

## Efecto del deshidratado en el contenido de licopeno en distintos cultivares de tomate.

**Autor(es):** Delia Paola Urfalino\*, Andrés Quiroga, Jesica Worlock.

\*INTA EEA Rama Caída. El vivero S/N. Rama Caída. San Rafael. Mendoza. C.P. 5600.

### Resumen

El licopeno es uno de los principales compuestos encontrados en el tomate y sus productos, es de gran importancia debido a que otorga el color rojo característico y a que su ingesta aporta importantes beneficios para la salud. El deshidratado puede causar la degradación del licopeno presente en el tomate fresco. El objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de licopeno en nuevas variedades de tomate industria en fresco y deshidratado, observando el efecto de este proceso. Para ello se seleccionaron tomates provenientes de INTA EEA La Consulta libres de defectos y con madurez correspondiente a la etapa de color 6 de la escala de la USDA. Se congeló una parte en fresco para la posterior evaluación de su contenido de licopeno y el resto luego de ser sometido a distintos pre-tratamientos se deshidrató a 60°C en horno. A cada variedad se le determinó: Rendimiento al deshidratado; en donde ISI 23259 y CHOELE resultaron las de mayor rendimiento. Color en fresco mediante colorímetro Kónica-Minolta; obteniendo valores de  $a^*/b^*$  entre 1,02 y 1,14 para las distintas variedades. Por último licopeno, a través del método de Fish *et al.* (2002). Resultando FRANCO, ISI 23259 y CXD las de mayor contenido de licopeno en fresco y CXD 258 y FRANCO las de mayor contenido de licopeno en el producto deshidratado.

### 1. Introducción

En los últimos años se han realizado numerosos estudios que destacan el consumo de frutas y hortalizas en una dieta equilibrada (por ser fuentes naturales de antioxidantes y fitoquímicos) como medio esencial para prevenir distintas enfermedades crónicas y degenerativas. El tomate y sus productos derivados juegan en este aspecto un importante rol, ya que son una de las fuentes más importantes de licopeno; el cual es un pigmento vegetal, soluble en grasas, que les aporta su color rojo característico y que posee propiedades antioxidantes. El licopeno pertenece a la familia de los carotenoides, sustancias que no sintetiza el cuerpo humano, sino los vegetales y algunos microorganismos, debiéndolo tomar en la alimentación como micronutriente. El licopeno se encuentra presente en el organismo humano tanto en la sangre como en los tejidos, siendo en éstos últimos el carotenoide predominante. Se concentra especialmente en la próstata, lo que podría explicar su fuerte acción preventiva en la aparición de cáncer de próstata. El licopeno actúa protegiendo a las células humanas del estrés oxidativo, producido por la acción de los radicales libres, que son uno de los principales responsables de las enfermedades cardiovasculares, del cáncer y del envejecimiento (Ching-Hui Chang *et al.*, 2006; Fernández *et al.*, 2007; Fish *et al.*, 2002; Goula, Adamopoulos, 2005; Javanmardi, Kubota, 2006; Sahlin *et al.*, 2004; Toor, Savage, 2006). Además, actúa modulando las moléculas responsables de la regulación del ciclo celular y produciendo una regresión de ciertas lesiones cancerosas. No se conoce exactamente las bases biológicas ni fisicoquímicas de estas propiedades, pero parecen directamente relacionadas con el elevado poder antioxidante del licopeno, mucho más que otros antioxidantes como la vitamina E o el  $\beta$ -caroteno (Ching-Hui Chang *et al.*, 2006; Davis *et al.*, 2003; Fernández *et al.*, 2007; Giovannucci *et al.*, 2002; Goula, Adamopoulos, 2005; Roldán-Gutiérrez, Luque de Castro, 2007).

La facilidad con la que incorporamos el licopeno a nuestro organismo, es decir, su biodisponibilidad, es diferente según la forma en que lo consumamos, así por ejemplo cuando se ingiere con aceite se facilita su absorción (Fernández *et al.*, 2007; Roldán-Gutiérrez, Luque de Castro, 2007). Las investigaciones confirman que la absorción intestinal del licopeno es mucho mejor (hasta 2,5 veces más) si se consume cuando se calienta como las salsas que como fruta natural o zumo, debido a que el licopeno se absorbe mejor a través de las grasas y aceites por su liposolubilidad y a que, con temperaturas altas, se rompen las paredes celulares del fruto, que son las que dificultan la absorción del licopeno (Ching-Hui Chang *et al.*, 2006; Fernández *et al.*, 2007; Goula, Adamopoulos, 2005; Roldán-Gutiérrez, Luque de Castro, 2007).

El contenido de licopeno aumenta con la maduración de los tomates y puede presentar grandes variaciones según la variedad, condiciones del cultivo como el tipo de suelo y clima, tipo de almacenamiento, etc. (Javanmardi, Kubota, 2006; Roldán-Gutiérrez, Luque de Castro, 2007; Sahlin *et al.*, 2004).

La estabilidad del licopeno en productos procesados térmicamente para hacer pasta de tomate, ketchup, y jugo de tomate ha sido estudiada extensamente (Goula, Adamopoulos, 2005). La degradación del licopeno depende del tipo de tratamiento, la temperatura, el tiempo, y la presencia de luz y oxígeno (Goula, Adamopoulos, 2005).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el contenido de licopeno en nuevas variedades de tomate industria en fresco y en el producto deshidratado, determinando el efecto de este proceso.

## **2. Materiales y Métodos**

### **2.1. Selección del material vegetal**

Los tomates elegidos para el presente estudio fueron provistos por gentileza del Ing. Agr. Cosme Argerich de la cosecha 2008 de INTA EEA La Consulta en donde se están llevando a cabo ensayos para la evaluación de estas variedades en el marco del proyecto tomate 2000.

Se seleccionaron 2 cajones por variedad libres de defectos y con madurez correspondiente a la etapa de color 6 basada en la escala publicada por la USDA (1976).

Se congelaron 30 unidades en fresco por variedad para la posterior evaluación de su contenido de licopeno y el resto se deshidrató.

### **2.2. Deshidratado**

Los tomates se lavaron y se cortaron en mitades. Se tomaron muestras de 10 kilos por variedad cada una las cuales se sometieron a los pre-tratamientos que se detallan a continuación:

- Testigo: espolvoreado con sal gruesa.
- Pre-tratamiento 1: inmersión en solución de metabisulfito de sodio al 5% y cloruro de sodio al 4% durante 5 minutos.
- Pre-tratamiento 2: inmersión en solución de metabisulfito de sodio al 10% y cloruro de sodio al 4% durante 5 minutos.

Luego se deshidrataron en horno piloto a gas, de carros con flujo de aire contracorriente perteneciente al INTA EEA Rama Caída, a una temperatura constante de 60 °C.

Este ensayo se realizó por triplicado para cada variedad.

### **2.3. Rendimiento por variedad**

Se dividió el peso inicial en fresco de cada muestra (10 kg) por el peso del producto deshidratado corregido a 20 % de humedad final.

Para ello luego de deshidratadas se pesaron las muestras, y se les determinó humedad por el método de Dean Stark. Descripción del método: Se cortaron en pequeñas partes 10 g de muestra se colocaron en un balón de 200 cm<sup>3</sup>, se agregaron 70 ml de tolueno, se calentó el balón a ebullición y se destiló hasta que el destilado dejó de ser lechoso y pasó límpido. Se suspendió el calentamiento; se agregó por la parte superior del refrigerante un poco de tolueno con pipeta, para arrastrar hacia una trampa eventuales gotitas de H<sub>2</sub>O, se dejó en reposo y se efectuó la lectura en el tubo graduado (el agua queda en la parte inferior de la trampa).

La lectura efectuada da directamente en gramos por ciento al pesar 10 g exactos de muestra.

Con los valores de humedad obtenidos se corrigió el peso del tomate deshidratado a un 20% de humedad final.

Este ensayo se realizó por triplicado para cada variedad.

### **2.4. Medición del color**

El color de piel se evaluó con un colorímetro Kónica-Minolta CR400. Se tomaron tres puntos de medición por tomate. El instrumento se calibró con un plato cerámico de color blanco. La escala de color utilizada fue CIE L\*a\*b\* la cual es una escala uniforme en la que el espacio de color está organizado en forma de cubo. El valor máximo de L\* es 100 que representa una perfecta reflectancia difusa, el valor mínimo es 0, el cual representa el negro. Los valores de a\* y b\*, no tienen un límite numérico específico. Cuando a\* es positiva representa el rojo y cuando es negativa el verde. Cuando b\* es positivo representa amarillo y cuando es negativo azul.

### **2.5. Reactivos utilizados para las determinaciones de licopeno**

Para las determinaciones analíticas se utilizó etanol absoluto pro-análisis Merck con una pureza mínima del 99,8%, acetona Sintorgan grado HPLC y n-hexano Sintorgan grado HPLC.

### **2.6. Preparación de las muestras**

Todos los pasos descriptos a continuación se efectuaron con luz tenue y a temperatura ambiente de 20°C ± 1°C.

Los tomates frescos congelados se procesaron de dos modos. El primer método consistió en cortar cada tomate en 4 partes y luego procesarlo con una cantidad equivalente en peso de agua deionizada.

En el segundo método se cortó cada tomate a la mitad y se le extrajeron las semillas, la pulpa y piel se

procesaron con una cantidad equivalente en peso de agua deionizada. Se analizaron 15 unidades por método y por variedad.

Los tomates deshidratados se procesaron de dos modos. En el primer método se cortaron 2 mitades enteras lo más pequeñas posible con tijera, luego se pulverizaron con nitrógeno líquido. Se pesó un gramo de polvo en tubo plástico de centrifuga con tapa a rosca que contenía previamente 10 ml de agua deionizada y se agitó durante 5 minutos, con el objeto de hidratar las muestras. En el segundo método se procedió de igual modo con excepción en que se procesó solo pulpa y piel evitando la presencia de semillas. Se analizaron 30 unidades por método y por variedad.

## 2.7. Método espectrofotométrico para determinación de licopeno

Para la determinación de licopeno se utilizó el método descrito por Fish *et al.* (2002) con algunas modificaciones.

Se pesó 0.6 g (con aproximación de 0.01 g) de muestra, se colocó en tubo para centrifuga de 50 ml (con tapa a rosca) cubierto con papel aluminio que contenía previamente 5 ml de 0.05% (w/V) hidroxibutiltolueno (BHT) en acetona, 5 ml de etanol, y 10 ml de n-hexano. Las muestras se centrifugaron a 1000 rpm durante 15 minutos a 0 °C en centrifuga refrigerada Damon PR-J. Luego se agregaron 3 ml de agua deionizada y se centrifugaron 5 minutos más en iguales condiciones. Posteriormente se dejaron en reposo a temperatura ambiente por un lapso de 5 minutos para permitir la separación de fases polares y no polares. Se midió la absorbancia de la capa superior (capa de hexano) en cubetas de cuarzo de 1 cm de paso a una longitud de onda de 503 nm en espectrofotómetro UNICO SQ 3802 UV/Vis. Se utilizó como blanco n-hexano. El contenido de licopeno de cada muestra fue luego estimado usando la absorbancia leída y el peso de la muestra con la siguiente ecuación.

$$\text{Licopeno (mg/kg muestra)} = \frac{A_{503} * 536,9 \text{ g} * 1\text{L} * 10^3 \text{ mg} * 10 \text{ ml}}{17,2 * 10^4 / \text{M} * \text{cm} * \text{mol} * 10^3 \text{ ml} * 1 \text{ g} * \text{kg muestra}} = \frac{A_{503} * 31,2}{\text{g muestra}}$$

Donde 17,2\*10<sup>4</sup>/M/cm es el coeficiente molar de extinción para licopeno en hexano.

Se trabajó con una longitud de onda de 503 nm para minimizar la interferencia con otros carotenoides (Fish *et al.*, 2002).

Cada muestra se analizó por triplicado.

## 2.8. Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron a través de análisis de varianza utilizando el software StatGraphics.

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1. Rendimiento por variedad

Se analizaron los resultados a través del test de significancia de Tukey. Las variedades más rendidoras resultaron ser CHOELE e ISI 23259 las cuales no presentan diferencias significativas entre sí y si presentan diferencias significativas con las otras 3 variedades (Figura 1).

Para obtener un kilo de tomate deshidratado de variedad CHOELE al 20% de humedad final se necesitan 13,8 ± 0,49 kg; para obtener un kilo de tomate deshidratado de variedad ISI 23259 al 20% de humedad final se necesitan 13,04 ± 1,39 kg (Tabla 1).

Rendimiento por variedades				
CHOELE	FRANCO	CXD 258	ISI 23259	STAR 9063
13,80 +/- 0.49	16,81 +/- 0.62	16,15 +/- 0.4	13,04 +/- 1.39	15,74 +/- 0.51

Tabla 1

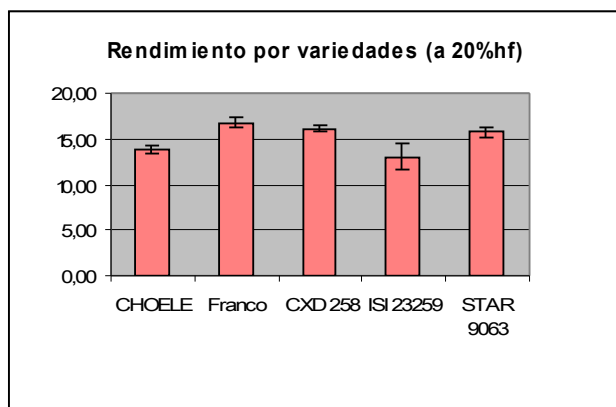


Figura 1

### 3.2. Color

Se midió color con el objetivo de relacionarlo con el contenido de licopeno, debido a que este micronutriente es el responsable del color rojo en los tomates; sin embargo los resultados obtenidos de  $a^*/b^*$  (Tabla 2) son similares entre las distintas variedades estudiadas y no guardan una relación directa con los contenidos de licopeno determinados para cada variedad (Tabla 3). Esto concuerda con los resultados obtenidos por Sahlin *et al.* (2004) en donde se ha estudiado la relación entre los parámetros de color y el contenido de licopeno para otras variedades de tomate industria. Los valores de  $a^*/b^*$  para la materia prima seleccionada han arrojado en todos los casos estudiados resultados superiores a 1, lo cual concuerda con lo reportado por Batu (2004); en donde la etapa de color 6 de la escala de la USDA corresponde a valores de  $a^*/b^*$  entre 0,95 y 1,21.

Color en fresco					
	CHOELE	FRANCO	CXD 258	ISI 23259	STAR 9063
L* (brillo)	39,86 +/- 1.47	38,92 +/- 2.15	37,36 +/- 1.58	38,81 +/- 2.53	36,84 +/- 1.39
$a^*$ (rojo-verde)	29,33 +/- 2.84	27,49 +/- 7.73	29,06 +/- 2.09	29,38 +/- 3.03	26,46 +/- 2.37
$b^*$ (amarillo- azul)	25,75 +/- 2.64	26,67 +/- 3.99	25,86 +/- 2.96	26,82 +/- 3.76	26,01 +/- 2.4
$a^*/b^*$	1,14	1,03	1,12	1,10	1,02

Tabla 2

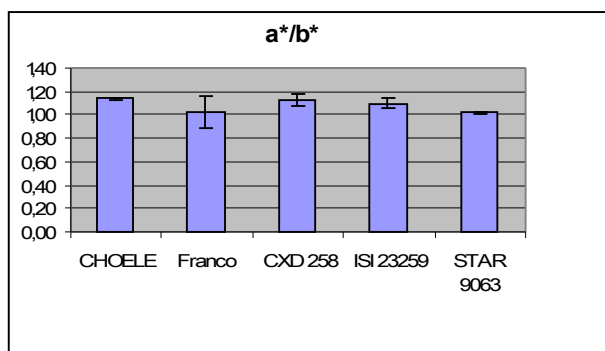


Figura 2

El color del producto una vez deshidratado no se expone en el presente trabajo ya que al haber sido expuesto a distintos pre-tratamientos con conservantes (metabisulfito de sodio) se sabe de antemano que los valores obtenidos no van a guardar relación con las concentraciones de licopeno del producto sino con los pre-tratamientos realizados.

### 3.3. Contenido de licopeno

#### 3.3.1. Contenido de licopeno en tomate fresco:

Para comparar las medias de los resultados obtenidos para las distintas variedades de tomate estudiadas se realizó un análisis de varianza (ANOVA) en el cual los valores de p resultaron menores a 0,05 tanto para tomate entero como para tomate sin semillas, por lo tanto se concluye que hay una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 5 variables con un nivel de confianza del 95%.

Las variedades estudiadas que arrojaron el mayor contenido de licopeno tanto en los análisis efectuados al tomate entero como en el sin semillas fueron CXD 258, ISI 23259 y FRANCO (Tablas 3 y 4). Cuando la extracción de licopeno se hace en tomate entero el contenido obtenido es de un 20,77% menor a cuando se hace en tomate sin semilla, esto es debido a que se extrae junto a la semilla parte de pulpa interna y de agua.

Contenido Licopeno (mg lic./kg muestra en fresco)				
Tomate entero				
CHOELE	FRANCO	CXD 258	ISI 23259	STAR 9064
74,41 +/- 1,386	94,07 +/- 2,529	99,45 +/- 2,22	96,62 +/- 2,17	80,37 +/- 2,09

Tabla 3

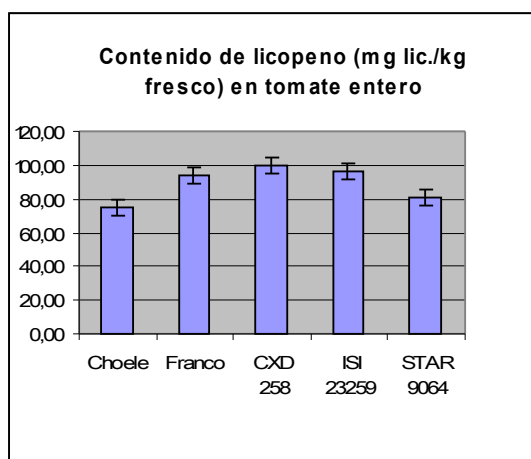


Figura 3

Contenido Licopeno (mg lic./kg muestra en fresco)				
Tomate sin semillas				
CHOELE	FRANCO	CXD 258	ISI 23259	STAR 9064
93,92 +/- 15,51	125,70 +/- 16,24	120,91 +/- 18,25	121,81 +/- 26,59	99,82 +/- 21,9

Tabla 4

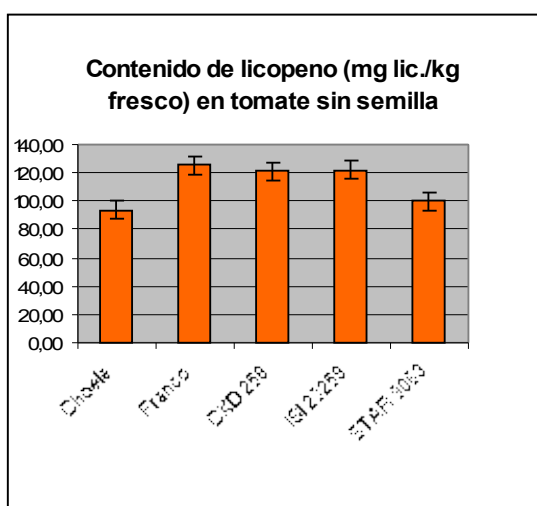


Figura 4

### 3.3.2. Contenido de licopeno en tomate deshidratado:

Para comparar las medias de los resultados obtenidos según los distintos pre-tratamientos (5% y 10% de metabisulfito de sodio) y métodos de extracción (tomate entero y sin semilla) se realizó un ANOVA por variedad estudiada en los cuales los valores de p resultaron siempre mayores a 0,05, por lo cual se concluye que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre el contenido de licopeno de una misma variedad luego de deshidratada sin importar el pre-tratamiento aplicado o el método de extracción con un nivel de confianza del 95%.

Luego se compararon a través de un ANOVA las distintas variedades estudiadas, en este caso los valores de p fueron siempre menores a 0,05 lo cual expresa diferencias estadísticamente significativas entre el contenido de licopeno en el tomate deshidratado según la variedad estudiada.

Las variedades que arrojaron los más altos contenidos de licopeno fueron CXD 258, y FRANCO sin presentar entre ellas diferencias significativas.

En el proceso de deshidratado se produce una concentración de nutrientes, es por esto que el contenido de licopeno por kilogramo de muestra aumenta, sin embargo si consideramos los valores iniciales de licopeno en el tomate fresco y los afectamos por los rendimientos correspondientes a cada variedad se obtienen valores mayores a los determinados analíticamente para tomate deshidratado, esto se debe a que los procesos térmicos llevan aparejados la pérdida de micronutrientes. Según Anguelova y Warthsen (2000) una de las principales causas de la pérdida en el contenido de licopeno son los fenómenos de oxidación.

mg lic./kg muestra en seco (entero)									
CHOELE		FRANCO		CXD 258		ISI 23259		STAR 9063	
5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
788,62 +/- 18,6	825,02, +/- 16,2	916,46 +/- 18,2	903,82 +/- 11,69	935,7 +/- 15,3	873,33 +/- 11,8	790,75 +/- 28,44	759,3 +/- 20,7	610,1 +/- 9,8	641,4 +/- 15,87
mg lic./kg muestra en seco (sin semillas)									
CHOELE		FRANCO		CXD 258		ISI 23259		STAR 9063	
5	10	5	10	5	10	5	10	5	10
816,23 +/- 12,3	882,89 +/- 15,88	953,22 +/- 18,18	966,65 +/- 14,17	954,48 +/- 15,66	981,03 +/- 16,33	799,54 +/- 14,19	813,91 +/- 18,32	628,39 +/- 10,35	683,43 +/- 9,74

Tabla 5

Promedio del contenido de licopeno en el producto deshidratado (mg lic./kg muestra en seco)				
CHOELE	FRANCO	CXD 258	ISI 23259	STAR 9063
828,19	935,04	936,13	790,88	640,82

Tabla 6

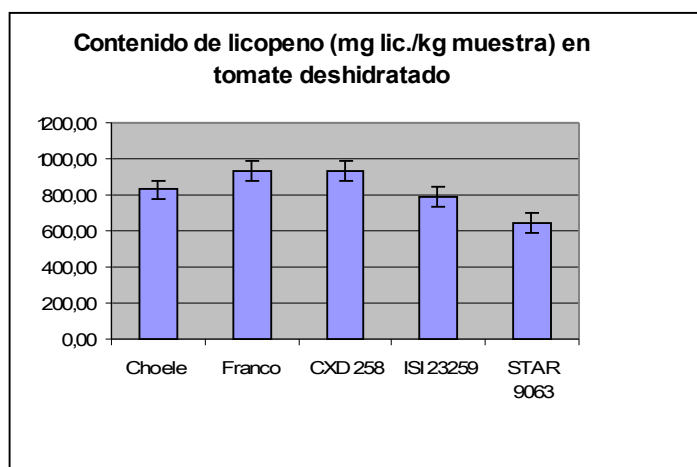


Figura 5



Figura 6

#### 4. Conclusiones

Este estudio confirma que los tomates presentan grandes cantidades de licopeno, destacándose entre las variedades estudiadas CXD 258, ISI 23259 y FRANCO para tomate en fresco, y CXD 258, y FRANCO en tomate deshidratado. No se encontró una relación directa entre el contenido de licopeno y los valores de  $a^*/b^*$ .

El procesado térmico del tomate disminuye el contenido de nutrientes con respecto al tomate fresco, pero también los concentra y hace al licopeno más biodisponible debido a la ruptura de paredes celulares.

El estudio del color en el producto deshidratado y su evolución en el tiempo como índice de calidad está siendo evaluado con el objeto de definir los pre-tratamientos óptimos para lograr productos de calidad de exportación.

#### 5. Referencias Bibliográficas

- Anguelova T., Warthsen J. 2000. Lycopene stability in tomato powders. *Journal of Food Science* 65, 67-70.
- Batu A. 2004. Determination of acceptable firmness and colour values of tomatoes. *Journal of Food Engineering* 61, 471-475.
- Ching-Hui Chang, Hsing-Yu Lin, Chi-Yue Chang, Yung-Chuan Liu. 2006. Comparisons on the antioxidant properties of fresh, freeze-dried and hot-air-dried tomatoes. *Journal of Food Engineering* 77(3), 478-485.
- Davis A. R., Fish W. W., Perkins-Veazie P. 2003. A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content in tomato and tomato products. *Postharvest Biology and Technology* 28(3), 425-430.
- Fernández C., Pitre A., Llobregat M.J., Rondón Y. 2007. Evaluación del contenido de licopeno en pastas de tomate comerciales. *Información Tecnológica* 18(3), 31-38.
- Fish W. W., Perkins-Veazie P., Collins J. K. 2002. A Quantitative Assay for Lycopene That Utilizes Reduced Volumes of Organic Solvents. *Journal of Food Composition and Analysis* 15(3), 309-317.
- Giovannucci E., Rimm E. B., Liu Y., Stampfer M. J., Willett W. C. 2002. A prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. *Journal of the National Cancer Institute* 94(5), 391-8.
- Goula A. M., Adamopoulos K. G. 2005. Stability of lycopene during spray drying of tomato pulp. *LWT-Food Science and Technology* 38(5), 479-487.
- Javanmardi J., Kubota C. 2006. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology* 41(2), 151-155.
- Roldán-Gutiérrez J. M., Luque de Castro M. D. 2007. Lycopene: The need for better methods for characterization and determination. *TrAC Trends in Analytical Chemistry* 26(2), 163-170.
- Sahlin E., Savage G. P., Lister C. E. 2004. Investigation of the antioxidant properties of tomatoes after processing. *Journal of Food Composition and Analysis* 17(5), 635-647.
- Toor R. K., Savage G. P. 2006. Effect of semi-drying on the antioxidant components of tomatoes. *Food Chemistry* 94(1), 90-97.
- USDA. 1976. United States Standards for Grade of Fresh Tomatoes. US Dept. Agric., Mktg., Serv., Washington DC p. 10.