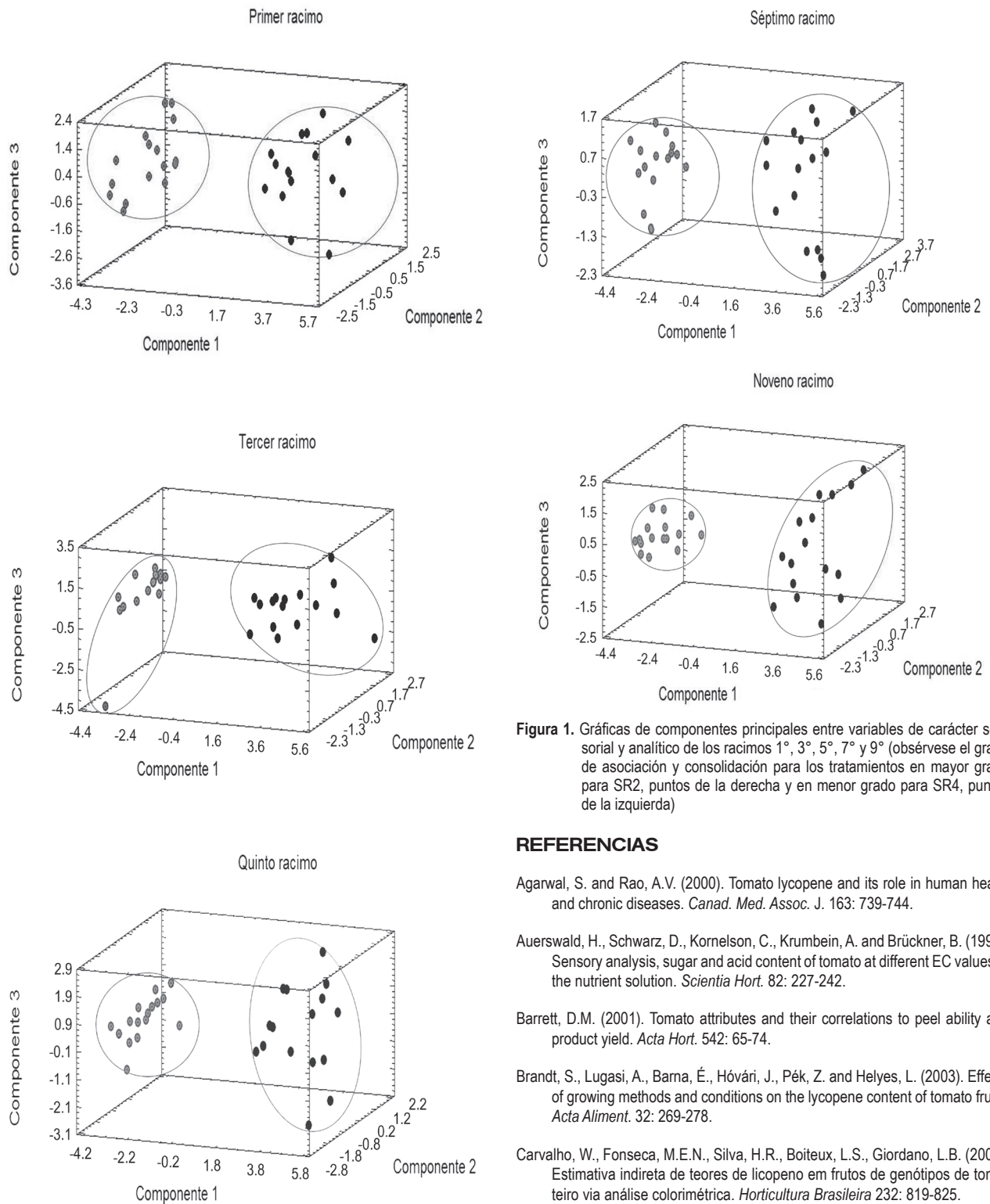
Un incremento de 5 % en la concentración de potasio de la solución nutritiva SR2 (40 % K) resultando en SR4 (45 %K) combinado con un balance iónico total de la solución, afectaron significativamente las concentraciones de compuestos nutraceuticos contenidos en el fruto del jitomate tales como licopeno y  $\beta$ -caroteno contribuyendo al mejoramiento de la calidad global de los frutos de jitomate.

Deberá considerarse dentro de las buenas prácticas para la producción agrícola, el significativo incremento de las sustancias nutraceuticas como resultado de una adecuación en la solución nutritiva. De acuerdo con los resultados obtenidos, la implementación de un enfoque de calidad total desde origen puede señalarse como futura línea de investigación.

Si bien las características cualitativas (gusto, color, etc.), están determinadas por las propias características varietales, se puede contribuir y actuar sobre algunas de ellas incidiendo directamente en la concentración de sales, que se aportan resultando la obtención de valores de grados Brix/acidez aceptados por paladar del consumidor final en forma de los resultados en los principales aspectos de la evaluación sensorial de jitomate.

Para investigaciones futuras en la producción en invernadero, los resultados de este trabajo pueden contribuir en el aspecto de la formulación de soluciones nutritivas para cultivos de jitomate en la región

Los datos procesados en el análisis de componentes principales lograron una alta asociación entre las variables de la evaluación sensorial y las mediciones determinadas analíticamente con instrumentos en el laboratorio (figura 1). De manera similar a las distribuciones de los análisis practicados por Pagliarini y Ratti (1999); Sonneveld y Welles (1998), Thybo *et al.*, (2005) y Krauss *et al.*, (2006) en cultivo de jitomate bajo distintas soluciones nutritivas.



**Figura 1.** Gráficas de componentes principales entre variables de carácter sensorial y analítico de los racimos 1°, 3°, 5°, 7° y 9° (obsérvese el grado de asociación y consolidación para los tratamientos en mayor grado para SR2, puntos de la derecha y en menor grado para SR4, puntos de la izquierda)

## REFERENCIAS

- Agarwal, S. and Rao, A.V. (2000). Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. *Canad. Med. Assoc. J.* 163: 739-744.
- Auerswald, H., Schwarz, D., Kornelson, C., Krumbein, A. and Brückner, B. (1999). Sensory analysis, sugar and acid content of tomato at different EC values of the nutrient solution. *Scientia Hort.* 82: 227-242.
- Barrett, D.M. (2001). Tomato attributes and their correlations to peel ability and product yield. *Acta Hort.* 542: 65-74.
- Brandt, S., Lugasi, A., Barna, É., Hóvári, J., Pék, Z. and Helyes, L. (2003). Effects of growing methods and conditions on the lycopene content of tomato fruits. *Acta Aliment.* 32: 269-278.
- Carvalho, W., Fonseca, M.E.N., Silva, H.R., Boiteux, L.S., Giordano, L.B. (2005). Estimativa indireta de teores de licopeno em frutos de genótipos de tomateiro via análise colorimétrica. *Horticultura Brasileira* 232: 819-825.



- Fanasca, S., Rouphael, Y., Cardarelli, M. and Colla, G. (2005). The influence of K:Ca:Mg:Na ratio and total concentration on yield and fruit quality of soilless-grown tomatoes: A modelling approach. *J. Agric. Food Chem.* 54: 4319-4325.
- Fanasca, S., Colla, G., Maiani, G., Venneria, E., Rouphael, Y., Azzini, E. and Saccardo, F. (2006). Changes in antioxidant content of tomato fruits in response to cultivar and nutrient solution composition. *J. Agric. Food Chem.* 54: 4319-4325.
- Lavelli, V., Pagliarini, E., Giovanelli, G., Peri, C. and Zanoni, B. (2001). The antioxidant activity of tomato. Evaluation of fresh and processed products by chemical-physical indexes and biochemical model systems through principal component analysis. *Acta Hort.* 542: 205-210.
- Leibovitz, M. (2003). *Sensory and quality aspects of fresh cut tomatoes as affected by stage of ripeness and postharvest treatment with 1-methylcyclopropene*. Thesis M.Sc. University of Florida.
- Macia, H., Etxeandia, A. and Domingo, M. (1997). Effect of different N/K ratios in nutrient solutions on pepper of Gernika. *Acta Hort.* 450: 475-478.
- Prieto, M.H., López, J., Ballesteros R. and Junta de Extremadura, S.I.A. (1999). Influence of irrigation system and strategy on the agronomic and quality parameters of the processing tomato in Extremadura. *Acta Hort.* 487: 575-579.
- Rao, A.V. and Agarwal, S. (1999). Role of lycopene as antioxidant carotenoid in prevention in chronic disease: A review. *Nutr. Res.* 19: 305-323.
- Rao, A.V., Waseem, Z. and Agarwal, S. (1998). Lycopene contents of tomatoes and tomato products and their contribution to dietary lycopene. *Food Res. Intl.* 31: 737-41.
- Rodríguez-Amaya, D.B. (2001). Carotenoids. *Arch. Latino. Nutr.* 49: 748-848.
- Tabatabaie, S.J., Gregory, P.J., Hadley, P. and Ho, L. (2004). Use of unequal salinity in the root zone to improve yield and quality in hydroponically grown tomato. *Acta Hort.* 648: 47-54.
- Trudel, M.J. and Ozbun J.L. (1970). Relationship between chlorophyll and carotenoids of ripening tomato fruits as influenced by K nutrition. *J. Exp. Bot.* 21: 881-886.
- Trudel, M.J. and Ozbun, J.L. (1971). Influence of potassium on carotenoid content of tomato fruit. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.* 96: 763-765.
- Zdravkoviæ, J., Markoviæ, Z., Zdravkoviæ, M., Damjanoviæ, M. and Pavloviæ, N. (2007). Relation of mineral nutrition and content of lycopene and  $\beta$ -carotene in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) fruits. *Acta Hort.* 729: 177-181.
- Znidarcic, D., Trdan, S. and Zlaic, E. (2003). *Impact of various growing methods on tomato (Lycopersicon esculentum Mill.) yield and sensory quality*. Zb. Biotech. Fac. Univ. Ljubj.: 341-348.