



Tomate Orone[®]: efectos de la fertilización sobre la producción y calidad de la fruta

Raya, V.1; Socorro A.R.2, Haroun, J.A.1 y Amador, L.J.3

¹ ICIA. Finca La Estación. Santa Lucía de Tirajana (Las Palmas)

² ICIA. Dpto. Suelos y Riegos. Finca Isamar (S/C Tenerife)

³ Cultesa. Dpto. I+D+i (S/C Tenerife)

Resumen

Orone[®] es la primera variedad comercial y protegida de tomate registrada en Canarias. Con el fin de establecer los niveles adecuados de nutrición que asegurase un rendimiento y calidad de fruta óptimos, se desarrolló un ensayo aportando diferentes equilibrios entre el nitrógeno y el potasio en la solución nutritiva: Tratamiento Control (TC), relación nitrógeno-potasio N/K ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) = 2; Tratamiento A (TA), relación N/K = 1,3 (30 % más de potasio que el Control); Tratamiento B (TB), relación N/K = 0,9 (40 % menos de nitrógeno y 30 % más de potasio que el Control). Como variedad control se utilizó Doroty, por ser una de las más cultivadas para el mercado canario de exportación y tener un tamaño medio de fruto similar a la variedad local.

La variedad Orone[®] mostró un buen comportamiento productivo, alcanzando mayores producciones netas que Doroty ($15,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ frente a $13,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, respectivamente), siendo los trata-

mientos de fertilización TC y TA los de mayor producción y mejor comportamiento postcosecha en ambas variedades. Con la fertilización TB, la producción total obtenida fue significativamente menor con $16,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, en relación a $19,4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ tanto en TC como en TA.

El tipo de abonado no influyó en la cantidad total de sólidos solubles de los frutos, pero sí se alcanzaron diferencias significativas entre variedades, con medias de $4,6^\circ$ Brix en Orone[®] frente a 4° Brix de la variedad Doroty, tanto de frutos recolectados en color pintón como en maduro.

En función de los resultados obtenidos, la variedad Orone[®] presentó un buen comportamiento productivo y de calidad con la fertilización Control (sin tener que aumentar las aportaciones de potasio), recomendándose para plantaciones tardías y de ciclos cortos a medios.

Introducción

Orone[®] es la primera variedad comercial (NRVC 20130157) y protegida (NRVP 20135074) de tomate registrada en Canarias por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medioambiente (B.O.E.). Dentro de los estudios de caracterización morfológica, bromatológica, organoléptica y evaluación agronómica llevados a cabo con una colección de tomate tradicional canario representada por 57 accesiones (Amador *et al.*, 2009, 2012), la variedad Orone[®] se diferenció de las restantes por presentar un equilibrio entre sus rendimientos productivos y la alta calidad de sus frutos (Amador *et al.*, 2010).

El Orone[®] es un tomate tradicional, cuyo origen se sitúa en la isla de La Gomera, que se ha recuperado por ser un tomate carnoso, jugoso, sabroso, aromático, con un color intenso y una

larga conservación. Tras un proceso de selección y mejora llevado a cabo desde el año 2009 con la población original de esta variedad, el Orone[®] actualmente es considerado un producto canario diferenciado de alta calidad que alcanza la deferencia de tomate gourmet, ofreciendo el sabor del auténtico tomate tradicional canario.

Dada la importancia de la nutrición en los parámetros productivos y de calidad de fruta, resultó de interés conocer la demanda nutritiva del cultivo y su respuesta a diferentes niveles de nutrientes. La demanda de potasio en el cultivo de tomate es bastante alta, relacionado con el rápido crecimiento del cultivo junto con una alta carga de frutos (Chapagain and Wiesman, 2004). Bajos niveles de potasio en planta se traducen en una reducción drástica de la expansión de hojas, co-

Introducción

secha y proporción de frutos de primera calidad (Passam *et al.*, 2007), así como en un retraso en el desarrollo de flores y establecimiento de los frutos (Besford and Maw, 1974).

En cuanto a los parámetros de calidad del tomate, un aporte adecuado de potasio aumenta la acidez titulable mejorando, por tanto, su calidad sensorial. Por otro lado, niveles bajos de potasio en la solución nutritiva se relacionan con desórdenes en la maduración (Adams, 2002), mejorando la coloración interior y exterior del fruto al aumentar la fertilización potásica (Hartz *et al.*, 1999). A su vez, el aporte de nitrógeno por encima de los niveles considerados como óptimos, puede reducir algunas características cualitativas del fruto, como el pH, sólidos solubles, conte-

nido en glucosa y fructosa, así como la relación entre azúcares reducidos y sólidos totales (Parisi *et al.*, 2006). El contenido de fósforo en suelo, no parece influir de manera considerable en los sólidos solubles totales, pH, acidez y coloración del fruto (Oke *et al.*, 2005). En cambio, el calcio sí juega un papel importante en la calidad del fruto, asociado a su influencia en la aparición de BER (Blossom end rot) y microrrayado (Lichter *et al.*, 2002).

Por todo ello, con el fin de establecer el equilibrio nutritivo adecuado en la variedad de tomate Orone®, que garantizara una producción y calidad óptima de fruto, se llevó a cabo un ensayo de fertilización aplicando diferentes equilibrios entre el nitrato y el potasio.

Material y métodos

El ensayo se realizó en la Finca La Estación situada en Vecindario (Gran Canaria) perteneciente al Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA) en el interior de un invernadero multitúnel de cubierta lateral de policarbonato y cenital de polietileno de 800 galgas con 4,5 m a canal y 5,7 m a cumbre, dotado de ventilación cenital abatible a sotavento y barlovento y lateral tipo guillotina.

El material vegetal utilizado fue la variedad Orone® y, como testigo, la variedad Doroty (De Ruiter), ambas injertadas sobre Maxifort (Semini), trasplantadas a un marco de plantación de 2 m entre filas y 0,4 m entre plantas a 2 tallos por planta (2,5 tallos·m⁻²), en un sistema de conducción con entutorado alto y descuelgue de tallos (Foto 1).

El cultivo se desarrolló desde el 2 de diciembre de 2014 hasta el 12 de junio de 2015 y la recolección de la fruta comenzó el 26 de febrero de 2015.

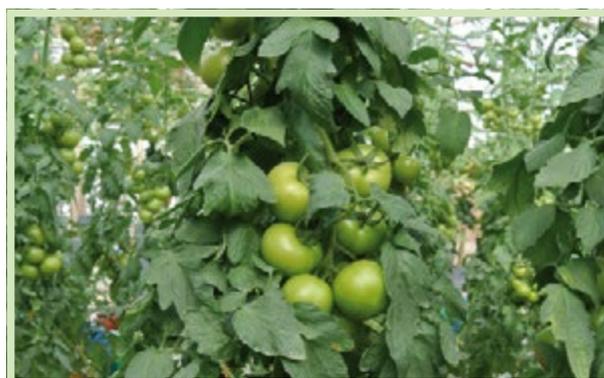


Foto 1. Cultivo en producción, variedades Orone® (arriba) y Doroty (abajo).

Material y métodos

Tratamientos

Para comparar el efecto de la nutrición sobre la calidad del fruto, se utilizaron 3 tipos de fertilización (Tabla), en función de la relación entre el Nitrato y el Potasio (N/K en $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ó N:K₂O en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$):

» Tratamiento Control (TC): relación N/K = 2 ó N:K₂O = 1:1,8.

» Tratamiento A (TA) (30 % más de potasio que el Control): relación N/K = 1,3 ó N:K₂O = 1:2,5.

» Tratamiento B (TB) (40 % menos de nitrato y 30 % más de potasio que el Control): relación N/K = 0,9 ó N:K₂O = 1:3,8.

Tabla. Composición media de la solución nutritiva ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) aplicada en los tratamientos TC, TA y TB.

	TC ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	TA ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	TB ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)
N-NO ₃ ⁻	6,9	6,1	4,2
P-H ₂ PO ₄ ⁻	1,8	1,8	1,7
K ⁺	3,6	4,6	4,7
Ca ⁺²	2,8	2,7	2,6
Mg ⁺²	2,6	2,3	2,2
S-SO ₄ ⁻²	1,4	2,0	2,9
Na ⁺	8,5	8,3	8,5
Cl ⁻	10,5	10,4	10,5
HCO ₃ ⁻	0,6	0,5	0,4

Parámetros a controlar

Volumen diario de agua aplicada y drenada en 2 tablas de lana de roca por tratamiento y repetición.

- » Consumo total de nutrientes: calculado como la diferencia entre el volumen y composición de la solución nutritiva aplicada y el volumen y composición de la solución nutritiva drenada.
- » Concentración de absorción de nutrientes: cantidad de nutrientes aplicados por volumen de agua consumida. Para ello, cada quince días se realizó el análisis de la composición de la solución nutritiva aplicada y drenada.

» Parámetros de rendimiento: Producción total y neta y calibres de fruta [P (35-47 mm), MM (47-57 mm), M (57-67 mm), G (67-82 mm) y GG (82-102 mm)].

» Parámetros de calidad: se determinó en varios momentos a lo largo del ciclo con fruta en dos estados de maduración (pintón y maduro). Los parámetros evaluados en 5 frutos por medida fueron: dureza (durómetro Durofel con punta de 0,25 cm²) y contenido de sólidos solubles totales (SST) (refractómetro Atago ATC-20E).

Material y métodos

Diseño experimental

El diseño experimental fue en split-plot, con la variedad (Orone® y Doroty) como factor principal y el tipo de fertilización (TC, TA y TB)

como factor secundario, con 3 repeticiones. La unidad experimental constó de 2 tablas de sustrato con 3 plantas cada una (6 plantas en total).

Resultados y discusión

Consumo de Agua y Nutrientes

Se encontraron diferencias significativas en el consumo de agua entre variedades, con 454 L·m⁻² en Orone® frente a 384 L·m⁻² de Doroty y, a su vez, entre tratamientos de fertilización, alcanzando menor consumo las plantas del tratamiento TB (367 L·m⁻²), frente al TA y el Control (454 y 436 L·m⁻², respectivamente) (Figura).

En general, la variedad Orone® alcanzó un consumo de nutrientes superior a Doroty: entre 18 % - 37 % más de N, 14 % - 33 % de P y 7 % - 17 % de K, según el tratamiento de fertilización (Tabla). Al comparar los tipos de fertilización aplicada, se observó una reducción en el consumo de nutrientes en TB con respecto al Control: 30 % menos de N, P y Ca, 23 % menos de K y 20 % menos de Mg.

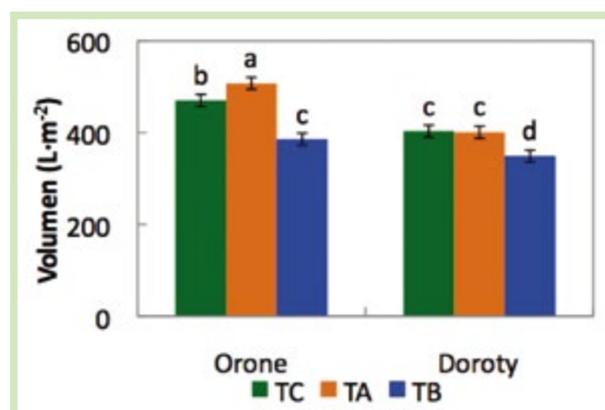


Figura: Consumo de agua (L·m⁻²) en Orone® y Doroty, para cada uno de los tratamientos de fertilización (TC, TA y TB). Datos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes con una probabilidad de error del 5 % según el test LSD.

Tabla. Composición media de la solución nutritiva (mmol·L⁻¹) aplicada en los tratamientos TC, TA y TB.

Variedad	Trat	N	P	K	Ca	Mg	S
Orone®	TC	48,9 a*	24,1 a	84,1 b	50,3 a	15,7 ab	18,1
	TA	50,3 a	22,6 a	88,9 a	49,2 a	17,3 a	21,2
	TB	33,0 c	16,2 c	63,0 d	33,5 cd	12,4 cd	17,9
Doroty	TC	38,5 b	19,7 b	73,5 c	39,8 b	13,5 bc	15,6
	TA	36,7 bc	16,9 c	75,7 bc	37,6 bc	13,7 bc	17,8
	TB	27,9 d	14,2 d	58,9 d	30,5 d	10,9 d	16,2

*Datos seguidos de la misma letra dentro de la misma columna, no son significativamente diferentes con una probabilidad de error del 5 % según el test LSD.

Resultados y discusión

Concentración de Absorción de Nutrientes

La reducción en la concentración de nitrato aplicada en la solución nutritiva del tratamiento B, influyó en la menor concentración de absorción observada en este tratamiento con respecto a los otros dos, en ambas variedades. Las diferencias fueron más acusadas en los primeros meses hasta el momento de la recolección, con medias en torno a $7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ en TB, frente a $8,3$ y $8,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ en TA y TC, respectivamente, en ambas variedades.

Con respecto al potasio, se observó un incremento en su concentración de absorción en el momento de engorde de los primeros frutos, entre 3 y 4 semanas antes del comienzo de la recolección (finales de febrero), coincidiendo con la reducción en las concentraciones de nitrato, fosfato, sulfato, calcio y magnesio, al igual que lo observado por Magán (2005) y Raya (2014). Este máximo en la concentración de potasio coincide con el aumento en la carga de frutos, lo que podría explicarse por la mayor proporción de este nutriente en el fruto con respecto a nitrato, cal-

cio y magnesio (Voogt, 1993). Por tanto, se podría pensar en la mayor dependencia, durante este período, del estado de desarrollo del cultivo en la concentración de absorción de nutrientes (Magán, 1999; Parra *et al.*, 2008). Durante ese periodo hasta la recolección, se encontraron valores mayores de absorción de potasio en TA y TB con respecto al Control, en ambas variedades: $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ en TC frente a $5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ en los tratamientos TA y TB.

Después del comienzo de la recolección, las concentraciones de absorción de los diferentes elementos se mantuvieron relativamente constantes, con oscilaciones que se asocian a las condiciones climáticas (Jemaa *et al.*, 1995; Sonneveld, 2000).

Al final del ciclo de cultivo, las concentraciones de absorción de los diferentes nutrientes comenzaron a descender coincidiendo con el aumento de la radiación y temperatura en ese periodo (mayo-junio).

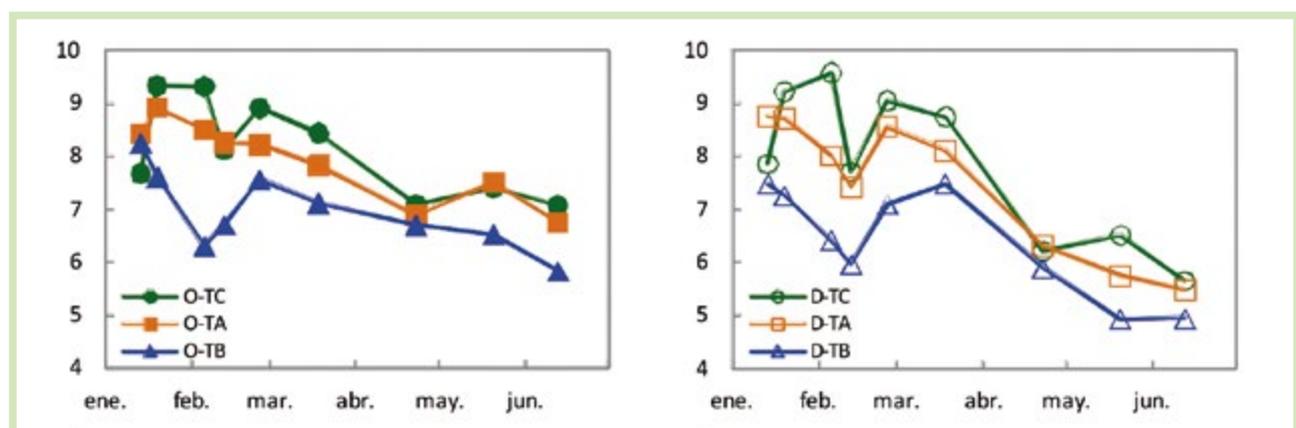


Figura (parte 1): Concentraciones de absorción de nutrientes ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) de N-Nitrato, P-Fosfato y Potasio, en Orono® (O) y Doroty (D), para cada uno de los tratamientos de fertilización (TC, TA y TB).

Resultados y discusión

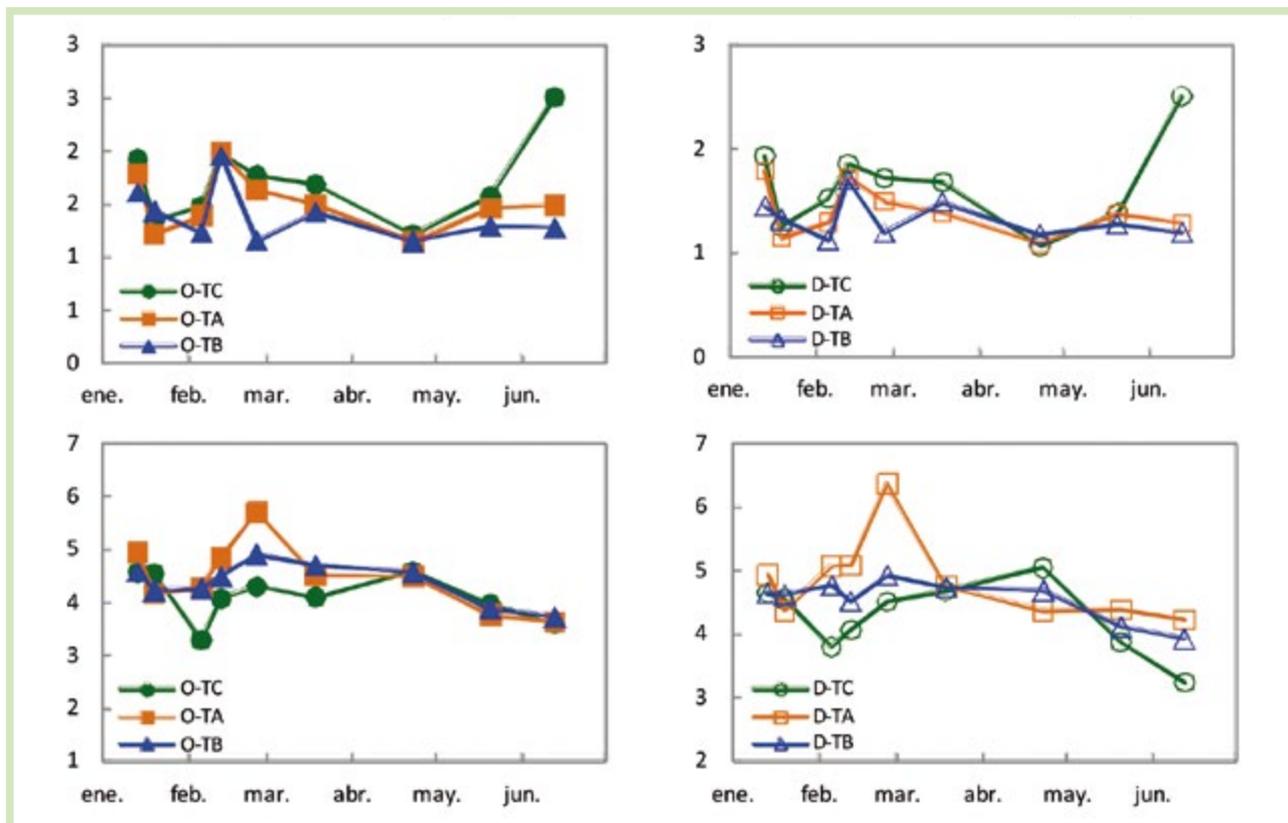


Figura (parte 2): Concentraciones de absorción de nutrientes ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) de N-Nitrato, P-Fosfato y Potasio, en Orone[®] (O) y Doroty (D), para cada uno de los tratamientos de fertilización (TC, TA y TB).

Producción

No se encontraron diferencias significativas en la producción total obtenida entre variedades, pero sí entre tratamientos de fertilización, con menor producción en el tratamiento de fertilización TB, con $16,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, frente a $19,4 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ tanto TA como en TC. Esta reducción en cosecha podría asociarse a un aporte de nitrógeno inferior al óptimo en el tratamiento TB, que reduce el número y tamaño de los frutos producidos, además de su calidad, color y sabor. El nitrógeno es un elemento constituyente de proteínas y aminoácidos, sin el cual no se posibilitan funciones vitales del crecimiento y reproducción de las plantas (Sainju *et al.*, 2003).

En cuanto a la producción neta, la variedad Orone[®] alcanzó una producción significativamente

mayor que Doroty ($15,5$ frente a $13,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, respectivamente), con el Control y TA obteniendo también mayor producción ($14,9 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$) que el tratamiento TB ($13,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$). Se observó una cierta interacción entre las variedades y los tratamientos de fertilización. Así, la variedad Orone[®] mostró una mejor producción con la Fertilización Control, mientras que en Doroty fue con la fertilización TA (Figura).

También se encontraron diferencias significativas en la producción de destrío entre variedades, con un 17 % en Orone[®] frente a un 27 % de Doroty.

Resultados y discusión

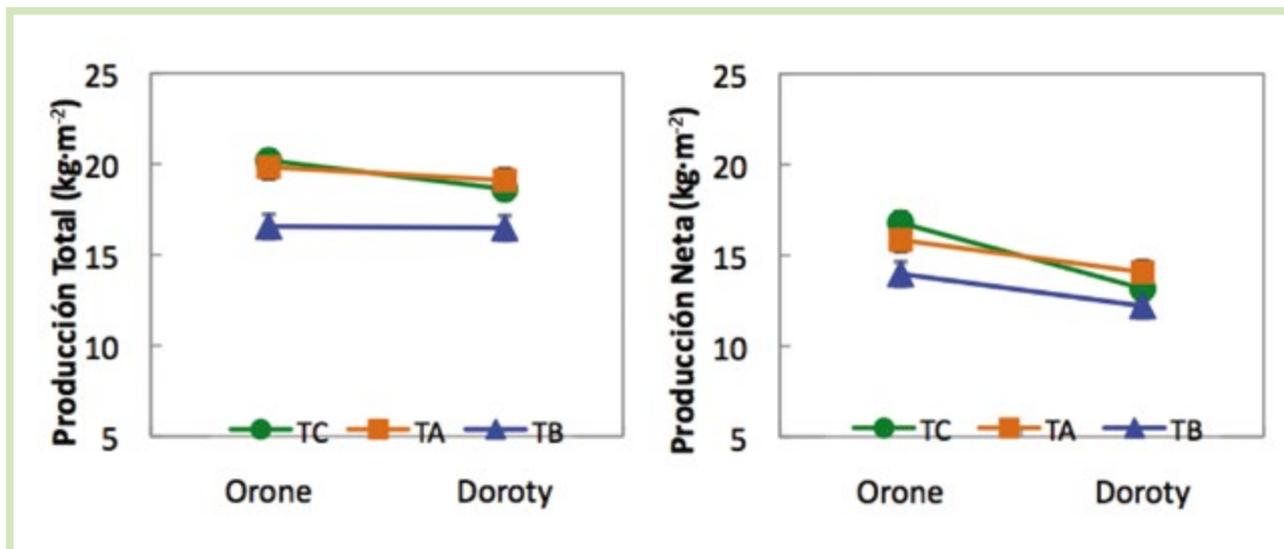


Figura: Producción Total (izda) y Neta (dcha) en Orono® y Doroty, para cada uno de los tratamientos de fertilización (TC, TA y TB). Datos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes con una probabilidad de error del 5 % según el test LSD.

Calibres

Los calibres predominantes en ambas variedades fueron M y MM, observándose diferencias en los porcentajes obtenidos en función del tratamiento aplicado. Los mayores porcentajes de

calibre M en ambas variedades, se encontraron en los tratamientos de fertilización TC y TA (66 y 62 %, respectivamente), valores significativamente superiores a los encontrados en TB (56 %).

Parámetros de calidad del fruto

Se realizaron medidas de parámetros de calidad de fruto a lo largo del ciclo de cultivo, desde principios de mayo hasta finales de junio, con fru-

ta en estado verde pintón (CBT 3-5) y en estado maduro (CBT 7-9) (Foto).



Foto: Estado de maduración para las medidas de calidad de fruto: a) estado pintón (CBT 3-5).

Resultados y discusión



Foto: Estado de maduración para las medidas de calidad de fruto: b) estado maduro (CBT 7-9).

En cuanto a la dureza no se observaron diferencias entre variedades en ninguno de los dos estados de maduración, con medias de 89,1 % y 87,7 % en verde, y de 82,9 % y 83,0 % en estado maduro, para Orone® y Doroty, respectivamente.

En estado verde pintón, el tratamiento TC tuvo un mejor comportamiento en cuanto a la

dureza de fruto, aunque en estado maduro no se observó una tendencia clara en función del tratamiento de fertilización aplicado. El tipo de abonado no influyó en la cantidad total de sólidos solubles de los frutos, pero sí se alcanzaron diferencias significativas entre variedades, con 4,6° Brix en la variedad Orone® frente a 4,0° Brix de la variedad Doroty, tanto en estado pintón como maduro.

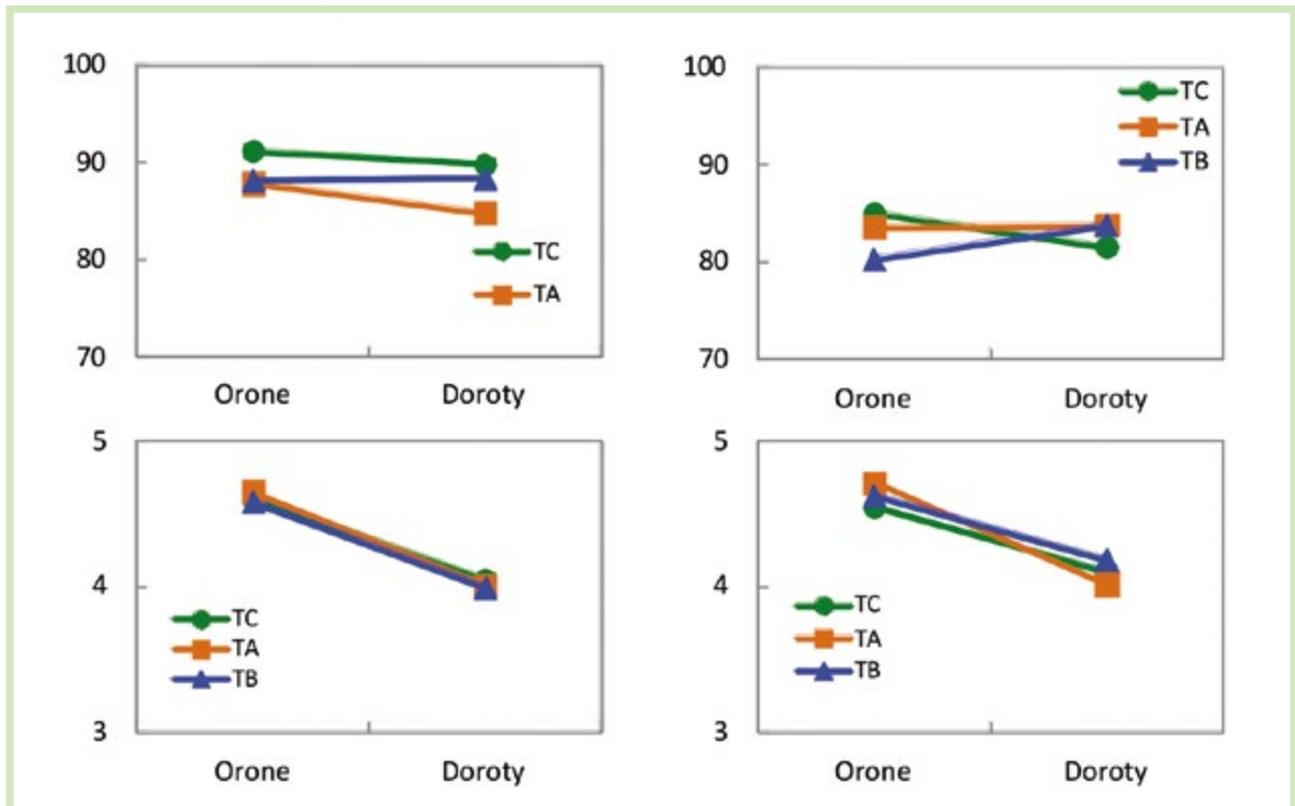


Figura: Dureza (arriba) y contenido de sólidos solubles totales (SST), en grados Brix (abajo), de los frutos recolectados en estado verde pintón (izda) y maduro (dcha), en Orone® y Doroty, para cada uno de los tratamientos de fertilización (TC, TA y TB).

Conclusiones

La variedad local Orone® mostró un comportamiento productivo óptimo, alcanzando mayor producción neta que Doroty.

En ambas variedades, los tratamientos de fertilización Control y TA (30 % más de potasio que el Control) mostraron mayor producción y frutos de mayor calibre en relación a TB (40 % menos de nitrato y 30 % más de potasio que el Control). Con la fertilización TB, la producción total obtenida fue significativamente menor (16,5 kg·m⁻² en TB en relación a 19,4 kg·m⁻² tanto en TC como en TA), lo que apunta a que el nivel de nitrógeno aportado en dicho tratamiento estuvo por debajo del óptimo en ambas variedades.

No se observó una mejora clara en dureza o contenido de SST en el momento de la recolección según el tipo de fertilización, pero sí se alcan-

zaron diferencias entre variedades en este último parámetro, con medias de 4,6° Brix en Orone® frente a 4,0° Brix en Doroty.

A la vista de los resultados obtenidos, la variedad Orone® presentó un buen comportamiento productivo y de calidad con la fertilización Control (sin tener que aumentar las aportaciones de potasio), mejorando incluso la producción neta y el contenido en SST en relación a Doroty, recomendándose en plantaciones tardías y de ciclos cortos a medios.

Los estudios de fertilización, producción y calidad de fruto llevados a cabo con el tomate Orone® han permitido determinar su idoneidad y potencial como variedad comercial de alta calidad competitiva para el mercado de tomate en Canarias.

Referencias bibliográficas

- Adams, P. 2002. Nutritional control in hydroponics. In: Savvas, D. Passam HC (eds) *Hydroponic Production of Vegetables and Ornamentals*, Embryo Publications, Athens, Greece, pp. 211-261.
- Amador, L., Cruz, T., Santos, B., Rodríguez, E., Díaz, C., Ríos, D. 2009-2012. Selección y mejora de las variedades tradicionales de tomates de Canarias. (ACIISI). IDT-TF 08025.
- Amador, L., Ríos, D., Rodríguez, B., Parrilla, M., Rodríguez, E., Díaz, C. 2010. Lycopene content in local tomato cultivars of Canary Islands. 28th Intern. Horticultural Congress. Portugal.
- Amador, L., Santos, B., y Ríos, D. 2012. *Variedades tradicionales de tomates de Canarias*. Tenerife. ISBN: 97884-695-6681-7, 233 pp.
- Besford, R.T. and Maw, G.A. 1974. Effect of potassium nutrition on tomato plant growth and fruit development. *Plant and soil* 42 (2): 395-412.
- B.O.E. Boletín Oficial del Estado, Núm. 38, 13 de febrero de 2016 Sec. III. Pág. 11708. 1483 Orden AAA/153/2016, de 10 de febrero, por la que se dispone la inclusión de variedades de distintas especies en el Registro de Variedades Comerciales.
- B.O.E. Boletín Oficial del Estado, Núm. 13, 16 de enero de 2017 Sec. III. Pág. 3987. 482 Orden APM/11/2017, de 10 de enero, por la que se dispone la concesión de títulos de obtención vegetal en el Registro de Variedades Protegidas.

Referencias bibliográficas

- Chapagain, B.P. and Wiesman, Z. (2004). Effect of potassium, magnesium chloride in the fertigation solution as partial source of potassium on growth, yield and quality of greenhouse tomato. *Scientia Horticulturae* 99, 279-288.
- Hartz, T.K., Miyao, G., Mullen, R.J., Cahn, M.D., Valencia, J. and Brittan, K.L. 1999. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 124 (2): 199-204.
- Jemaa, R., B. Boulard y A. Baille. 1995. Some results on water and nutrient consumption of a greenhouse tomato crop grown in rockwool. *Acta Horticulturae* 408: 137-145.
- Lichter, A., Dvir, O., Fallik, E. Cohen, S. Golan, R. Shemer, Z. Sagi, M. 2002. Cracking of cherry tomatoes in solution. *Postharvest biology and technology* 26: 305-312.
- Magán, J. J. 1999. Sistemas de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. En: Fernández, M. y I. N. Cuadrado Gómez (eds.). *Cultivos sin suelo II. Curso Superior de Especialización*. pp. 173-205.
- Magán, J. J. 2005. Respuesta a la salinidad del tomate larga vida en cultivo sin suelo recirculante en el sureste español. Tesis doctoral. Universidad de Almería, Almería. pp. 171.
- Oke, M.; Ahn, T.; Schofield, A. and Paliyath, G. 2005. Effects of phosphorus fertilizer supplementation on processing quality and functional food ingredients in tomato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 1531-1538.
- Parisi, M., Giordano, I. Pantangelo A., D'Onofrio, B. Villari, G. 2006. Effects of different levels of nitrogen fertilization on yield and fruit quality in processing tomato. *Acta Horticulturae* 700: 129-132.
- Parra, M., I. Molina, V. Raya y M. C. Cid. 2008. Concentraciones de absorción de nutrientes en tomate: influencia del ciclo de cultivo y de las condiciones climáticas. En: Seminario de técnicos y especialistas en horticultura. Sitges, Barcelona. Publicaciones del MAARM.
- Passam, H.C., Karapanos, I.C., Bebeli, P.J., Savvas, D. 2007. A review of recent research on tomato nutrition, breeding and post-harvest technology with reference to fruit quality. *The European Journal of plant science and biotechnology* 1(1): 1-21.
- Raya, V. 2014. Mejora de la productividad del cultivo de tomate para exportación en Canarias. Tesis. Universidad de La Laguna. pp. 239.
- Sainju, U.M., Dris, R. and Singh, B. 2003. Mineral nutrition of tomato. *Food, Agriculture & Environment* Vol. 1(2): 176-183.
- Sonneveld, C. 2000. Effects of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horticulture. Thesis. Wageningen University. pp. 151.
- Voogt, W. 1993. Nutrient uptake of year round tomato crops. *Acta Horticulturae* 339: 99-112.