

Análisis fitoquímico y evaluación antidiabética de los palmitos de *Chamaedorea tepejilote*

S. Fernández-Avalos¹, A. Bernardino-Nicanor¹, G. Teniente-Martínez¹, J.M.S. Juárez-Goiz¹ y L. González-Cruz*¹ ¹ Departamento de Ingeniería Bioquímica, Tecnológico Nacional de México / IT de Celaya, Antonio García Cubas Pte #600 esq. Av. Tecnológico. Celaya, Gto. México, C. P. 38010.

*leopoldo.gonzalez@itcelata.edu.mx

RESUMEN

En México el tepejilote es utilizado como alimento tradicional en el cual es consumido mediante tratamientos térmicos, sin embargo, algunas personas utilizan el tepejilote con fines farmacológicos para contrarrestar patologías como la diabetes, uno de los mecanismos importantes para la disminución de la glucosa postprandial en pacientes diabéticos es la inhibición de la enzima α -amilasa, no obstante diversos estudios científicos han demostrado que ciertos metabolitos secundarios de las plantas medicinales pueden servir como inhibidores enzimáticos. Por lo tanto, en el presente trabajo se realizó un análisis fitoquímico de los extractos acuosos y hexánicos de los palmitos de tepejilote tratados térmicamente y sin tratamiento, se evaluó su participación en la inhibición de la enzima α -amilasa, en el cual observamos que los metabolitos secundarios como flavonoides, cumarinas y quinonas son más abundantes en las muestras tratadas térmicamente, así como el contenido de fenoles totales es menor en la muestra sin tratamiento. Por otra parte, los extractos acuosos mostraron una inhibición de la enzima α -amilasa, siendo las muestras tratadas térmicamente las que mostraron un mayor efecto inhibitorio al compararse con la muestra en crudo (38.67% de inhibición de α -amilasa).

Palabras clave: Tepejilote, antidiabético, α -amilasa, tratamientos térmicos, fitoquímicos.

ABSTRACT

In Mexico, tepejilote is used as a traditional food in which it is consumed through thermal treatments, However, some people use tepejilote for pharmacological purposes to counteract pathologies such as diabetes, one of the important mechanisms for the reduction of postprandial glucose in diabetic patients is the inhibition of the enzyme α -amylase, however, several scientific studies have shown that certain secondary metabolites of medicinal plants can serve as enzyme inhibitors. Therefore, in the present work we performed a phytochemical analysis of aqueous and hexanic extracts of fresh and heat-treated tepejilote palm hearts and evaluated their participation in the inhibition of the enzyme α -amylase, in which we observed that secondary metabolites such as flavonoids, coumarins and quinones are more abundant in the heat-treated samples, as well as the content of total phenols is lower in the fresh sample. On the other hand, the aqueous extracts showed an inhibition of the enzyme α -amylase, being the heat-treated samples the ones that showed a higher inhibitory effect when compared to the fresh sample (38.67% inhibition of α -amylase).

Key Words: Tepejilote, antidiabetic, α -amylase, thermal treatments, phytochemicals.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el uso de plantas medicinales para el tratamiento de enfermedades sigue siendo alto; por lo tanto, uno de los temas de interés en la investigación científica es descubrir y comprobar las propiedades farmacológicas que puedan brindar las plantas en el ser humano. Debido a la gran diversidad de flora que existe, a la fecha no ha sido posible el estudiarla por completo; por lo que el hombre sólo ha descubierto ciertos beneficios de una minoría de plantas. En el presente trabajo se estudia la planta *Chamaedorea tepejilote* que es originaria del sur de México, América central y Colombia, se le conoce comúnmente como pacaya o tepejilote, en México se utiliza como alimento tradicional, en el cual generalmente lo consumen tratado térmicamente, por otra parte, algunas personas utilizan el tepejilote para el tratamiento de enfermedades como la diabetes (Robles & Carranza, 2013).

Debido a que el tepejilote es tratado térmicamente para su consumo, se han realizado investigaciones para verificar las modificaciones estructurales de algunos componentes nutricionales del tepejilote, en el cual dichas modificaciones estructurales podrían ser benéficas para generar moléculas bioactivas con interés terapéutico (Hernández-Castillo *et al.*, 2020) por otra parte, los tratamientos térmicos pueden ayudar a extraer componentes de interés en la matriz alimenticia y así verse intensificada su propiedad biológica en el organismo.

Uno de los mecanismos de acción para disminuir los niveles de glucosa en sangre es inhibir la actividad de la enzima α -amilasa, responsable de la descomposición del almidón en azúcares más simples (Probhakar & Doble, 2011). A ello contribuyen los inhibidores de la α -amilasa como la acarbosa, que retrasan la tasa de absorción de la glucosa, manteniendo así la glucemia sérica en individuos hiperglucémicos (Wadkar *et al.*, 2008). Diversos estudios científicos han demostrado que algunos fitoquímicos pueden estar involucrados en la inhibición de la α -amilasa de modo que tienen potencial para contribuir en la fisiopatología de la diabetes (Ranilla *et al.*, 2010). Por lo tanto, en el presente trabajo se realizó un análisis fitoquímico de los extractos acuosos y hexánicos de los palmitos del tepejilote tratado térmicamente y sin tratamiento, con la finalidad de identificar la presencia de metabolitos secundarios, se determinó la participación de los extractos acuosos de los palmitos de tepejilote en la inhibición de α -amilasa evaluando el efecto de los tratamientos térmicos en la actividad antidiabética, de igual forma se analizaron las harinas (muestras pulverizadas) sin extracción previa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

El tepejilote fue obtenido en un mercado local de Tapachula, Chiapas, México; En el laboratorio se eliminaron las brácteas y raquis de la parte comestible obteniendo sólo los palmitos de tepejilote (Fig. 1) en el cual se cortaron y empaquetaron en bolsas al vacío.



Figura 1. Parte comestible del tepejilote. A) Palmito, B) Inflorescencias masculinas.

Tratamientos térmicos

Hervido: 300 g de palmitos de tepejilote se empaquetaron en una bolsa de PVC y se colocaron en un baño de agua a 90 ° C durante 15 min.

Vapor a presión elevada: una muestra de palmitos de tepejilote (300 g) en bolsa de PVC se colocó en una olla a presión y se sometió al vapor durante 15 minutos a 125° C a una presión de 124.106 Pa.

Microondas: se colocó una muestra de 300 g de tepejilote en un horno de microondas alimentado a 1500 W y con una frecuencia de 2450 MHz durante 15 min.

Preparación de extractos

Las muestras tratadas térmicamente y una muestra sin tratamiento fueron liofilizadas, posteriormente se molieron en un mortero y tamizaron. Se realizó una disolución de harina-disolvente (agua o hexano) con una relación de 1:20 de cada muestra tratada térmicamente y la muestra sin tratamiento, se dejaron en agitación por 24 h, transcurrido este tiempo se filtraron al vacío, para los extractos hexánicos se eliminó el disolvente en un rotavapor, en el caso de los extractos acuosos se liofilizaron, las muestras obtenidas fueron almacenadas a 4°C para su posterior análisis.

Análisis fitoquímico

El análisis fitoquímico se llevó a cabo siguiendo los procedimientos de Bañuelos-Valenzuela y colaboradores (2018) con algunas modificaciones, los metabolitos que se analizaron fueron saponinas (prueba de espuma), flavonoides (NaOH 2N), Quinonas (test de Borntrager), Glucósidos cardiacos (test de Baljet), Terpenoides (test de Liebermann-Burchard), cumarinas (NaOH 10%) y taninos (FeCl 5%).

Determinación del contenido de fenoles totales

Se llevó a cabo la técnica de Follin-Ciocalteau siguiendo la metodología de Ganeshpurkar y colaboradores (2013). Paralelamente se realizó una curva patrón de ácido gálico en concentraciones de 0 a 0.005 mg/mL, los resultados se expresaron como µg de GAE/g de extracto.

Evaluación de la actividad inhibidora de la enzima α -amilasa

Siguiendo la metodología de Nair y colaboradores (2013) se incubaron 20 µl de la enzima α -amilasa con 200 µL de muestra a 250 µg/mL y 500 µg/mL por 20 min a 25°C, se añadió almidón soluble como sustrato en el cual se dejó incubar por 10 min, posterior a ello se añadió 400 µL del reactivo DNS y se dejó incubar por 5 min en un baño de agua a 85°C- 96°C. La mezcla se diluyó con 15 mL de agua destilada y se leyó la absorbancia a 540 nm, como control negativo se utilizó agua destilada y como control positivo acarbossa a 250 µg/mL y 500 µg/mL

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis fitoquímico de los extractos acuosos y hexánicos de los palmitos de tepejilote

El análisis fitoquímico de los extractos acuosos y hexánicos de los palmitos de tepejilote mostraron presencia de metabolitos secundarios en el cual las quinonas, flavonoides, cumarinas y fenoles se mostraron en mayor abundancia en ambos extractos como se observa en la Tabla I y II. También se puede observar que tanto en los extractos acuosos y hexánicos no hubo presencia de glucósidos y taninos, comparando con otras plantas de la misma familia *Aracaceae*, Vanaja y colaboradores (2016) también reportan la ausencia de taninos de los extractos acuosos y hexánicos de *Rhapis excelsa*.

Tabla I. Metabolitos secundarios identificados en los extractos acuosos de palmitos de tepejilote en diferentes tratamientos

Metabolito	Muestra			
	Sin tratamiento	Microondas	Hidrotérmico	Vapor a presión elevada
Saponinas	-	+	+	+
Flavonoides	+	++	+	++
Quinonas	++	+++	++	+++
Glucósidos	-	-	-	-
Glucósidos Cardiacos	-	-	-	-
Terpenoides	+	+	+	+
Cumarinas	++	++	+	++
Taninos	-	-	-	-
Fenoles	++	++	+++	+++

-, ausente; +, ligeramente presente; ++, abundante; +++, muy abundante

Por otra parte, en la identificación de flavonoides, quinonas, fenoles y cumarinas estos son más abundantes en las muestras tratadas térmicamente, en el cual los tratamientos térmicos pueden ayudar a la liberación de dichos metabolitos secundarios, Kadja y colaboradores (2020) reportan un aumento de cumarinas de sus extractos hexánicos de *Cocos nucifera* en sus muestras tratadas térmicamente a 50 y 70° C, en el cual mencionan que el aumento de la temperatura favorece la extracción de dichos compuestos, cabe mencionar que *Cocos nucifera* también pertenece a la familia *Aracaceae*.

Tabla II. Metabolitos secundarios identificados en los extractos hexánicos de palmitos de tepejilote en diferentes tratamientos

Metabolito	Muestra			
	Fresco	Microondas	Hidrotérmico	Vapor a presión elevada
Saponinas	+	+++	-	+
Flavonoides	+	++	+++	++
Quinonas	++	+	+++	+++
Glucósidos	-	-	-	-
Glucósidos Cardiacos	-	-	-	-
Terpenoides	+	+	++	++
Cumarinas	-	+	+++	++
Taninos	-	-	-	-
Fenoles	+	++	++	++

-, ausente; +, ligeramente presente; ++, abundante; +++, muy abundante

Contenido de fenoles totales

Al determinar la concentración de fenoles totales en los extractos hexánicos (Tabla III) se observó una diferencia muy significativa comparando los tratamientos hidrotérmico, vapor a presión elevada con la muestra sin tratamiento ($P < 0.001$, ANOVA de una vía, seguida de una Prueba de Tukey), el tratamiento con microondas también mostró una mayor cantidad de fenoles, por lo tanto, la concentración de fenoles totales en todos los tratamientos térmicos aumentó considerablemente.

Tabla III. Concentración de fenoles totales de los extractos hexánicos de palmitos de tepejilote

Muestra	$\mu\text{g EAG/g de extracto}$
Sin tratamiento	197.71 ^a \pm 22.21
Microondas	330.04 ^b \pm 42.50
Hidrotérmico	629.16 ^c \pm 10.00
Vapor a presión elevada	660.30 ^c \pm 29.15

Media de tres repeticiones \pm D.E. Letras distintas dentro de la misma columna, indican diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$).

En los extractos acuosos del tepejilote, todos los tratamientos térmicos mostraron una diferencia significativa al compararse con la muestra sin tratamiento (Tabla IV), siendo el tratamiento hidrotérmico el que mostró una diferencia muy significativa ($P < 0.001$, ANOVA de una vía seguida de una Prueba de Tukey). En el cual fue un comportamiento similar al de los extractos hexánicos.

Tabla IV. Concentración de fenoles de los extractos acuosos de palmitos de tepejilote

Muestra	$\mu\text{g EAG/g de extracto}$
Sin tratamiento	14340.17 ^a \pm 38.52
Microondas	14518.09 ^b \pm 66.72
Hidrotérmico	14851.68 ^c \pm 66.72
Vapor a presión elevada	14651.53 ^d \pm 66.72

Media de tres repeticiones \pm D.E. Letras distintas dentro de la misma columna, indican diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$).

Nuestros resultados confirman lo demostrado por otros autores, referente a que los tratamientos térmicos aumentan la liberación de algunos componentes fitoquímicos en este caso de fenoles en muestras vegetales. Esto se debe a que algunos tratamientos térmicos, como vapor a presión elevada e hidrotérmico provocan que las pectinas de la lámina media de la pared celular se solubilizan, provocando que la pared perteneciente de la célula vegetal quede más sensible y permeable, generando de esta manera la fuga de material intercelular al exterior (Chaudhary *et al*, 2020).

Inhibición de la enzima α -amilasa de los extractos acuosos y las harinas sin extracción previa de los palmitos de tepejilote tratado térmicamente y sin tratamiento

El tratamiento con mayor porcentaje de inhibición de α -amilasa fue hidrotérmico, mostrando un 57.33%, siendo un porcentaje de inhibición mayor que acarbosa ($P < 0.001$, ANOVA de una vía seguida de una prueba de Tukey) como se observa en la Tabla V, de modo que confirmamos la participación de los extractos acuosos del tepejilote en la disminución de la glucosa postprandial, debido a su efecto inhibitorio contra α -amilasa. Todos los tratamientos térmicos mostraron una diferencia muy significativa respecto a la muestra sin tratamiento ($P < 0.001$, ANOVA de una vía seguida de una prueba de Tukey), por lo tanto, los tratamientos térmicos aumentaron el efecto inhibitorio de α -amilasa. Nuestros resultados se relacionan con lo reportado en otras investigaciones, se ha reportado un aumento de la actividad

inhibidora de α -amilasa al tratar térmicamente al frijol, en el cual se reporta que la harina cruda del frijol tiene un 28% de inhibición y la harina con un tratamiento de tostado un 40% de inhibición de α -amilasa (Moussou *et al.*, 2016).

Tabla V. Efecto de los extractos acuosos de tepejilote a una concentración de 250 y 500 $\mu\text{g/ml}$ sobre la inhibición de α -amilasa

Muestra	Porcentaje (%) de inhibición de α -amilasa	
	250 $\mu\text{g/mL}$	500 $\mu\text{g/mL}$
Acarbosa (control positivo)	42.67 ^a \pm 2.31	73.33 ^e \pm 2.31
Sin tratamiento	38.67 ^a \pm 2.31	70.67 ^e \pm 2.31
Microondas	53.33 ^{b,d} \pm 2.31	69.33 ^e \pm 2.31
Hidrotérmico	57.33 ^{d,c} \pm 2.31	85.33 ^f \pm 2.31
Vapor a presión elevada	54.67 ^{c,b} \pm 2.31	81.33 ^f \pm 2.31

Media de tres repeticiones \pm D.E. Letras distintas dentro de la misma columna, indican diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$).

Al utilizar una concentración de 500 $\mu\text{g/mL}$ se obtuvo un mayor porcentaje de inhibición en todas las muestras en comparación con la concentración de 250 $\mu\text{g/mL}$, como se observa en la Tabla V, por lo que se considera que el efecto inhibitorio de α -amilasa puede ser dependiente de la dosis. Nuestros resultados demuestran que los extractos acuosos de tepejilote inhiben eficazmente la actividad de la enzima α -amilasa. Al utilizar el agua como disolvente, permitió la extracción de compuestos como polifenoles, flavonoides y terpenoides (Chelladurai & Chinnachamy, 2018), en el cual, pueden estar participando en la inhibición enzimática.

Por otra parte, al trabajar con las harinas de tepejilote sin una extracción previa, estas mostraron un porcentaje de inhibición de α -amilasa menor en comparación con los extractos acuosos (Tabla VI), por lo tanto, comprobamos que las etapas de extracción son importantes, ya que para la obtención de los extractos acuosos las muestras pulverizadas se sometieron a un proceso de maceración por 24 h con agitación constante, seguida de una filtración al vacío y por último a un proceso de liofilizado, en el cual estos procesos son importantes para una correcta extracción de los compuestos fitoquímicos que estén participando en la inhibición enzimática; sin embargo, los porcentajes de inhibición de α -amilasa en las harinas sin extracción fueron también muy favorables, ya que las muestras de tepejilote tratadas térmicamente mostraron un porcentaje de inhibición de α -amilasa similar a acarbosa, lo que comprueba que el tepejilote tiene una participación importante en la patología de la diabetes.

Tabla VI. Efecto de las harinas de tepejilote sin extracción previa a una concentración de 250 y 500 µg/ml sobre la inhibición de α -amilasa.

Muestra	Porcentaje (%) de inhibición de α -amilasa	
	250 µg/mL	500 µg/mL
Acarbosa (control positivo)	42.67 ^{a,d} ± 2.31	73.33 ^a ± 2.31
Sin tratamiento	25.33 ^b ± 2.31	40.00 ^b ± 2.31
Microondas	49.33 ^{d,c} ± 2.31	54.67 ^c ± 2.31
Hidrotérmico	54.67 ^{e,d} ± 2.31	66.67 ^{d,a} ± 2.31
Vapor a presión elevada	46.67 ^{c,a} ± 2.31	69.33 ^{d,a} ± 2.31

Media de tres repeticiones ± D.E. Letras distintas dentro de la misma columna, indican diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$).

CONCLUSIÓN

Los extractos acuosos de los palmitos de tepejilote muestran una elevada actividad inhibidora de la enzima α -amilasa, por lo tanto, tienen potencial para contribuir en el tratamiento de la diabetes. Los tratamientos térmicos de microondas, hidrotérmico y vapor a presión elevada aumentaron la actividad antidiabética de los palmitos de tepejilote. Por lo tanto, se considera que el tepejilote es un alimento funcional, ya que además de su aporte nutricional que brinda en el organismo puede generar un efecto antidiabético y dicho efecto puede verse aumentado por los tratamientos térmicos que se utilizan para su consumo. Los compuestos fitoquímicos del tepejilote como polifenoles aumentan considerablemente debido a los tratamientos térmicos, dichos compuestos pueden ser los responsables de la inhibición enzimática, sin embargo, es importante realizar una técnica de identificación específica de los compuestos responsables de la actividad antidiabética del tepejilote, así como realizar una técnica in vivo para complementar con nuestros resultados obtenidos respecto a la inhibición de α -amilasa.

BIBLIOGRAFÍA

- Bañuelos-Valenzuela, R., Delgadillo-Ruiz, L., Echavarría-Cháirez, F., Delgadillo-Ruiz, O., & Meza-López, C. (2018). Composición química y FTIR de extractos etanólicos de *Larrea tridentata*, *Origanum vulgare*, *Artemisa ludoviciana* y *Ruta graveolens*. *Agrociencia*, 52 (3), 309-321.
- Chaudhary, N., Sabikhi, L., Hussain, S. A., & Kumar M H, S. (2020). A comparative study of the antioxidant and ACE inhibitory activities of selected herbal extracts. *Journal of Herbal Medicine*, 22, 100343. DOI: 10.1016/j.hermed.2020.100343.
- Chelladurai, G. R. M., & Chinnachamy, C. (2018). Alpha amylase and Alpha glucosidase inhibitory effects of aqueous stem extract of *Salacia oblonga* and its GC-MS analysis. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 54(1). <https://doi.org/10.1590/s2175-9790201800011715>.
- Ganeshpurkar, A., Bhardwaj, Y., & Diwedi, V. (2013). In vitro α -amylase and α -glucosidase inhibitory potential of *Trigonella foenum-graecum* leaves extract. *AYU (An International Quarterly Journal of Research in Ayurveda)*, 34(1), 109. DOI: 10.4103/0974-8520.115446.
- Hernández-Castillo, J. B. E., Bernardino-Nicanor, A., Vivar-Vera, M. D. L. Á., Montañez-Soto, J. L., Teniente-Martínez, G., Juárez-Goiz, J. M. S., & González-Cruz, L. (2020). Modifications of the protein characteristics of pacaya caused by thermal treatment: A spectroscopic, electrophoretic and morphological study. *Polymers*, 12(5), 1016.

- Kadja, A. B., Atsain-Allangba, R. M., Kouadio, K. B., Mamyrbékova-Békro, A. J., y Yves-Alain, B. (2020). Influence of temperature on the phytochemical composition and the antioxidant and anticariogenic activities of extracts from the husk of the fruit of *Cocos nucifera* L. (Arecaceae). *GSC Biological and Pharmaceutical Sciences*, 12(2), 179–187. Doi:10.30574/gscbps.2020.12.2.0265.
- Moussou, N., Corzo-Martínez, M., Sanz, M. L., Zaidi, F., Montilla, A., & Villamiel, M. (2016). Assessment of Maillard reaction evolution, prebiotic carbohydrates, antioxidant activity and α -amylase inhibition in pulse flours. *Journal of Food Science and Technology*, 54(4), 890–900. DOI: 10.1007/s13197-016-2298-5.
- Nair, S. S., Kavrekar, V., & Mishra, A. (2013). In vitro studies on alpha amylase and alpha glucosidase inhibitory activities of selected plant extracts. *European Journal of Experimental Biology*, 3(1), 128-132.
- Prabhakar, P. K., & Doble, M. (2011). Mechanism of action of natural products used in the treatment of diabetes mellitus. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, 17(8), 563–574. DOI: 10.1007/s11655-011-0810-3.
- Ranilla, L. G., Kwon., Apostolidis, E., & Shetty, K. (2010). Phenolic compounds, antioxidant activity and in vitro inhibitory potential against key enzymes relevant for hyperglycemia and hypertension of commonly used medicinal plants, herbs and spices in Latin America. *Bioresource Technology*, 101(12), 4676–4689. DOI:10.1016/j.biortech.2010.01.093.
- Robles, R. D. J., y Carranza, S. E. R. (2013). Actividad hipoglucemiante de *Chamaedorea tepejilote* Liebm. (pacaya). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(1), 27-33.
- Vanaja., & Kavitha. S. (2016). A study on phytochemicals, antioxidant activity and ft-ir analysis of *rhapis excelsa* (thunb.) a. Henry. *European journal of pharmaceutical and medical research*, 3(7), 390-394.
- Wadkar, K. A., Magdum, C.S., Patil, S.S., & Naikwade N.S. (2008). Anti-diabetic potential and Indian medicinal plants. *Journal of Herbal Medicine and Toxicology*, 2 (1), 45-50.