

DETERMINACION DE FENOLES, FLAVONOIDEOS Y PARAMETROS FISICOQUIMICOS EN CHAYOTE (*Sechium edule*) PROCESADO TERMICAMENTE

Peña Galván Mónica Lia (1), Sosa Morales María Elena (2), Cerón García Abel (3)

1 [Licenciatura en Ingeniería en alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [mony216lia@hotmail.com]

2 [Departamento de alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [msosa@ugto.mx]

3 [Departamento de alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [abel.ceron@ugto.mx]

Resumen

El chayote (*Sechium edule*) es una cucurbitácea de alto consumo en México, la cual, se procesa térmicamente para su consumo en el hogar. Por lo que, en este trabajo se recrearon los diferentes tratamientos térmicos llevados a cabo en el hogar por medio de: cocción en agua hirviendo (30 min), cocción en vapor (30 min) y cocción en microondas (2 min, 900 MHz), los cuales se emplearon en 3 tejidos diferentes: cascara, pulpa y una combinación de ambos. Posterior al tratamiento se evaluaron distintos compuestos bioactivos (compuestos fenólicos totales y flavonoides totales) así como, parámetros físicoquímicos (clorofila, color y pH) tanto a los tejidos, como al producto fresco. Siendo que, el resultado que destacó fue el tratamiento por cocción en vapor empleado en la cascara del chayote, ya que este presentó resultados favorables en compuestos fenólicos, flavonoides, clorofila y pH, por lo que se debe considerar su inclusión en alimentos funcionales para aprovechar los beneficios que aporta y no desecharlo en el consumo de esta cucurbitácea.

Abstract

The chayote (*Sechium edule*) is a high consumed cucurbitaceous in Mexico, which, is a common thermally procesated vegetable for its home intake since its sale is without process. So, in this work the home cooking procedures were recreated: water boiling (30 min), steam cooking (30 min) and microwave cooking (2min, 900 MHz), which were applied in 3 different tissues: peel, pulp and a combination of both. After its treatment, the tissues and the fresh product were evaluated in bioactive compounds (total flavonoids and total phenols) as well as physicochemical parameters (chlorophyll, color and pH). The most outstanding thermal treatment was steam cooking applied in the chayote peel, because this presented the best result in phenolic compounds, flavonoids, chlorophyll and pH. Consequently, it should be considered its incorporation in functional foods, to approach the benefits that contribute and stop wasting the peel in the consumption of this cucurbitaceous.

Palabras Clave

Tratamiento térmico; compuestos bioactivos; parámetros físicoquímicos; cascara; pulpa.

INTRODUCCIÓN

Sechium edule, también conocido como “chayote” es una cucurbitácea originaria de Mesoamérica; siendo las principales regiones de cultivo de este fruto en México: Veracruz y Estado de México. Comúnmente su procesamiento es por medio de cocción en agua o en vapor y la parte de consumo es únicamente de la pulpa [1]. El procesamiento de vegetales tiene como resultado una gran cantidad de subproductos que pueden ser utilizados en la industria de alimentos, uno de dichos subproductos es la cáscara la cual, se desecha y no es aprovechada de manera particular, en cuanto a compuestos bioactivos presentes [2].

Se considera como componente bioactivo de un alimento, a aquel que aporta un beneficio a la salud más allá de los considerados como nutrición básica. Estos componentes se encuentran en general en pequeñas cantidades [3]. Dentro de estos componentes se encuentran el ácido ascórbico, carotenos, flavonoides, entre otros [2].

Los flavonoides son un amplio grupo de pigmentos fenólicos que incluyen antocianinas, isoflavonas y taninos [4]. El organismo humano no puede producir estas sustancias químicas protectoras, por lo que deben obtenerse mediante la alimentación o en forma de suplementos. Debido a su estructura química, desempeñan un papel esencial en la protección frente al daño oxidativo, y tienen efectos terapéuticos en un elevado número de patologías, incluyendo la isquémica, aterosclerosis o cáncer [5].

Los compuestos fenólicos son un gran grupo de antioxidantes naturales; característicos de frutas, vegetales y cereales, los cuales presentan efectos benéficos al consumidor. Estos componentes son capaces de neutralizar radicales libres, y pueden jugar un rol importante en la modulación de detoxificación enzimática, estimulación del sistema inmune, disminución de la agregación plaquetaria y modulación del metabolismo hormonal [6].

En cuanto al color, este parámetro influencia directamente en la aceptación de los alimentos, ya que, se ha comprobado que la percepción visual provoca una mala opinión del alimento incluso antes y después de haberlo degustado. El contenido de los pigmentos naturales del alimento transformados durante su procesamiento es un

factor altamente dependiente para la aceptación del producto [4].

La matriz del alimento es usualmente procesada, a fin de mejorar la aceptación, reducir la toxicidad o para preservarlo. El procesamiento térmico es uno de los métodos más importantes para alcanzar estos propósitos. Sin embargo, éste puede también afectar las propiedades nutrimentales y funcionales. Debido a esto, es importante proveer evidencia científica de que posterior al procesamiento térmico, propiedades nutricionales y otras propiedades útiles siguen teniendo un valor significativo [1]. Por lo que, el objetivo de este trabajo es el análisis de dicha cáscara para poder conocer el impacto generado sobre los compuestos bioactivos del chayote, así como el análisis de sus parámetros fisicoquímicos, los cuales se llevaron a cabo en muestras que fueron sometidas a tratamientos térmicos que son comúnmente utilizados en el hogar (cocción en agua, vaporera y microondas).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron 3 muestras de chayote (*Sechium edule*) de 100g cada una; la primera consistía únicamente de pulpa, la segunda únicamente de cáscara y la tercera fue una combinación de cáscara y pulpa. Cada una de estas se sometieron a 3 tratamientos térmicos a diferentes condiciones de cocción: en agua durante 30 min, en microondas durante 2 min a 900 MHz y con vapor durante 30 min.

Terminado el procesamiento térmico se realizaron las determinaciones de compuestos bioactivos y parámetros fisicoquímicos de cada una de las muestras tratadas térmicamente, además, de una medición en el producto fresco como control.

Compuestos bioactivos

A partir del material vegetal previamente procesado térmicamente, se realizó una extracción con metanol al 80% y fue homogenizada en un mortero; dicha mezcla fue clarificada por centrifugación. Posteriormente, se tomó una alícuota de cada extracto y se hicieron reaccionar con las mezclas de reacción correspondientes para compuestos fenólicos totales [7] y flavonoides totales [8]. Los resultados fueron reportados como

mg equivalentes de ácido gálico o de quercetina por gramo de peso fresco (mg/gPF), respectivamente.

Parámetros fisicoquímicos

Para determinar clorofila se realizó una extracción con acetona (80%), el extracto resultante fue clarificado por centrifugación (10 min, 1000 rpm). Las lecturas para clorofila a y b se realizaron a 664 nm y 647 nm, respectivamente. Finalmente, el contenido total de clorofila (mg de clorofila total/g peso fresco) fue determinado mediante la suma de ambos compuestos [9]. El valor de pH se llevó a cabo en muestras homogenizadas en agua destilada en proporción 1:5 p/v, posteriormente por medio de un electrodo de inmersión (previamente calibrado) se realizaron las mediciones correspondientes. Respecto a las determinaciones del color de las muestras tratadas, estas se llevaron a cabo por medio de un colorímetro Color Flex en la escala CIEL*a*b*.

Finalmente, tanto los análisis de compuestos bioactivos como los parámetros fisicoquímicos fueron realizados por triplicado y dichos valores se analizaron estadísticamente por medio de un ANOVA de 1 vía ($p \leq 0.05$) así como por una prueba de comparación de medias (Tukey, $p \leq 0.05$) con el software estadístico NCSS (versión 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de compuestos fenólicos totales, como se observa en la Imagen 1, en cáscara de chayote no existe un aumento relevante de estos por efecto del tratamiento térmico. Sin embargo, en el tratamiento por microondas se redujo significativamente este valor. Por otro lado, en la pulpa se observa que el mejor tratamiento es la cocción en agua (0.39 ± 0.03 mg/gPF) respecto al control (0.21 ± 0.02 mg/gPF). En cuanto al efecto del tratamiento térmico en la muestra compuesta, es decir pulpa y cáscara de chayote, en general se apreció un mayor contenido de compuestos fenólicos en comparación con la pulpa, aunque en menor medida respecto a la cáscara del chayote. Se destaca el efecto significativo de los

tratamientos de cocción en agua y en vapor para los compuestos fenólicos en los diferentes tejidos de chayote evaluados.

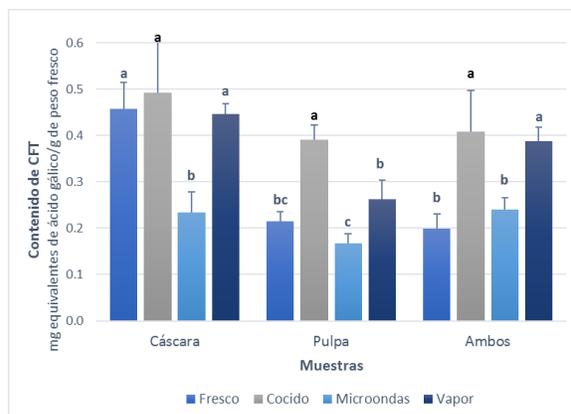


IMAGEN 1: Efecto de diferentes tratamientos térmicos en compuestos fenólicos totales en chayote. Letras diferentes por cada tejido analizado representan diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

Para el caso de flavonoides totales, evaluando las diferentes muestras como se puede apreciar en la imagen 2, en la cáscara se destaca un aumento para el tratamiento con vapor (11.61 ± 0.04 mg/gPF) con respecto al control (7.43 ± 1.65 mg/gPF), sin embargo, el tratamiento por microondas los redujo. En cuanto al efecto de los tratamientos térmicos en la pulpa, se puede observar que la cocción por medio de vapor presentó un aumento en estos compuestos respecto a la muestra fresca (6.29 ± 0.15 y 1.62 ± 0.22 mg/gPF, respectivamente). Por último, la combinación de cáscara y pulpa, mostró un aumento en el tratamiento por vapor y una disminución en el tratamiento por microondas. Se destaca que, el tratamiento que mejor favorece a los flavonoides en las diferentes muestras de chayote es por medio de cocción en vapor.

El impacto que tienen los diferentes tratamientos en las muestras tratadas se puede observar en la tabla 1.

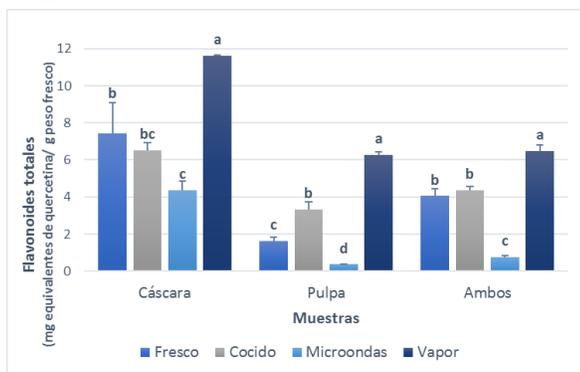


IMAGEN 2: Efecto de los diferentes tratamientos térmicos sobre flavonoides totales en chayote. Letras diferentes por cada tejido analizado representan diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

Tabla 1: Parámetros de color en chayote procesado térmicamente.

Tratamiento	Muestra	Color		
		L*	a*	b*
Fresco	Cáscara	58.70 ^c ± 0.28	-8.96 ^a ± 0.05	38.87 ^a ± 0.40
	Pulpa	64.10 ^a ± 0.30	-5.20 ^c ± 0.07	22.46 ^c ± 0.67
	Ambos	60.74 ^b ± 0.53	-6.46 ^b ± 0.50	28.30 ^b ± 2.52
Cocido	Cáscara	45.18 ^a ± 0.22	-2.53 ^b ± 0.43	33.77 ^a ± 1.26
	Pulpa	58.64 ^a ± 3.28	-5.48 ^a ± 0.24	28.83 ^{ab} ± 2.18
	Ambos	43.71 ^b ± 7.79	-3.03 ^b ± 1.22	23.30 ^b ± 4.99
Vapor	Cáscara	49.60 ^c ± 0.55	0.64 ^a ± 0.29	32.80 ^b ± 0.30
	Pulpa	69.61 ^a ± 0.37	-3.91 ^c ± 0.06	34.05 ^a ± 0.26
	Ambos	66.47 ^b ± 0.36	-4.17 ^b ± 0.01	30.40 ^c ± 0.09
Microondas	Cáscara	47.26 ^c ± 0.53	-17.74 ^b ± 0.21	39.95 ^a ± 0.59
	Pulpa	65.70 ^a ± 0.19	-11.46 ^a ± 0.08	36.25 ^b ± 0.36
	Ambos	60.06 ^b ± 0.48	-14.58 ^a ± 0.20	38.87 ^a ± 0.36

Para la luminosidad (L*), el tratamiento de cocción en agua la cáscara presenta el valor menor de las muestras (45.18 ± 0.22) lo cual representa un color oscuro, por el contrario, el tratamiento por vapor en la pulpa presenta el valor mayor (69.91 ± 0.37), incluso que el control, lo que da como resultado un color claro. En cuanto a la escala cromática a*, la cual determina la escala de color de verde a rojo, siendo de gran importancia para el producto analizado, el tratamiento por microondas muestra valores más cercanos al verde, siendo la cáscara (-17.74 ± 0.21) y la pulpa (-11.46 ± 0.08) los mayores, por el contrario, el tratamiento que presento valores más alejados del verde fue el tratamiento por vapor y en específico la cáscara

(0.64 ± 0.29), mientras que, en el tratamiento por cocción se encuentra el valor mayor en la pulpa (-5.48 ± 0.24) y en el producto fresco se puede apreciar el valor mayor en la cáscara (-8.96 ± 0.05).

Por último, la escala cromática b*, escala del amarillo al azul, el tratamiento por microondas presenta los valores más acercados al amarillo, siendo la cáscara el mayor (39.95 ± 0.59) incluso que el control, en cuanto a los valores más alejados del amarillo se encuentran los tratamientos de cocción en agua en donde, el mayor es la cáscara (33.77 ± 1.26), mientras que, el tratamiento por vapor presenta su valor mayor en la pulpa (34.05 ± 0.26).

Con respecto a la clorofila total analizada en diferentes muestras, es notable el aumento de dicho compuesto en la cáscara, como se muestra en la imagen 3, en donde, el tratamiento por vapor sobresale (0.45 ± 0.08 mg/gPF), se destaca que en la cáscara todos los tratamientos aumentaron el contenido de este compuesto. Con respecto a la pulpa, se observa que existió en general una disminución de dicho compuesto en comparación con la cáscara, sin embargo, hubo un aumento en el tratamiento por vapor (0.07 ± 0.004 mg/gPF) mientras que, en los demás tratamientos no existió una diferencia significativa. Por último, la combinación de muestras destaca que los mejores tratamientos térmicos que aumentaron la clorofila total son cocción y vapor (0.17 ± 0.055 mg/gPF, 0.11 ± 0.006 mg/gPF) respectivamente. El valor de clorofila en la pulpa y en ambas muestras disminuye significativamente con respecto a la cáscara debido al contenido de agua que se encuentra en la pulpa del chayote, la cual es mayor en esta que en la cáscara.

Como se puede apreciar en la imagen 4, sobre el pH de las muestras durante su tratamiento térmico, se puede apreciar en general que no existió una variación importante entre los valores del pH en tratamientos térmicos, sin embargo, se observa que en la cáscara el mejor tratamiento es por cocción (6.97 ± 0.005) siendo esta casi neutra, mientras que en fresco (6.40 ± 0.005) se encontraba ligeramente más ácida. Respecto a la pulpa, se mostró que los tratamientos por vapor y cocción en agua (6.79 ± 0.065, 6.87 ± 0.005) respectivamente, fueron los que presentaron valores hacia la neutralidad, mientras que, en

fresco se notó una ligera acidificación (6.37 ± 0.01). Por último, la muestra con ambos tejidos destacó la cocción en agua (6.82 ± 0.005), mientras que, el producto fresco presentó una ligera acidificación (6.35 ± 0.005). Cabe destacar que, todos los tratamientos en todas las muestras aumentaron el pH hacia la neutralidad en comparación del producto fresco.

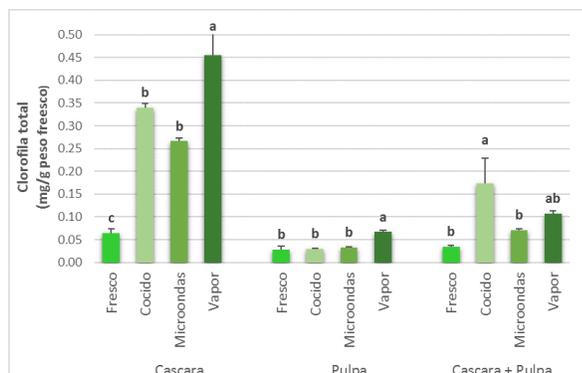


IMAGEN 3: Contenido de clorofila total en chayote tratado térmicamente. Letras diferentes por cada tejido analizado representan diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

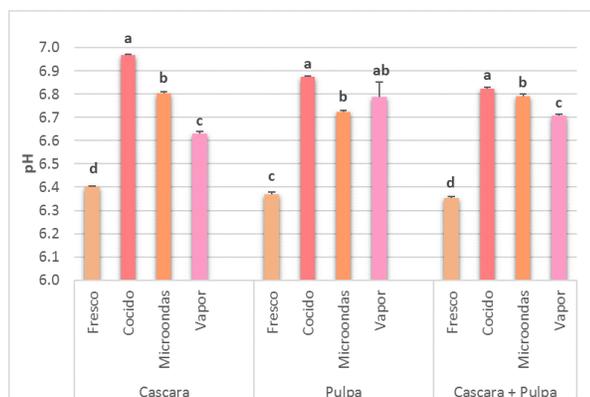


IMAGEN 4: Variación de pH en muestras de chayote tratadas térmicamente. Letras diferentes por cada tejido analizado representan diferencia significativa ($p \leq 0.05$).

CONCLUSIONES

El tratamiento térmico que más sobresalió en los diferentes compuestos bioactivos y parámetros fisicoquímicos fue el tratamiento de cocción en vapor durante 30 minutos, en donde a su vez, la cáscara (el cual era el tejido de interés) presentó los resultados más favorables. Por lo que se llega a la conclusión que tanto en la industria

alimentaria como en el hogar se está desechando y desaprovechando un producto con importantes beneficios al cuerpo humano; es por esto que, el siguiente paso a desarrollar será investigar más a fondo el tratamiento de vapor sobre la cáscara del chayote y así poder crear un producto el cual siga conteniendo los aportes obtenidos en este trabajo para que sea apto y atractivo para el consumo humano.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a los asesores del proyecto, Dr. Abel Cerón García y Dra. Ma. Elena Sosa Morales por su tiempo y disposición para el desarrollo de este proyecto, así como a la Universidad de Guanajuato por haberme brindado la oportunidad de participar en este programa, por el apoyo económico brindado y por la apertura de estos espacios en donde los estudiantes podemos desarrollarnos en el ámbito de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] Loizzo, M. R., Bonesi, M., Menichini, F., Tenuta, M. C., Leporini, M. & Tundis, R. (2016). Antioxidant and Carbohydrate-Hydrolysing Enzymes Potential of *Sechium edule* (Jacq.) Swartz (*Cucurbitaceae*) Peel, Leaves and Pulp Fresh and Processed. *Plant Foods for Human Nutrition*. 71(4):381-387. DOI: 10.1007/s11130-016-0571-4.
- [2] Nagarajaiah, S. B. & Prakash, J. (2015). Chemical Composition and Bioactive Potential of Dehydrated Peels of *Benincasa hispida*, *Luffa acutangula*, and *Sechium edule*. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 21:2, 193-194, DOI: 10.1080/10496475.2014.940437
- [3] Herrera, F., Betancur, D. & Segura, M. R. (2014). Compuestos bioactivos de la dieta con potencial en la prevención de patologías relacionadas con sobrepeso y obesidad; péptidos biológicamente activos. *Nutrición Hospitalaria*, 29(1), 14.
- [4] Badui, S. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica* (1ª ed.) México: PEARSON.
- [5] Martínez, S., González, J., Culebras, J. & Tuñón, M.J. (2002). Los Flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*, 17(6), 271-272.
- [6] Muñoz, A. M., Ramos, D. F., Ortiz, C. A. & Castañeda, B. (2007). Evaluación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos

fenólicos en recursos vegetales promisorios. Revista de la Sociedad Química de Perú, 73(3), 143-144.

[7] Slinkard, K., & Singleton, V.L. (1977). Total phenol analysis, automation, and comparison with manual methods. American Journal of Enology and Viticulture, 28, 49-55.

[8] Khanam, U. K. S., Oba, S., Yanase, E., & Murakami, Y. (2012). Phenolic acids, flavonoids and total antioxidant capacity of selected leafy vegetables. Journal of Functional Foods, 4(4), 979-987.

[9] Ziegler R, Egle K. (1965). Zur quantitativen analyse der chloroplastenpigmente. I. Kritische Überprüfung der spektralphotometrischen chlorophyll-bestimmung. Beitr Biol Pflanz 41:11-37.