

Cuantificación de licopeno a partir de tomate de desecho

Quantitation of lycopene from wasted tomato

Pilar Espitia-Hernández¹, Félix de Jesús Sánchez², Oscar Noé Reboloso-Padilla³, María Hernández-González¹, Xochitl Ruelas-Chacón¹

E-mail: xruelas@yahoo.com

Profr. Investigador Depto. Nutrición y Alimentos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coah., México. C.P. 25315.

Abstract

The purpose of this research was to quantify lycopene from wasted tomato from a commercial store and offer an alternative to the exploitation of that waste. In order to reach that purpose the experimental design followed was by completely random blocks with a factorial arrangement of 7 X 5, and using the Statgraphics V. 6 program the results were analyzed by variance analysis. The methodology consisted on the spectrophotometric quantification of lycopene of wasted tomatoes.

Key words: *Lycopersicon esculentum* Mill, funcional foods, nutraceuticals, antioxidants, carotenoids.

Resumen

El objetivo de este trabajo fue cuantificar el licopeno a partir del tomate de desecho que genera un centro comercial, para así ofrecer una alternativa más de aprovechamiento del producto. Para lograr tal objetivo, se siguió un diseño experimental de bloques completamente al azar con arreglo factorial 7 X 5, y se empleó el programa computacional Statgraphics V. 6. La metodología experimental consistió en la cuantificación de licopeno espectrofotométricamente de tomate de desecho.

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum* Mill, alimento funcional, nutraceuticos, antioxidantes, carotenoides,

Introducción

El tomate maduro contiene el carotenoide licopeno en un 83 %, aproximadamente, y entre un 3 y 7 % el β -caroteno; el γ -caroteno, al igual que el β -caroteno, tienen actividad provitáminica A, fitoeno, fitoflueno, etc. (Davis, 2003). El contenido de licopeno aumenta con la maduración de los tomates y puede presentar grandes cambios según la variedad, condiciones del cultivo como tipo de suelo y clima, almacenamiento, etc. (Frederick, 2002). De forma general, el contenido de licopeno es menor en los tomates

cultivados en invernadero, durante cualquier estación, que en los producidos al aire libre durante el verano; también, el contenido de licopeno es menor en frutos que se recolectan verdes y maduran en almacén, en comparación con los frutos que maduran en la tomatera (Bajaj, 1990, Wayne, 2002).

En la industria alimentaria, los desechos mensuales del tomate rojo son de, aproximadamente, el 3 % del total de los productos elaborados, mientras que en los centros comerciales y centrales de abastos, el porcentaje es de alrededor del 2.8 % por tratarse de un alimento perecedero. Por tal motivo, es importante determinar la cantidad de licopeno que se desperdicia, ya que éste se encuentra en los desechos mencionados.

El objetivo de esta investigación fue cuantificar el contenido de licopeno en frutos de tomate de desecho.

Metodología Experimental

La metodología consistió en dos fases: primero, se adquirieron frutos de tomate bola y huaje en un centro comercial, y se dividió la cantidad frutos de cada variedad en tres partes iguales para analizarlas en: estado fresco, congelado y deshidratado; posteriormente se realizaron las determinaciones de licopeno. Para tal efecto, se siguió la siguiente técnica: primero se realizó un extracto del tejido, que se mezcló con una solución amortiguadora de buffer de fosfatos a pH 7, en una proporción 1:1, ya que 1 g de tejido corresponde a 1ml de solución; posteriormente se vertió en tubos de plástico y se les añadió disolvente orgánico compuesto por la mezcla de hexano:acetona, en una proporción 1:2, y se agitó vigorosamente para que el pigmento se separara de las membranas y se disolvieran.

A continuación se centrifugó a 5000 r.p.m. durante cinco minutos para separar la fase acuosa y la fase orgánica; se tomó la fase orgánica y se pasó a otro tubo para darle lectura en el espectrofotómetro.

Para obtener los resultados, se aplicaron las siguientes fórmulas: A_{502} = lectura de la intensidad de la luz incidente / lectura de la intensidad de la luz transmitida (320).

$$[L] = (A*B*C)/D$$

Donde: A= absorbancia

[L] = concentración de licopeno en mg licopeno g⁻¹ de tejido

B= factor de dilución.

C= volumen de hexano:acetona utilizado

D= cantidad de gramos utilizados de la muestra (Manuel, 1998).

El diseño experimental fue de bloques completamente al azar con arreglo factorial de 7 X 5. Para analizar los datos de las variables de estudio que se obtuvieron en el periodo del 30 de agosto al 16 de octubre del 2005, y para las comparaciones

múltiples de medias, se usó la prueba de Tukey; en ambos análisis se empleó el programa computacional Statgraphics V.6.

Las muestras de tomate se definieron como factor A; como factor B, las diferentes fechas que se manejaron. Cada tratamiento constó de tres repeticiones. El modelo estadístico que se utilizó fue: $Y_{ij} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ij}$

Donde: Y_{ij} : es la observación de la i-ésima muestra del período j-ésimo; μ : Media general; A: Factor muestra; B: Factor fecha; AB: interacción; E_{ij} : Error i-ésimo de la muestra del j-ésimo período.

Para la justificación del supuesto de normalidad en los errores del modelo, se aplicaron las pruebas de normalidad correspondientes, mediante el método de Anderson Darling.

Es importante aclarar que, para el análisis de tomate bola en fresco, se aplicó un diseño completamente al azar, debido a que en el estado fresco únicamente se manejó una sola fecha con tres repeticiones cada una.

Resultados y Discusión

Tomate bola en fresco

El análisis de varianza para las siete muestras de desechos de tomate bola en fresco (Cuadro 1), mostró un coeficiente de variación del 2.39 %. Además, se puede apreciar que los tratamientos producen efectos distintos, y la diferencia entre las medias es significativa ($P \leq 0.05$), donde se observó que la muestra 4 presentó un valor menor en cuanto a la diferencia de medias ($P \leq 0.05$), posteriormente le siguió la 7, y en último sitio la 5, lo que indica que tiene un mayor contenido de licopeno (0.006 mg de licopeno g^{-1} de tejido).

Cuadro 1. Análisis de varianza de tomate bola en fresco

F.V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F ₀₅	F ₀₁
A: muestra fresca	6	1.94 e-5	3.24 e-6	248.40 **	2.85	4.46
Error	14	1.82 e-7	1.30 e-8			
Total	20	1.96 e-5				
C.V.=2.39 %						

C.V. = Coeficiente de variación

Tomate bola congelado

Para este caso, se hizo una transformación de los datos para ajustar la normalidad, elevándolos a la potencia de -0.197 mediante la técnica de Box-Cox.

En el análisis de varianza para los desechos del tomate bola congelado (Cuadro 2), se tiene un coeficiente de variación del 4.65 %. El factor A presentó una significancia alta entre las muestras, mientras que el factor B únicamente resultó significativo entre las fechas; para las interacciones AxB (muestra y fecha) denota también significancia ($P \leq 0.05$).

Cuadro 2. Análisis de varianza para tomate bola congelado

F.V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F ₀₅	F ₀₁
A: muestra congelada	6	5.43	0.91	39.72**	2.25	3.12
B: fecha	4	0.25	0.06	2.73*	2.53	3.65
AB	24	4.07	0.17	7.44**	1.70	2.12
Error	70	1.60	0.02			
Total	104	11.35				

C.V.=2.39 %

C.V. = Coeficiente de variación

Con relación a las comparaciones de medias, se apreció que la muestra 1 presenta valor menor, mientras que la muestra 7 es la que tiene mayor concentración del pigmento ($P \leq 0.05$).

En las comparaciones de medias por fecha, se observó que no hay mucha diferencia entre las medias, ya que los grupos resultaron ser similares, se puede apreciar únicamente que la muestra 3 tiene un valor menor con respecto a la muestra 1, que es la que presenta mayor contenido de licopeno. Las variaciones se deben al proceso de congelamiento y descongelamiento, ya que existe pérdida de los componentes de la muestra y separación de fases y, por lo tanto, falta de homogenización de los componentes de la muestra.

Tomate bola deshidratado

Para el análisis de varianza de tomate bola deshidratado (Cuadro 3) se obtuvo un coeficiente de variación de 7.04%, tanto para el factor A, como para el B. La interacción AxB muestra diferencias con una significancia alta de los valores encontrados ($P \leq 0.01$).

Cuadro 3. Análisis de varianza para tomate bola deshidratado

F.V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F ₀₅	F ₀₁
A: muestra deshidratado	6	0.05	0.008	130.64**	2.25	3.12
B: fecha	4	0.006	0.0016	26.07**	2.53	3.65
AB	24	0.023	0.0009	15.83**	1.70	2.12
Error	70	0.004	0.00006			
Total	104	0.080				
C.V.=7.04 %						

C.V. = Coeficiente de variación

Con respecto a las comparaciones de medias, se encontró que la muestra 7 mostró un valor menor, mientras que la última fue la muestra 1 y la 6, las cuales resultaron ser similares; además, en cuanto a contenido de licopeno se aprecia que esta última resulta ser la de mayor concentración de pigmento, con 0.14 mg de licopeno g⁻¹ de tejido.

En las comparaciones de medias por fecha, se observó que hay una diferencia menor entre medias en la fecha 5, pero en la que se aprecia mayor concentración de licopeno es en la fecha 2 (0.12 mg de licopeno g⁻¹ de polvo), y la que se acerca es la 1. Como se puede observar hay una disminución del contenido de forma casi gradual entre cada fecha, esto puede deberse a que durante la toma de la muestra al momento de realizar la extracción hubo exposición al aire y a la luz, lo cual puede provocar una pérdida del pigmento.

Tomate huaje fresco

El análisis de varianza para las siete muestras de desechos de tomate huaje fresco (Cuadro 4), mostró un coeficiente de variación del 3.62 %. Además, se puede apreciar que los tratamientos, produjeron distintos efectos, y la diferencia entre las medias de los tratamientos es significativamente alta ($P \leq 0.01$).

Cuadro 4. Análisis de varianza para tomate huaje fresco

F.V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F ₀₅	F ₀₁
A: muestra fresca	6	0.001	1.81 e-4	957.95 **	2.85	4.46
Error	14	2.64 e-6	1.88 e-7			
Total	20	0.001				
C.V.=3.62 %						

C.V. = Coeficiente de variación

Para el análisis de comparación de medias (Cuadro 13), se puede observar que la muestra 4 es la que presenta un valor menor en la diferencia entre sus medias, luego le sigue la 3, y así sucesivamente hasta encontrar la 1 en el último sitio. La muestra 1 fue la de mayor contenido de licopeno (0.0267417 mg de licopeno g^{-1} de tejido).

Tomate huaje congelado

En el análisis de varianza para los desechos del tomate huaje congelado (Cuadro 5) se tuvo un coeficiente de variación del 6.37 %.

Además, se puede apreciar que los tratamientos (factor A) producen distintos efectos y las diferencias entre las medias de los factores A y B, así como la interacción, resultan ser altamente significativas ($P \leq 0.01$).

Cuadro 5. Análisis de varianza tomate huaje congelado

F.V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F ₀₅	F ₀₁
A: muestra congelada	6	0.009	0.0016	5899.54**	2.25	3.12
B: fecha	4	0.0003	0.00006	240.57**	2.53	3.65
AB	24	0.001	5.65 e-5	213.96**	1.70	2.12
Error	70	1.85 e-5	2.64 e-7			
Total	104	0.011				
C.V.=6.37 %						

C.V. = Coeficiente de variación

En relación a la comparación de medias se puede ver que al considerar las diferencias entre medias los datos de la muestra 3 presentan un valor menor, mientras la que se observa con una diferencia mayor es la muestra 1, esta última es la que tiene mayor concentración del pigmento (0.0310283 mg de licopeno g^{-1} de tejido).

En las comparaciones de medias por fecha, hay una diferencia menor entre medias en la fecha 4, mientras que se tiene un valor mayor en la 5, encontrándose, además que en esta fecha, existe un mayor contenido de licopeno y la muestra que se acerca a este valor es la 1, las variaciones se deben a que al realizar la descongelación se presenta una pérdida de los componentes de la muestra, y en este caso también del licopeno, además de una homogenización inadecuada durante el proceso de congelación.

Tomate huaje deshidratado

El análisis de varianza para las siete muestras diferentes de desechos de tomate huaje deshidratado (Cuadro 6) mostró un coeficiente de variación del 7.54 %. Además se puede apreciar que los tratamientos (factor A) considerados como muestras, producen distintos efectos y la diferencia entre las medias de los factores A y B, así como la interacción entre ellos resulta ser altamente significativa ($P \leq 0.01$).

Cuadro 6. Análisis de varianza tomate huaje deshidratado

F.V.	G. L.	S. C.	C. M.	F	F ₀₅	F ₀₁
A: muestra deshidratado	6	0.25	0.041	143.74**	2.25	3.12
B: fecha	4	0.02	0.006	21.48**	2.53	3.65
AB	24	0.05	0.002	6.98**	1.70	2.12
Error	70	0.02	2.86 e-4			
Total	104	0.34				

C.V.=7.54 %

C.V. = Coeficiente de variación

Respecto a las comparaciones de medias, se puede apreciar en la muestra 7 una diferencia menor entre medias, mientras en la 4 una mayor diferencia, la cual presenta un mayor contenido de licopeno, (0.29 mg de licopeno g^{-1} de polvo).

En las comparaciones de medias por fecha, se observa que existe una diferencia menor entre medias en la fecha 4, mientras que en la 1 el valor es mayor; también se aprecia que en esta fecha hubo un mayor contenido de licopeno (0.24 mg de licopeno g^{-1} de polvo) para las distintas muestras; posteriormente le sigue la 2, y así sucesivamente hasta llegar a la 4. Las variaciones se muestran entre cada fecha y existe un deterioro en la concentración del licopeno, debido a que al realizar la extracción de la muestra deshidratada se exponía al aire y a la luz, además de que las condiciones de almacenamiento no fueron las adecuadas para su mejor conservación.

Conclusiones

El tomate huaje en sus tres estados (fresco, congelado y deshidratado) presentó mayor cantidad de licopeno, en comparación con el tomate bola.

El color observado en las muestras fue un factor muy importante para la concentración de licopeno, ya que entre más intensa fue la coloración roja, mayor resultó la cantidad de licopeno.

Las muestras deshidratadas presentaron una mayor concentración de licopeno, mientras que las de menor cantidad fueron las congeladas, todas en comparación con las frescas.

Con respecto a las muestras congeladas, se encontró una disminución de la concentración de licopeno.

En el caso de las muestras deshidratadas, también hubo una disminución gradual entre las fechas, debido a la oxidación del licopeno.

Literatura Citada

- Bajaj, K. L., Majan, R., P. P. & Cheema, D. S. 1999. Evaluación química de algunas variedades de tomates. *J. Res. Punjab. Agric. Univ.* (27): 226-230.
- Frederick Khachik, Lorena Carvalho, Paul S. Bernstein, Garth J. Muir, Da-You Zhao, Nikita B. Katz. 2002. Chemistry, distribution and metabolism of tomato carotenoids and their Impact on human health. *Society for Experimental Biology and Medicine.* 227: 845-851.
- Manuel, B.A. 1998. Prácticas biomoléculas. Práctica nº 3: Extracción y cuantificación de pigmentos vegetales. (Consultado: marzo del 2005): <http://orbita.starmedia.com/~sohail/biomol.htm>.
- Sadler G., Davis J., Dezman D. 1999. Rapid extraction of lycopene and ²-carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenates. *Journal of Food Science* 55: 1460-1461.
- Wayne W. F., 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: 309-317