

Evaluación de Compuestos Bioactivos y Propiedades Fisicoquímicas de Cáscaras de Tomate Verde (*Physalis* spp.) Bajo Diferentes Condiciones de Procesamiento

A Rodríguez-Arredondo, C Maldonado-Garfias, Ma. Elena Sosa-Morales y A Cerón-García.

Departamento de Alimentos, División Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Carretera Irapuato- Silao km 9, Ex Hacienda El Copal, Irapuato, Gto. 36000, México. abel.ceron@ugto.mx

RESUMEN:

El tomate verde o tomatillo es un fruto usado ampliamente en la preparación de platillos de la cocina mexicana. Las diversas formas de procesamiento de este fruto se resumen en tres principales: cocción en agua a ebullición, asado directo o en fresco. Independientemente del procesamiento al que se someta, el tomate verde genera un residuo, su cáscara, la cual es poco aprovechada. Por lo tanto, se evaluó el nivel de compuestos bioactivos (fenólicos y flavonoides totales), así como el contenido de clorofila, color y pH, tanto en frutos de tomate verde y su cáscara bajo diferentes condiciones de procesamiento. El procesamiento de cocción afecta significativamente los parámetros fisicoquímicos evaluados, siendo el producto fresco el que menor daño presentó. La pulpa de tomate verde presentó los menores niveles de compuestos bioactivos, mientras que la cáscara de tomate verde se destacó por ser la porción en donde mayor contenido de fenólicos y flavonoides totales fue determinado. Así mismo, el tratamiento de asado resultó ser la condición de proceso donde mayores niveles de compuestos bioactivos se alcanzan. Resulta viable el aprovechamiento de la cáscara de tomate verde para el desarrollo de productos alimenticios funcionales con valor agregado.

Palabras claves: Compuestos Bioactivos, procesos térmicos, tomate verde

ABSTRACT:

Green tomato or tomato is a fruit widely used in the preparation of Mexican cuisine. The different forms of processing of this fruit are summarized in three main ones: cooking in water to boil, direct roasting or fresh. Regardless of the processing that is found, the green tomato generates a residue, its shell, which is little used. Therefore, the level of bioactive compounds (phenolic and total flavonoids), as well as the chlorophyll content, color and pH, both in green tomato fruits and their shell under different processing conditions were evaluated. Thermal processing significantly affect the physicochemical parameters evaluated where the fresh produce the lowest damage showed. The green tomato pulp presents the lowest levels of bioactive compounds, while the shell of green tomato was noted for being the portion where the highest phenolic content and total flavonoids were found. Roasted turned out to be the process condition where the highest levels of bioactive compounds were reached It is viable the use of the green tomato peel for the development of functional food products with added value.

Keywords: Bioactive compounds, thermal processes, green tomato.

INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara, tomate verde o tomatillo, pertenece a la familia *Physalis*. Este fruto se produce en casi todo México, principalmente en Jalisco y Durango; en México se conoce 50 especies, por tal razón México se considera el centro de origen y diversidad del fruto, además de formar parte de la comida tradicional mexicana como un ingrediente básico. El fruto de tomate de cáscara está constituido en su mayoría por agua (93.3%). Además, contiene cenizas, proteínas, grasas, fibra cruda y carbohidratos asimilables; vitaminas como niacina y ácido ascórbico; minerales como calcio, hierro y fósforo (Sagarpa, 2013), el fruto también es rico en compuestos fenólicos y flavonoides, estos son de interés por su poder antioxidante. A pesar de los cambios de hábitos alimenticios en el transcurso de las generaciones, los frutos de tomate se mantienen en la dieta mexicana como un ingrediente muy popular para la preparación de diversos platillos, principalmente en la elaboración de salsas (Hernández & Yáñez, 2016). El tratamiento aplicado para elaborar dicho producto, se deriva principalmente en dos tratamientos térmicos: asado y hervido, empleando únicamente la pulpa y desechando la cáscara (4%) (Santiaguillo, 2009).

A la cáscara se le atribuyen diversas propiedades las cuales son escasamente conocidas y aprovechadas, se sabe que es una fuente de antioxidantes naturales, debido a su contenido de compuestos bioactivos, por lo que resulta importante estudiar dichas propiedades con el propósito de conocerlas y encontrar el valor agregado en esta porción de la fruta y así, ser aprovechada dentro del campo alimentario. En la presente investigación se indica claramente que existen diferencias significativas en el contenido de compuestos fenólicos y flavonoides totales en los tejidos del tomate verde, siendo importante la riqueza de los biocompuestos para la cáscara, mientras que la pulpa, el tejido que se consume normalmente de este fruto, presentó contenidos menores de los compuestos bioactivos. Del mismo modo, el procesamiento modifica sustancialmente los valores de color, el contenido de clorofila total, así como el pH detectado. Resulta importante tener en cuenta que la cáscara de tomate verde no es un tejido sin valor como normalmente se piensa, este tejido contiene un alto contenido en compuestos fenólicos y flavonoides, lo cual es esencial para tomar en cuenta en el procesamiento del fruto a nivel industrial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se adquirieron tomates verdes en un mercado local de Irapuato, Gto., y fueron analizados en el Laboratorio de Propiedades Físicas de los Alimentos, de la Universidad de Guanajuato. Se formaron dos lotes de muestras, tanto para su caracterización fisicoquímica (pH y color en la escala CIEL*a*b*) y de compuestos bioactivos (Clorofila (Ziegler et al, 1965), Compuestos fenólicos (Slinkard & Singleton, 1977) y Flavonoides totales (Khanam, Oba, Yanase, & Muraka, 2012)) previo y posterior a la aplicación de los tratamientos (cocción en agua hirviendo, asado y producto fresco) a diferentes intensidades (nula, baja, media y alta). Cada determinación se realizó por triplicado, los valores obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confiabilidad del 95%. Así mismo, se aplicó una prueba de diferencia de medias por el método de Tukey ($p \leq 0.05$) con el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI.

RESULTADOS
Tabla I. Cuantificación de parámetros de color, contenido de clorofila y pH en muestras de tomate verde bajo diferentes condiciones de procesamiento

Tratamiento	Muestra	Color			Clorofila total (mg/g peso fresco)	pH
		L*	a*	b*		
Hervido	Pulpa	50.14 ^a ± 0.036	1.96 ^a ± 0.035	36.05 ^a ±0.064	0.00437 ^c ± 0.0004	4.65 ^b ± 0.005
	Cáscara	25.93 ^b ± 9.100	0.19 ^a ± 1.680	17.73 ^b ±6.353	0.02262 ^a ± 0.0010	5.50 ^a ± 0.206
	Ambos	-	-	-	0.01225 ^b ± 0.0002	4.64 ^b ± 0.037
Asado	Pulpa	35.42 ^a ± 0.357	4.68 ^a ± 0.020	27.73 ^a ± 0.187	0.00288 ^c ± 0.0004	4.02 ^b ± 0.028
	Cáscara	31.27 ^b ± 0.155	4.64 ^a ± 0.060	12.72 ^b ±0.060	0.09144 ^a ± 0.0072	5.23 ^a ± 0.086
	Ambos	-	-	-	0.01268 ^b ± 0.0032	4.08 ^b ± 0.040
Fresco	Pulpa	45.93 ^b ± 0.325	-10.44 ^b ± 0.17	31.03 ^a ±0.183	0.00962 ^c ± 0.0005	4.44 ^b ± 0.075
	Cáscara	47.08 ^a ± 0.032	5.05 ^a ± 0.015	22.03 ^b ±0.015	0.13419 ^a ± 0.0022	5.48 ^a ± 0.194
	Ambos	-	-	-	0.02126 ^b ± 0.0007	4.63 ^b ± 0.076

NOTA: Valores promedio (n=3) ± desviación estándar. Valores promedio ± desviación estándar, n=3. Letras diferentes por cada tratamiento indican diferencia significativa (P ≤ 0.05).

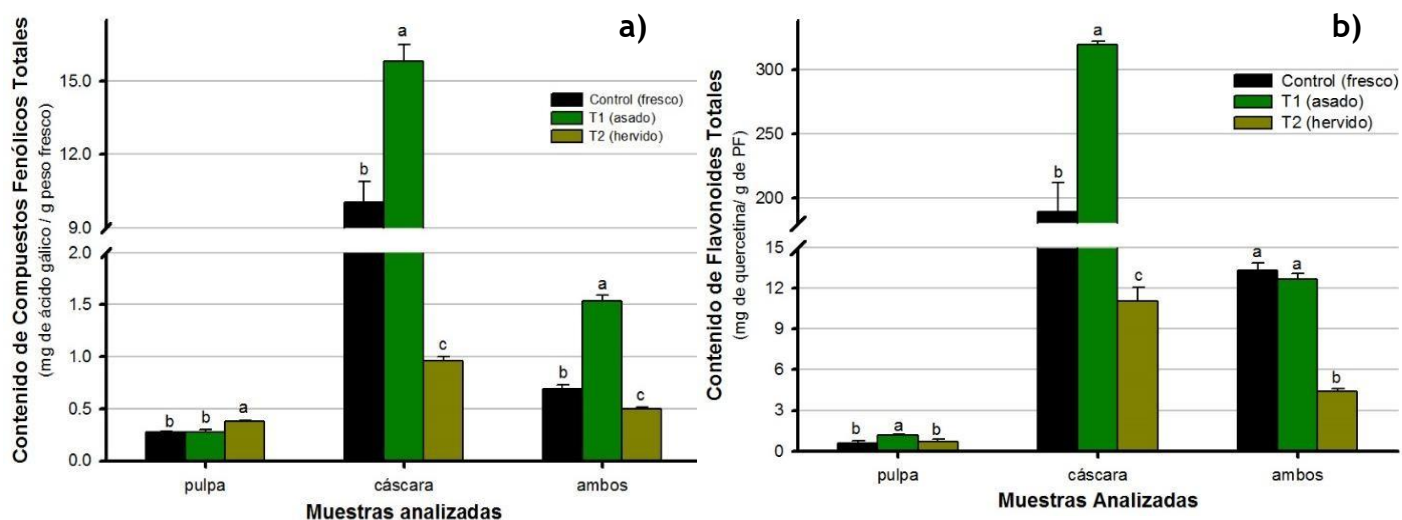


Figura 1. Compuestos fenólicos totales (a) y Flavonoides totales (b) en muestras de tomate verde. Valores promedio ± desviación estándar, n=3. Letras diferentes por cada muestra analizada indica diferencia significativa (P ≤ 0.05).

DISCUSIÓN

Se realizó la determinación de compuestos fenólicos totales en diferentes tejidos del fruto de tomate verde (pulpa / cáscara) bajo diferentes condiciones de procesamiento térmico: Fresco, asado y hervido. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 1. Respecto a los compuestos fenólicos totales en pulpa, el mejor tratamiento es el T2 (hervido), ya que presentó un aumento significativo (P≤0.05)

respecto al resto de los tratamientos evaluados. Mientras tanto, al analizar la cáscara de tomate verde, se observó que la muestra control posee una gran cantidad de compuestos fenólicos, sin embargo, al someterla a los tratamientos térmicos, se puede observar que en T1 (asado), existe un aumento elevado en dichos compuestos ($P \leq 0.05$), esto se debe a que, al someterla al calor directo de la parrilla, se redujo considerablemente el contenido de agua y los compuestos bioactivos se concentraron. Uno de los factores importantes a tomar en cuenta, son las temperaturas empleadas en el asado, una temperatura alta con un tiempo reducido, concentra dichos compuestos, sin embargo, una temperatura menor con un tiempo mayor, reduce los compuestos bioactivos. Por otro lado, cuando la muestra se somete al tratamiento de hervido, en la cáscara se puede notar que los compuestos fenólicos disminuyen significativamente ($P \leq 0.05$); teniendo así que este tratamiento afecta dichos compuestos de manera negativa debido a la lixiviación ocurrida en el agua de cocción. Adicionalmente, se realizó la determinación de estos biocompuestos, dejando la cáscara con la pulpa. En la determinación de los compuestos fenólicos en este tipo de muestra, se puede determinar que, al igual que la cáscara, el mejor tratamiento es el T1 (asado), teniendo un aumento significativo ($P \leq 0.05$), mientras que T2 (hervido), afecta esta muestra disminuyendo los compuestos fenólicos (figura 1).

Respecto a la segunda determinación presentada en la figura 1 (flavonoides totales), que al igual que en fenoles totales, se realizó en diferentes tejidos del tomate (pulpa/cáscara), bajo las diferentes condiciones de procesamiento. Se puede observar que, para la pulpa, el mejor tratamiento fue T1 (asado), teniendo un aumento significativo ($P \leq 0.05$) de estos biocompuestos. Por otro lado, se encontró que en pulpa fresca o sometiendo esta al tratamiento de ebullición (T2), no hubo un efecto significativo de los tratamientos evaluados ($P \geq 0.05$). Analizando los cambios en flavonoides totales en la cáscara de tomate, podemos observar que el tratamiento T1 (asado) resultó ser la condición experimental donde los mayores niveles de flavonoides totales fueron detectados (más de 300 mg/g peso fresco). Al momento de procesar el tomate junto con su cáscara se observa que, la cantidad de flavonoides totales no se ve afectada por la aplicación del tratamiento T1 (asado). Así mismo, se aprecia un importante descenso en el contenido de flavonoides totales del control, respecto a la cáscara de tomate. Esto debido a que se está considerando tanto la cáscara como la pulpa en una sola muestra, así como al efecto del contenido de agua de la pulpa. Sin embargo, cuando esta muestra es sometida al tratamiento de cocción por ebullición (T2, hervido) se presenta un efecto adverso en el contenido de flavonoides totales, ya que este valor se reduce en un 65% respecto al control (sin tratamiento), esto puede deberse al tiempo de procesamiento al que se sometió esta muestra, reduciendo los compuestos bioactivos por la lixiviación generada.

En la cuantificación de los parámetros de calidad en tomate verde, podemos observar que la cáscara presenta el mayor contenido de clorofila total, independientemente del tratamiento que se le aplique, debido a que este pigmento está presente en la cáscara de los frutos verdes. Al comparar el control con el T1 y T2, se puede ver una disminución para este biocompuesto debido al efecto de la cocción en agua o del asado. Al evaluar la cáscara y la pulpa simultáneamente, se observa un contenido alto de clorofila, al compararlo sólo con la pulpa, debido porque se diluye la concentración de clorofila total en cáscara por efecto del agua presente en la pulpa (Tabla 1).

En cuanto al pH, se presenta un valor de pH ácido, característico de este fruto. Al evaluar la cáscara en T1 y T2, se puede ver que en T1, es más ácido que en T2 (5.23 a 5.50). La cáscara no presenta modificación en el pH evaluado, manteniéndose menos ácido que la pulpa de tomate (Tabla 1).

En la cuantificación de los parámetros de color, se evaluó en la escala $L^* a^* b^*$, en la que el parámetro L^* determina la luminosidad, siendo 100 blanco y 0 negro, el parámetro a^* presenta coordenadas ente

verde (-) a rojo (+) y el parámetro b^* presenta coordenadas entre azul (-) a un color amarillo (+). Ahora al observar la tabla 1, se aprecia que la pulpa de tomate verde con el tratamiento hervido, el parámetro L^* presenta el valor más alto respecto al resto de los tratamientos evaluados., siguiendo el control (fresco) en el que la cáscara presenta un valor alto en luminosidad (50.14- 47.08) respectivamente. En cuanto al parámetro a^* , se puede ver que no se presenta diferencia significativa entre el tratamiento asado y hervido, sin embargo, en el control (fresco) se presentan diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Por último, al analizar el parámetro b^* , se puede ver que los tres tratamientos presentan diferencias significativas, se aprecia la diferencia de color entre la pulpa y la cáscara, con una mayor intensidad de amarillo en pulpa que en la cáscara (Tabla 1).

Cada una de estas tendencias encontradas durante la determinación del contenido de compuestos bioactivos, así como de parámetros fisicoquímicos deberá ser tomada en cuenta a fin de desarrollar nuevos productos alimenticios con valor agregado haciendo uso de la cáscara de tomate verde como ingrediente funcional.

BIBLIOGRAFÍA

- Hernández, J., & Yáñez, S. (2016). Aprovechamiento tradicional de las especies de *Physalis* en México. *Universidad Autónoma Chapingo*.
- Khanam, U., Oba, S., Yanase, E., & Muraka. (2012). Phenolic acid, flavonoids and total antioxidant capacity of selected leafy vegetables. *Journal of Functional Foods*, 4(4), 979-987.
- Sagarpa. (22 de Julio de 2013). Recuperado el 08 de Abril de 2017, de Sagarpa: <http://snics.sagarpa.gob.mx/prensa/boletines/Paginas/2013-B033.aspx>
- Santiaguillo, C. (2009). Aprovechamiento tradicional y moderno de tomate (*Physalis*) en México. Red de tomate de cáscara.
- Slinkard, k., & Singleton, V. (1977). Total phenol analysis, automation, and comparison with manual methods. En *American Journal of Enology and Viticulture* (págs. 28, 49–55.).
- Ziegler , R., & Egle , K. (1965). Zur quantitativen analyse der chloroplastenpigmente I. Kritische Überprüfung der spektralphotometrischen chlorophyll-bestimmung. Beitr Biol Pflanz. En *Zur quantitativen analyse der chloroplastenpigmente* (págs. 11-37).