

Propiedades Fisicoquímicas y Contenido de Carotenoides Totales de Tres Variedades de Tomate (*Lycopersicon esculentum*) Cultivadas con Diferentes Niveles de Potasio.

Chacón Holguín Jesús Roberto^{a,*}, Gamboa Álvarez Juan Ricardo^a, Candelas Cadillo María Guadalupe^a, Martínez García Juan José^a, Minjares Fuentes José Rafael^a.

^aUniversidad Juárez del Estado de Durango. Facultad de Ciencias Químicas. Av. Artículo 123 s/n. Col. Filadelfia. C.P. 35010, Gómez Palacio, Dgo. México.

* jr10chacon@hotmail.com.

RESUMEN:

Actualmente los consumidores seleccionan sus alimentos de acuerdo con el beneficio que le aportan a su salud. Las frutas y verduras son alimentos que aportan un alto contenido de nutrientes al organismo, entre ellos el tomate, el cual contiene licopeno, un excelente antioxidante natural responsable de la coloración roja en el tomate. Es por esto que se busca mejorar la calidad de estos frutos, por lo que el objetivo de este trabajo es comparar los valores de las dimensiones, color, sólidos solubles totales y contenido de carotenoides totales en tres variedades de tomate cultivados con diferentes niveles de potasio. En cuanto a las dimensiones, los tratamientos no tuvieron efecto en los diámetros polares, mientras que el diámetro ecuatorial fue más grande para los tomates del tratamiento VIK1. La variedad 3 presentó el tono rojo más intenso y los valores más altos tanto en luminosidad como en cromaticidad. Los sólidos solubles totales tuvieron valores similares en todos los tratamientos y la concentración de licopeno se encuentra dentro del rango reportado en otras publicaciones..

Palabras clave: Tomate, Carotenoides, Licopeno, Potasio, Orgánico.

ABSTRACT:

Nowadays, the consumers select their food according to the benefit that they bring to their health. Fruits and vegetables are a type of food that provide a high content of nutrients to the organism, including tomato, which contains lycopene, an excellent natural antioxidant which is responsible of the red color in tomatoes. This is why we seek to improve the quality of these fruits, so the objective of this work is to compare the values of the dimensions, color, total soluble solids and total carotenoid content in three varieties of tomato grown with different levels of potassium. As for the dimensions, the treatments had no effect on the polar diameters, while the equatorial diameter was larger for the tomatoes of the VIK1 treatment. Variety 3 presented the most intense red tone and the highest values in luminosity and chromaticity. The total soluble solids had similar values in all the treatments and the concentration of lycopene is within the range reported in other publications..

Keywords: Tomato, Carotenoids, Lycopene, Potassium, Organic.

Área: Frutas y Hortalizas.

INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y la de mayor valor económico, su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio, haciendo que una parte considerable de la población económicamente activa se encuentre relacionada directa o indirectamente con su cultivo. El incremento anual de su producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento, y en menor proporción al aumento de su producción (Escalona et al., 2009).

Los carotenoides son un grupo de cerca de 600 pigmentos liposolubles, son responsables de los colores naturales amarillos, naranjas y rojos de las frutas y vegetales. Junto con los polifenoles, vitamina C, flavonoides y vitamina E, son considerados como antioxidantes naturales. Estos pigmentos son tetra-terpenoides, están compuestos por 40 carbonos y están formados por ocho unidades isoprenoides. Todos los carotenoides son derivados del licopeno, que presenta una estructura acíclica (Krzysztof et al., 2010).

El tomate y sus derivados son la principal fuente de licopeno para el hombre. El licopeno se sintetiza exclusivamente por plantas y microorganismos y es el carotenoide encargado de proporcionar el pigmento que brinda el color rojo

característico del tomate, además, cumple una función biológica protectora contra la formación y acción de los radicales libres (Cruz, et al., 2013).

En el caso del tomate, el color es uno de los principales caracteres de calidad y está directamente relacionado con la presencia de carotenos y carotenoides (Coronado et al., 2015).

Durante los últimos años se ha prestado especial atención al contenido de antioxidantes de los tomates debido a que muchos estudios epidemiológicos sugieren que un consumo regular de frutas y verduras con una concentración elevada de estos, puede tomar un papel muy importante en la prevención de enfermedades degenerativas. La concentración de licopeno aumenta con la maduración de los tomates y puede presentar grandes diferencias según las condiciones de su cultivo, su variedad o tipo, las características del suelo, clima, y almacenamiento (Krzysztof et al., 2010).

Hoy en día hay una creciente demanda por productos que tengan un efecto benéfico en la salud. La sociedad cada vez se preocupa más por su bienestar debido al progresivo aumento de las enfermedades degenerativas. Las frutas y verduras son alimentos que aportan un alto contenido de nutrientes al organismo, además, algunas son fuentes ricas de antioxidantes. El tomate es un alimento que contiene licopeno, un excelente antioxidante natural responsable de la coloración roja en el tomate.

Con este experimento se espera conseguir tomates con una concentración elevada de licopeno, así como propiedades fisicoquímicas similares a las de los tomates comerciales para futuras propuestas al desarrollo de productos que empleen alternativas más saludables a los consumidores.

El objetivo de este trabajo consiste en comparar los valores de las dimensiones, color, sólidos solubles totales y contenido de carotenoides totales en tres variedades de tomate cultivados con diferentes niveles de potasio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en los laboratorios de investigación de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango en Gómez Palacio, Dgo. Se utilizaron tres variedades diferentes de tomates (V1, V2, V3) las cuales fueron cultivadas con dos niveles de potasio (K1 y K2) en las parcelas de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango ubicada en la localidad de Venecia, en el municipio de Gómez Palacio, Dgo. Los tomates fueron trasladados en bolsas plásticas con la correspondiente identificación mediante numeración de los tratamientos.

Los tomates fueron divididos según su numeración y tratamiento, cada tomate fue lavado minuciosamente con jabón y agua destilada para eliminar la presencia de cualquier materia extraña. Se determinaron las dimensiones ecuatoriales y polares de cada uno de los tomates. Posteriormente los tomates fueron molidos y homogeneizados. Se dividieron en base a su tratamiento y fueron almacenados en un envase plástico cubierto con papel aluminio para evitar el contacto con la luz. Finalmente se almacenaron en un congelador a una temperatura de -70°C .

Dimensiones Ecuatoriales y Transversales

La determinación de las dimensiones se lleva a cabo con un vernier, empleado para medir la profundidad y las dimensiones internas y externas de objetos de reducido tamaño. Posee dos escalas, una inferior en milímetros y otra superior en pulgadas. Se mide la longitud ecuatorial y transversal del tomate entero en centímetros.

Parámetros de Color (L^* , a^* , b^*)

Las mediciones de color se realizaron con un Colorímetro marca: Minolta CR300 sobre la superficie de la muestra de tomate molido 5 veces y se reporta el promedio.

La determinación de color con el colorímetro se basó en los tres parámetros de colores que son: L^* (luminosidad), a^* (rojo a verde) y b^* (amarillo a azul). Los valores de Hue (tono) y Chroma se determinaron de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

Ec. (1).- Hue (tono): $(\tan^{-1} (b^*/a^*)) \times 57.3$ [=] grados.

Ec. (2).- Cromaticidad (chroma) = $\sqrt{a^*2 + b^*2}$ (Arias et al., 2000).

Sólidos Solubles Totales

Para la determinación de los sólidos solubles totales se utilizó un Refractómetro de Fisher (HSR-500). Se colocó una gota del jugo obtenido en el refractómetro y se leyó directamente a contraluz.

Extracción de Carotenoides Totales

La extracción de licopeno se llevó a cabo con el método propuesto por Hart y Scott (Anguelova y Warthesen, 2000) con algunas modificaciones. Se trabajó con muestras de 10 g de tomate fresco, se transfirieron a un filtro con retención de 10 a 20 mm colocado en un embudo Buchner de 50 mL. Se añadieron 40 mL de una solución de tetrahidrofurano y metanol (1:1 v/v THF:MeOH) y se filtró la suspensión a vacío. Cuando fue necesaria una remoción adicional de color se hizo con 20 mL de esta solución para producir un precipitado gris blanco. La combinación de los filtrados se trasladó a un embudo de separación y se agregaron 20 mL de éter de petróleo y 20 mL de una solución de NaCl al 10%, luego se mezcló agitando cuidadosamente. La fase acuosa inferior se drenó, y la capa superior de éter de petróleo se lavó con 100 mL de agua. La fracción etérea se llevó a un rotavapor R-200 Buchi R-200/205 para separar el solvente. Finalmente se evaporó hasta la sequedad en una estufa de vacío marca Napco durante 2 horas a una presión absoluta de 60 mm de Hg y a 45°C.

La muestra obtenida después de retirar el solvente se reconstituyó en 25 mL de hexano y se midió la absorbancia de la solución a 472 nm en el espectrofotómetro marca: HACH, modelo: DR400U. Para determinar la concentración de licopeno, previamente se construyó la curva de calibración.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los parámetros de color determinados de forma digital son un indicador de la concentración de pigmentos presentes en los alimentos. En este caso se llevó a cabo la determinación de L^* , Hue* y Chroma* para determinar el color del fruto.

En la Tabla I se muestran las medias de las tonalidades de luminosidad (L^*) de las 3 variedades de potasio, en las cuales se encontró diferencia significativa para la variedad, la concentración de potasio y la interacción. El valor más elevado en cuanto a luminosidad fue de 63.56 el cual corresponde a la Variedad 3 con la concentración de potasio K1.

Tabla I.- L^* de las tres variedades y niveles de potasio.

	K1	K2
V1	35.91 ^a	41.04 ^b
V2	32.19 ^a	33.54 ^a
V3	63.56 ^c	36.32 ^{ab}

$P_{Variedad} : 0.0000$; $P_K : 0.0004$; $P_{Interacción} : 0.0000$

Para los valores del tono (Hue*) presentados en la Tabla II se encontró diferencia significativa en cuanto a la variedad de los tomates y no así para la concentración de potasio, ni hubo interacción. La variedad 2 fue la que desarrolló un tono rojo más intenso, mientras que la variedad 3 tendió al color naranja, de acuerdo con el círculo de color. Stinco et. al. (2013) reporta un valor de hue* de 44.72 como promedio de 29 muestras de tomate fresco analizadas; los resultados encontrados en este trabajo indican un color rojo más intenso, excepto para el tratamiento V1K2.

Tabla II.- Hue* de las tres variedades y niveles de potasio.

	K1	K2
V1	34.45 ^b	52.35 ^b

V2	34.29 ^{ab}	26.48 ^{ab}
V3	6.41 ^a	18.01 ^a

$P_{\text{Variedad}} : 0.0031; P_K : 0.2590 ; P_{\text{Interacción}} : 0.1456$

En los valores de Chroma* que se muestran en la Tabla III, se encontró diferencia significativa para la variedad de los tomates, al igual que en Hue* no se encontró diferencia para las concentraciones de potasio y no hubo interacción.

Tabla III.- Chroma* de las tres variedades y niveles de potasio.

	K1	K2
V1	19.83 ^b	20.30 ^b
V2	14.20 ^a	17.19 ^{ab}
V3	21.50 ^b	20.39 ^b

$P_{\text{Variedad}} : 0.010546; P_K : 0.5290 ; P_{\text{Interacción}} : 0.601303$

En cuanto a la valoración de las dimensiones ecuatoriales presentadas en la Tabla IV, se encontró diferencia significativa para la interacción Variedad-Potasio. En cambio, para las medias de las dimensiones polares de las 3 variedades de tomate no hubo diferencia significativa, como se muestran en la Tabla V.

El diámetro ecuatorial se ubicó entre 4.0383 cm y 4.905 cm. El diámetro polar se ubicó entre 5.795 cm y 6.1750 cm. Estos valores son similares a los obtenidos por Jiménez et al. (2014) quien ubico los diámetros ecuatoriales entre 4 cm y 6 cm. y los diámetros polares entre 6 cm y 7.5 cm de tres variedades de tomate.

Es notable que la interacción de la variedad V1 con la concentración de potasio K1 produce tomates aproximadamente 20% más grandes que los otros cinco tratamientos. En contraste, todos los tratamientos generan frutos del mismo tamaño en el diámetro polar.

Tabla IV.- Dimensiones ecuatoriales de las tres variedades y niveles de potasio.

	K1	K2
V1	4.9050 ^b	4.0383 ^a
V2	4.1900 ^a	4.3066 ^a
V3	4.1700 ^a	4.3225 ^a

$P_{\text{Variedad}} : 0.375398; P_K : 0.240835 ; P_{\text{Interacción}} : 0.014945$

Tabla V.- Dimensiones polares de las tres variedades y niveles de potasio.

	K1	K2
V1	6.1750	5.8966
V2	5.9500	5.8766
V3	5.7950	6.0750

$P_{\text{Variedad}} : 0.886311; P_K : 0.924881 ; P_{\text{Interacción}} : 0.699514$

Los resultados obtenidos de la determinación de sólidos solubles totales que se presentan en la Tabla VI no mostraron diferencia significativa, todos los tratamientos tienen entre 5 y 6 grados brix.

Tabla VI.- Sólidos solubles de las tres variedades y niveles de potasio.

	K1	K2
V1	5.1873	5.2640
V2	5.4896	5.8150
V3	5.0150	5.2325

$P_{\text{Variedad}} : 0.346533; P_K : 0.536436 ; P_{\text{Interacción}} : 0.934846$

Se realizó un análisis descriptivo para los valores de carotenoides totales. Previamente se realizó una curva estándar de licopeno como patrón, con concentraciones entre 0 y 20 ppm. Obteniendo una $r^2 = 0.9990$ y la siguiente ecuación:

Ec. (4) Absorbancia = $0.0505 + 0.1444$ (conc. licopeno).

Los resultados obtenidos para el contenido de carotenoides totales fueron reportados en mg por cada 100 g de tomate fresco según su variedad, nivel de potasio y fertilizante aplicado (Orgánico (E) y Químico (Q)). En los tomates analizados se encontraron como máximo 22.57 mg de carotenoides totales, en base a licopeno, por cada 100 g de muestra fresca. Al respecto, Arias et al. (2000), mencionan que existen algunas variedades de tomate contienen menos de 20 mg/kg fresco.

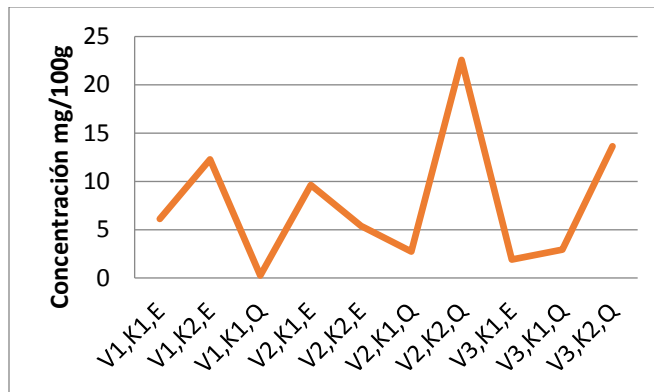


Figura 2. Concentración de carotenoides totales en mg por cada 100 g de tomate fresco de 3 variedades de tomate, 2 niveles de potasio y 2 tipos de fertilizante.

Por su parte, Demiray *et al.* (2013), reportan que trabajaron con tomates conteniendo 50 mg de licopeno/100g de muestra fresca y además mencionan algunas variedades que van desde 9.7 hasta 54 mg de licopeno/100g de muestra fresca.

CONCLUSIÓN

El principal efecto en las variables estudiadas es la variedad del tomate. En cuanto al color, la variedad tres es la mayor luminosidad, mayor cromaticidad y tiene un color rojo más intenso. Las dimensiones del tomate cultivado con los diferentes tratamientos no se vieron afectadas, excepto el diámetro ecuatorial del tratamiento VIK1. Los sólidos solubles totales son iguales en todos los tratamientos, y los valores son semejantes a los reportados por otros autores. La concentración de carotenoides totales está dentro de los valores publicados por diversas fuentes para diferentes variedades de tomate.

BIBLIOGRAFÍA

- Anguelova, T., Warthsen J. (2000). Lycopene stability in tomato powders. *Journal of Food Science*. 65 (1), 67-70.
- Arias R., Lee T.-C., Specca D., Janes H. (2000). Quality Comparison of Hydroponic Tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) Ripened On and Off Vine. *Journal of Food Science*. 65 (3), 545-546.
- Coronado H. Marta, Vega S. y Gutiérrez T. L. R., Vázquez F. M., Radilla V. C. (2015). Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. Universidad Autónoma Metropolitana. *Rev Chil Nutr*. 42 (2). 206.
- Cruz Bojórquez R. M., González Gallego J., Sánchez Collado P. (2013). Propiedades funcionales y beneficios para la salud del licopeno. *Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de Yucatán*. 28 (1), 6 - 15.

Demiray E., Tulek Y., Yilmaz Y. 2013. Degradation kinetics of lycopene, b-carotene and ascorbic acid in tomatoes during hot air drying. *LWT- Food Science and Technology*. 50: 172 – 176.

Escalona C. V., Alvarado V. P., Monardes M. H., Urbina Z. C., Martin B. A. (2009). *Manual de Cultivo de Tomate (Lycopersicon esculentum Mill)*. Chile: Facultad de Ciencias Agrónomas Universidad de Chile.

Jiménez S, K. P., Ramírez Baca P.^a, Arellano Recio Y.^a, Gallegos R. M. A.^b, Candelas Cadillo M. G. 2014. Propiedades físicoquímicas y contenido de licopeno de tres variedades de tomate cultivados con varios métodos de fertilización. Presentado en el XVI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Guanajuato, Gto. 28 - 30 de Mayo.

Krzysztof N. Waliszewski, Gabriela Blasc. (2010). Propiedades nutraceuticas del licopeno. *Instituto Tecnológico de Veracruz*, 52(1), 254 - 265.

Stinco Carla M., Rodríguez-Pulido Francisco J., Escudero-Gilete María Luisa, Gordillo Belén, Vicario Isabel M., Meléndez-Martínez Antonio J. (2013). Lycopene isomers in fresh and processed tomato products: Correlations with instrumental color measurements by digital image analysis and spectroradiometry. *Food Research International* 50:111–120.