

## Evaluación de sustancias nutritivas y bioactivas en tres tipos de tomate: Asurcado (RAF), Cherry y Larga Vida

M.A. Domene, J.C. Gázquez, M.D. Segura y D.E. Meca

Negocio Agroalimentario y Cooperativo

e-mail: madomene@fundacioncajamar.com

Publicado en:

ACTAS DE HORTICULTURA I JORNADAS DEL GRUPO DE ALIMENTACION Y SALUD

COMUNICACIONES. Pg. 151-156

Sociedad Española de Ciencias Hortícolas 65 Junio 2014-07-17

LOGROÑO 3,4 JUNIO 2014-07-17

### Resumen

El tomate, ya sea en fresco, deshidratado o procesado tiene un alto valor nutricional debido a la riqueza y diversidad de nutrientes y sustancias bioactivas que contiene. También se ha visto que un consumo regular de tomates juega un importante rol en la prevención de enfermedades tan importantes como el cáncer, procesos cardiovasculares, neurodegenerativos e isquémicos del corazón. El contenido en nutrientes y sustancias bioactivas está influenciado notablemente por el perfil genético, los ataques bióticos externos, las condiciones ambientales, especialmente la radiación, y el manejo agronómico del cultivo. Se sabe que existen diferencias muy marcadas entre los diferentes tipos de tomates; por ello el objetivo de este trabajo es comparar la calidad organoléptica y el contenido en sustancias nutritivas y bioactivas de tres tipos de tomate: larga vida, asurcado (RAF) y cherry. Esta información puede ser muy útil a la hora de revalorizar la calidad de dichos productos, ya que es un primer paso para la elaboración de etiquetas nutricionales y reivindicaciones saludables, es fundamental a la hora de preparar elaborados alimenticios en la industria agroalimentaria, y el conocimiento nutricional en fresco puede ser una etiqueta de diferenciación en la calidad de una determinada hortaliza. Este estudio pone de manifiesto la mejor calidad organoléptica del tomate RAF; además demuestra que posee un mayor valor nutricional y contenido en sustancias bioactivas. También demuestra las menores cualidades organolépticas y nutritivas del larga vida, aunque como el resto de tomates si es una fuente de sustancias bioactivas.

**Palabras clave:** calidad, sabor, nutrición, análisis proximal.

## INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill o *Solanum lycopersicum* L.) es uno de los vegetales más importantes en el mundo. Anualmente se producen más de 211 millones de toneladas (FAO, 2012) y España es el octavo productor con 4,01 millones de toneladas de los cuales 683.000 t corresponden a Almería (Junta de Andalucía, 2012).

En calidad en tomate, hay que diferenciar calidad externa e interna. Calidad externa es la que el consumidor aprecia en la estantería de un supermercado y viene determinada por una buena apariencia postcosecha. La interna es la que el consumidor no aprecia hasta que lo consume y la determinan el sabor, las propiedades nutricionales y las sustancias bioactivas que contienen. Hasta el momento se ha prestado más atención a la calidad externa que a la interna, aunque buscando, cada día más, consumir un producto sabroso a la vez que saludable, y por lo tanto, ha adquirido especial relevancia el valor nutritivo de los alimentos, al proporcionar los nutrientes esenciales necesarios para el desarrollo del organismo, y el contenido en sustancias bioactivas, por su efecto beneficioso sobre la salud.

El consumo de tomates y productos derivados del mismo (concentrados, zumos, salsas, pulpa, tomate triturado, confitura, etc.) se asocia a la disminución del riesgo de padecer cáncer de próstata y tracto digestivo (Giovannuci *et al.*, 1995). Los tomates son también uno de los principales componentes de la dieta mediterránea, la cual se asocia a una disminución en la mortalidad debido a enfermedades cardiovasculares (Dumas, *et al.*, 2003). El tomate se caracteriza por tener un alto contenido en agentes antioxidantes como polifenoles y flavonoides, los cuales son compuestos potencialmente muy útiles en procesos antiinflamatorios, protectores hepáticos y actividad antiviral (Farah, A. y Donangelo, C.M. 2006), constituye la fuente principal de licopeno en la dieta, antioxidante que se asocia a un amplio rango de efectos beneficiosos sobre la salud (George, *et al.*, 2004), contiene vitamina C y E (Guil-Guerrero J.L., 2009). En la dieta humana, las frutas y vegetales contribuyen a la ingesta del 35, 24 y 11 % respectivamente de K, Mg y P, y son la mayor fuente de Ca, Na y otros elementos esenciales (Levander, O.A., 1990).

Un ejemplo muy claro de un producto apreciado por su calidad organoléptica es el tomate RAF. En la actualidad cada vez tienen más demanda frutos pequeños como el caso de tomate cherry, muy apreciado por su sabor. Sin embargo, el tipo de tomate que más se produce para los mercados europeos es el tipo larga vida, ya sea suelto o en ramo. El objetivo de este trabajo es comparar la calidad organoléptica y el contenido en sustancias nutritivas y bioactivas de estos tres tipos de tomate.

## MATERIAL Y METODOS

Los ensayos se llevaron a cabo en la Estación Experimental de Cajamar Las Palmerillas, en el Ejido (Almería), durante la campaña agrícola 2011/2012. Se ensayaron tres tipos de tomate, de larga vida, cherry y RAF. En los dos primeros el cultivo se realizó en un invernadero multicapilla de plástico tensado de tramos rectos en

cubierta con una pendiente de 33°, con una superficie de 1.000 m<sup>2</sup> y 6 capillas con orientación Este-Oeste y gran superficie de ventilación, tanto lateral como cenital. Se utilizó como sustrato de cultivo fibra de coco, a una densidad de 1,6 tallos/m<sup>2</sup> y se utilizó el sistema de descuelgue con perchas tipo holandés. El cultivo de RAF se realizó en un invernadero parral de doble capilla asimétrico, tipo Inacral, con una superficie de 430 m<sup>2</sup>, 2 capillas con orientación Este-Oeste y ventilación lateral y cenital. Se utilizó el enarenado típico de Almería, a una densidad de 3 tallos/m<sup>2</sup> y se usó el sistema de descuelgue tradicional de la zona.

a) Tomate larga vida: tomate en ramo de la variedad Ramyle (Rijk Zwaan) injertado sobre Multifort (Monsanto) a dos tallos. El cultivo se trasplantó el 28 de agosto de 2011 y finalizó el 7 de junio de 2012, realizándose un total de 21 recolecciones.

b) Tomate cherry: tomate cherry en ramo de la variedad Genio (Clause-Tezier) injertado sobre Multifort (Monsanto) a dos tallos. El cultivo se trasplantó el 25 de agosto de 2011 y finalizó el 18 de junio de 2012, realizándose un total de 30 recolecciones.

c) Tomate asurcado-Tipo RAF: la variedad utilizada fue Delizia (Clause-Tezier) injertado sobre Founder (Clause-Tezier) a tres tallos. El cultivo se trasplantó el 25 de septiembre de 2011 y finalizó el 30 de mayo de 2012, realizándose un total de 36 recolecciones.



*Tomate rama larga vida*



*Tomate cherry*



*Tomate asurcado tipo RAF*

En calidad interna, en 10 frutos en tomate cherry y 3 frutos en tomate en ramo y asurcado en un estado de madurez comercial óptima y previamente lavados con agua destilada, se determinaron los siguientes parámetros: a) color del fruto, mediante las coordenadas colorimétricas L\*, a\*, b\* del sistema CIELab con un colorímetro Konica Minolta CR-400 Head (tres medidas promediadas sobre cada fruto), y b) firmeza, medida en Newton con el penetrómetro Penefel DTF 14, con profundidad de inserción de 8 mm de la punta y una velocidad de inserción de 20 mm/minuto (dos medidas promediadas sobre cada uno de los frutos correspondientes a cada tratamiento).

Posteriormente dichos frutos se licuaron y filtraron para obtener el zumo sobre el que se midió: el contenido en sólidos solubles (CSS) o °Brix según el método refractométrico con refractómetro digital

modelo Atago Pal 1, el pH, con pH-metro modelo Crison-GLP.21 y la acidez valorable, expresada en porcentaje de ácido cítrico.

Para analizar el contenido nutricional se realizaron las siguientes determinaciones: a) Proteínas, según el método Kjeldahl (Chang, S. 2003), se mineraliza con bloque digestor de 12 plazas marca P-Selecta la muestra de fruto previo secado, triturado y homogenizado de la misma (Jata Electro Mod. ML469). Posteriormente se destila con Destilador (marca Buchi modelo K-314) y el destilado se recoge sobre una disolución de ácido bórico y se valora con HCL 0.1M, el resultado se expresa en gramos de proteína en 100 gramos de fruto fresco; b) Hidratos de Carbono totales (HC), con el método espectrofotométrico de fenol-ácido sulfúrico (BeMiller, J.N., 2003). Se midió espectrofotométricamente con una curva patrón de glucosa de 0 a 100 g/2mL a 490 nm en espectrofotómetro de doble haz ultravioleta-visible (marca Unicam; modelo Helios Alpha) y se calculó la concentración como gramos de HC en 100 g de fruto fresco; c) Vitamina C, mediante el método volumétrico del 2,6-dicloroindofenol (Método 984.26 de la AOAC, 2000), la variable se expresa como mg Ác. Ascórbico/mL y posteriormente se transforma en g ác. Ascórbico /100 g fruto fresco; d) Fibra, determinada gravimétricamente mediante su separación por hidrólisis de ácido sulfúrico e hidróxido sódico diluido e hirvientes; e) Lípidos (Gómez C., 2013), determinados por gravimetría con balanza Sartorius mod. Quintix 2241S ( $s \pm 0.1$  mg); f) Polifenoles, por el método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu, con curva patrón de Ácido Gálico de 0 a 1000 ppm a 670 nm (espectrofotómetro de doble haz ultravioleta-visible. marca Unicam; modelo Helios Alpha), la variable se expresa como mg Ác. Gálico/L; g) Carotenos totales, con una extracción acetona-hexano y determinación espectrofotométrica a 487,5 nm y expresados como mg carotenos/ g fruto fresco; h) Contenido mineral de P, Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Ni y Zn, por digestión vía húmeda de muestra de fruto, previo secado, triturado y homogenizado de la misma (Jata Electro Mod. ML469) y posterior determinación de P (espectrofotómetro de doble haz ultravioleta-visible. marca Unicam; modelo Helios Alpha) y Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Mn por absorción atómica (Perkin Elmer, modelo Analyst 100), expresado como mg /100 gramos de materia fresca; i) Cenizas, mediante calcinación en mufla (Horsebal) a 550° C y determinación gravimétrica.

Todos los datos fueron sometidos a un tratamiento estadístico con el programa Statgraphics Plus 5.1, los resultados se expresan con su media (10 o 3 frutos)  $\pm$  desviación estándar, se hizo un análisis de varianza (ANOVA) y la diferencia entre medias con el test de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Controlando las semillas a nivel genético, con preselección de las mismas y un buen manejo agronómico del cultivo, podemos conseguir frutos con la máxima calidad deseada. Se han seleccionado los tres tipos de tomates más representativos de los que se producen en los invernaderos del sureste peninsular. El tomate larga vida, destinado a la exportación gracias a su gran vida de anaquel (5-6 semanas en estantería), pero que no destaca en absoluto por sus propiedades organolépticas. El tomate tipo cherry, con buena vida anaquel y apreciado por su buen sabor por los consumidores y por último, el tomate RAF (asurcado), que es

el tomate estrella en cuanto al sabor en los mercados nacionales, destaca por sus excelentes cualidades organolépticas pero con el inconveniente de su corta vida de anaquel.

**Tabla 1.** Valores de firmeza (N) y de los parámetros de color L\*, a\* y b\* en tipos de tomate Asurcado (RAF), Cherry y Larga Vida

Tipo de tomate	L*	a*	b*	Firmeza (N)
Cherry	42,64 ± 0,97 <sup>b</sup>	13,70 ± 1,91 <sup>b</sup>	20,60 ± 0,79 <sup>b</sup>	19,6 ± 1,02 <sup>b</sup>
Larga Vida (Ramo)	40,79 ± 0,94 <sup>c</sup>	19,12 ± 1,20 <sup>a</sup>	25,23 ± 1,30 <sup>a</sup>	21,27 ± 1,31 <sup>a</sup>
RAF (Asurcado)	55,1 ± 3,50 <sup>a</sup>	-6,15 ± 2,30 <sup>c</sup>	21,20 ± 3,10 <sup>b</sup>	19,5 ± 1,50 <sup>b</sup>

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en una prueba de Tukey

La medida de la firmeza expresa la resistencia de la cutícula al penetrómetro, por lo que es un buen indicativo de la dureza del fruto en ese momento, pero no de la vida postcosecha del fruto. En la Tabla 1 se aprecia lógicamente que el tomate larga vida alcanza un valor promedio de firmeza de 21,27 N, significativamente mayor (nivel 5 %) que el del tipo cherry y el Asurcado, pero no se observan diferencias entre los dos últimos tipos. El RAF presenta el valor de transparencia (L\*) más alto (55,1) y el tomate de larga vida el menor (40,8). En la coordenada a\* al igual que en L\* también existen diferencias significativas entre tipos de tomate. Los colores más rojos los tiene el larga vida (19,1) y el que menos, como era razonable, el RAF, (-6.15), que se recolecta en tonos verdes virando a rojo.

El sabor en el tomate viene determinado sobre todo por el contenido del fruto en azúcares y ácidos orgánicos, teniendo también influencia las sustancias volátiles. Para que un tomate tenga buen sabor debe tener un alto contenido en azúcares y en ácidos. Si los azúcares son altos y los ácidos bajos resulta un tomate demasiado dulce, mientras que al contrario resulta muy ácido. Si ambos componentes son bajos, resulta un tomate insípido (Escobar, *et al.*, 2012).

**Tabla 2.** Valores de pH, °Brix (%), A. Cítrico (%) e Índice de Madurez (IM) en tipos de tomate Asurcado (RAF), Cherry y Larga Vida

Tipo de tomate	pH	° Brix (%)	% A. Cítrico	IM
Cherry	4,22 ± 0,06 <sup>c</sup>	6,32 ± 0,65 <sup>b</sup>	0,63 ± 0,09 <sup>a</sup>	1,01 ± 0,01 <sup>c</sup>
Larga Vida (Ramo)	4,35 ± 0,03 <sup>b</sup>	4,11 ± 0,95 <sup>c</sup>	0,29 ± 0,03 <sup>c</sup>	1,42 ± 0,03 <sup>b</sup>
Asurcado (RAF)	4,40 ± 0,05 <sup>a</sup>	8,51 ± 0,18 <sup>a</sup>	0,52 ± 0,02 <sup>b</sup>	1,64 ± 0,04 <sup>a</sup>

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en una prueba de Tukey

En relación a estas medidas (Tabla 2) podemos destacar que el cherry es el que presenta mayor concentración de ácidos, un 0,63 %, significativamente superior a los demás. A nivel de azúcares destaca el tomate tipo RAF, alcanzando 8,5 °Brix frente a 6,3 del RAF 0,52 y 0,29 del tipo Larga Vida, siendo estas

diferencias estadísticamente significativas. Se ha calculado el índice de madurez (relación °Brix/% de Ácido Cítrico), obteniendo de nuevo que el tipo RAF es el que presenta el valor más elevado, 1,64, lo que vuelve a confirmar sus excelentes propiedades organolépticas. Así, encontramos que los tomates larva vida tienen bajo contenido en azúcares y en ácidos, lo que explica que sean los menos apreciados por su sabor. Los tomates tipo cherry tienen un elevado nivel de azúcares y sobre todo de ácidos, lo que los hace muy apreciados por sus características organolépticas. El tipo RAF es el que presenta los mayores valores de °Brix, y una acidez alta, lo que determina el sabor dulce que lo caracteriza, sobre todo cuando se cultiva con estrés hídrico y salino como se hace en las zonas de La Cañada y Níjar en Almería.

**Tabla 3. Análisis proximal y nutricional en tres tipos de tomates: Asurcado (RAF), Cherry y Larga Vida**

NUTRIENTE VALOR 100 g de tomate						
PROXIMALES	Cherry	%	Larga Vida	%	Asurcado (RAF)	%
MINERALES	(g)	DDR <sup>1</sup>	(g)	DDR	(g)	DDR
AGUA	94,14 ± 0,14 <sup>a</sup>		93,28 ± 0,82 <sup>ab</sup>		90,18 ± 1,40 <sup>b</sup>	
PROTEINAS	0,76 ± 0,20 <sup>c</sup>	1,52	0,87 ± 0,10 <sup>b</sup>	1,74	1,12 ± 0,10 <sup>a</sup>	2,24
LIPIDOS	0,17 ± 0,08 <sup>b</sup>	0,19	0,18 ± 0,08 <sup>b</sup>	0,2	0,42 ± 0,20 <sup>a</sup>	0,47
CENIZAS	0,61 ± 0,05 <sup>a</sup>		0,60 ± 0,04 <sup>a</sup>		0,40 ± 0,04 <sup>b</sup>	
FIBRA	0,57 ± 0,1 <sup>b</sup>	2,28	1,04 ± 0,05 <sup>a</sup>	4,16	0,49 ± 0,03 <sup>c</sup>	1,96
HC TOTALES	2,32 ± 0,40 <sup>b</sup>	2,57	2,26 ± 0,41 <sup>b</sup>	2,51	3,68 ± 0,68 <sup>a</sup>	4,09
CALCIO	37,71 ± 2,75 <sup>a</sup>	4,71	9,73 ± 2,45 <sup>b</sup>	1,22	9,06 ± 2,74 <sup>b</sup>	1,13
HIERRO	0,36 ± 0,07 <sup>c</sup>	2,57	0,48 ± 0,17 <sup>a</sup>	3,42	0,40 ± 0,01 <sup>b</sup>	2,85
MAGNESIO	6,83 ± 0,31 <sup>b</sup>	1,82	6,74 ± 0,96 <sup>b</sup>	1,79	18,29 ± 2,7 <sup>a</sup>	4,88
FOSFORO	25,73 ± 0,15 <sup>a</sup>	3,21	24,03 ± 4,17 <sup>b</sup>	3	21,83 ± 8,64 <sup>c</sup>	2,73
POTASIO	211,19 ± 4,25 <sup>c</sup>	10,55	341,78 ± 4,99 <sup>b</sup>	17,09	542,29 ± 16,9 <sup>a</sup>	27,11
SODIO	6,11 ± 1,37 <sup>b</sup>	0,26	7,77 ± 1,40 <sup>b</sup>	0,34	18,95 ± 0,86 <sup>a</sup>	0,82
CINC	0,78 ± 0,08 <sup>a</sup>	7,09	0,14 ± 0,09 <sup>b</sup>	1,27	0,05 ± 0,01 <sup>c</sup>	0,45
COBRE	0,053 ± 0,001 <sup>b</sup>	5,3	0,084 ± 0,01 <sup>a</sup>	8,4	0,098 ± 0,01 <sup>a</sup>	9,8
MANGANESO	0,083 ± 0,012 <sup>c</sup>	4,15	0,11 ± 0,012 <sup>b</sup>	5,5	0,16 ± 0,01 <sup>a</sup>	8

<sup>1</sup>DDR: es la dosis diaria recomendada de cada elemento según EURODIET (2010).

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en una prueba de Tukey

Los tres tipos de tomates se muestran aptos para su uso en dietas hipocalóricas, y sobre todo en nutrición mineral pueden ser una fuente alternativa, al igual que el resto de hortalizas y frutas, especialmente en Mg, Zn, Cu, Mn y en menor grado Ca, Fe y P. De todas formas se pone de manifiesto que el tomate RAF no solo es sabroso por sus características organolépticas, sino porque tiene mayores contenidos en macromoléculas como proteínas, lípidos e hidratos de carbono totales. Se demuestra también que el tipo larga vida tiene los menores aportes nutritivos en una dieta por su escasa riqueza en dichas moléculas, lo que le conferirá sin duda un menor sabor al fruto, aunque es una fuente de fibra alternativa (Tabla 3).

Se han encontrado diferencias significativas entre los tres tipos de tomate en cuanto a sustancias bioactivas. El mayor contenido en vitamina C lo presenta el tomate cherry (28,2) y el que menos el larga vida (13,2). El mayor contenido en polifenoles corresponde a RAF. En carotenos el larga vida ha presentado el valor más alto (9,08) y el RAF el menor (2,62), debido a que su coloración comercial es más verde que roja. No obstante, se demuestra que los tres tipos de tomate son una buena fuente de sustancias bioactivas (Tabla 4).

**Tabla 4. Análisis de sustancias bioactivas en tres tipos de tomates**

Tomate	Vit C (mg/100 mf)	Polifenoles mg AG/L	Carotenos mg/100mf
Cherry	28,19 ± 0,21 <sup>a</sup>	229,19 ± 18,86 <sup>c</sup>	8,98 ± 0,52 <sup>a</sup>
Larga Vida	13,18 ± 3,81 <sup>c</sup>	324,91 ± 68,4 <sup>b</sup>	9,08 ± 0,37 <sup>a</sup>
RAF	22,63 ± 4,31 <sup>b</sup>	669,83 ± 102,16 <sup>a</sup>	2,62 ± 0,73 <sup>b</sup>

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en una prueba de Tukey

## CONCLUSIONES

Queda demostrada la mejor calidad organoléptica, el mayor contenido nutricional y de sustancias bioactivas del tomate RAF, lo que confirma porque es un producto que ha creado un mercado elitista y de gran valor. También se ponen de manifiesto las menores cualidades organolépticas y nutritivas del tomate larga vida, aunque que si es una fuente de sustancias bioactivas.

## Referencias

- AOAC International. (2000). Official Methods of Analysis. 17ª ed. Método 967.21. AOAC International, Gaithersburg, M.D.
- BeMiller, J.N. (2003). Carbohydrate analysis. Cap 10 Food Analysis, 3ª ed. S. S. Nielsen (Ed), Kluwer Academic, New York.
- Chang, S.K.C. (2003). Protein analysis. Cap 9 Food Analysis, 3ª ed. S. S. Nielsen (Ed), Kluwer Academic, New York.
- Dumas, Y., Dadomo, M., Di Lucca, G. y Grolier, P. (2003). Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *J. Sci Food Agric.* 83: 369-382.
- Escobar, I., Berenguer, J.J., Navarro, M. y Cuartero, J. (2012). La calidad gustativa y nutricional como atributos para liderar el mercado de tomate en fresco. *Caja Rural de Granada*.
- EURODIET (2010). Nutrition and Diet for Healthy Lifestyles in Europe. Core Report.
- FAO (2012). Food and Agriculture Organizations of the United Nations. Faostat report.
- Farah, A. y Donangelo (2006). Phenolic compounds in coffee. *J Plant Physiol* 18: 23-36.
- George, B., Kaur, C., Khurdiya, D. y Kapoor, H. (2004). Antioxidants in tomato (*Lycopersicum esculentum*) as a function of genotype. *Food Chem.* 84, 45-51.
- Giovannucci, E., Ascherio, A., Rimm, E.B., Scampfer, M.J., Colditz, G.A. y Willett, W.C., Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. *J Nat Cancer Inst* 87: 1767-1776 (1995).
- Gómez, C., Escudero, R., Morales, M.M., Figueroa, F.L., Fernández, J.M. y Acien, F.G. (2013). Use of secondary-treated wastewater for the production of *Muriellopsis* sp. *Appl. Microbial Biotechnol* 2013, 97: 2239-2249.
- Guil-Guerrero, J.L. (2009). Nutrient composition and antioxidant activity of eight tomato (*Lycopersicum esculentum*) varieties. *J. Food Compos. Anal.* 22: 123-129.
- Junta de Andalucía (2012). Delegación Provincial de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Memoria resumen 2012.
- Levander, O.A. (2001). Fruit and vegetable contribution to dietary mineral intake in human health and disease: the epidemiological evidence. *Int Vitam Nutr Res* 71: 5-17.