

Calidad fisicoquímica y antioxidante de *Amaranthus hybridus* y *Chenopodium berlandieri* L. consumidos en la región Hidalguense

Santiago-Saenz, Y.O^a; Jiménez-Alvarado, R^a; Monroy-Torres, R^b; Cariño-Cortés, R^a; López-Palestina, C.U^c; Hernández-Fuentes, A.D^{a*}

^a Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Laboratorio de Postcosecha, Rancho Universitario. Av. Universidad Km.1. Ex-Hacienda de Aquetzalpa AP 32, C.P 43600, Tulancingo de Bravo, Hgo.

* hfad@hotmail.com

^b Universidad de Guanajuato, División de Ciencias de la Salud, Departamento de Medicina y Nutrición, Laboratorio de Nutrición Ambiental y Seguridad Alimentaria, Blvd. Puente Milenio 1001, Fracción del Predio de San Carlos, C.P 37670, León, Gto.

^c Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C.P 38110, Celaya, Gto.

RESUMEN:

Las plantas “*quelites*” comprenden una diversidad de compuestos fenólicos y flavonoides capaces de reducir el estrés oxidativo, confiriéndoles excelentes perfiles nutrimentales. Sin embargo, la información reportada es limitada en relación a estas especies en México. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades fisicoquímicas, calidad funcional y capacidad antioxidante de dos *quelites* consumidos en regiones rurales del estado de Hidalgo. Las propiedades físicoquímicas evaluadas fueron color, sólidos solubles totales (SST), pH y acidez titulable (AT). Se evaluó el contenido de fenoles y flavonoides totales. La técnica de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) fué utilizada para evaluar capacidad antioxidante. La concentración de fenoles totales osciló de 7-10 mg EAG/g PS y en flavonoides fue de 15-17.5 mg EQ/g PS; Los valores obtenidos de actividad antioxidante por DPPH fueron mayores al 70% (inhibición del radical). De esta manera las muestras evaluadas pueden ser considerados como alimentos estratégicos para la prevención de enfermedades relacionadas al estrés oxidativo..

Palabras clave: *Quelites*, fenoles totales, flavonoides totales, DPPH.

ABSTRACT:

The "quelites" plants include a variety of phenolic compounds and flavonoids with reducing oxidative stress properties, and displayed excellent nutrient profiles. However, the information reported is scarce in relation to these species in Mexico. Therefore, the aim of this work was to evaluate the physicochemical properties, functional quality and antioxidant capacity of two *quelites* consumed in rural regions of Hidalgo state. The physicochemical properties evaluated were color, total soluble solids (TSS), pH and titratable acidity (TA). The content of phenols and total flavonoids was evaluated. The DPPH method (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) was used to evaluate antioxidant capacity. The concentration of total phenols ranged from 7 to 10 mg GAE/g DW. Meanwhile flavonoids content showed values ranged from 15 to 17.5 mg QE/g DW; the values showed for antioxidant activity by DPPH were higher than 70% (radical inhibition). Therefore, the evaluated samples can be considered as strategic foods for the prevention of diseases related to oxidative stress..

Key Words: *Quelites*, total phenols, total flavonoids, DPPH.

Área: Frutas y hortalizas

INTRODUCCIÓN

Muchas de las plantas distribuidas en los continentes, son capaces de adaptarse a climas secos (regiones semiáridas), y totalmente difíciles, donde el agua y los nutrientes escasean, por lo que no requieren de procesos de cultivo sofisticados. Las plantas “*quelites*” pueden considerarse como tolerantes a condiciones adversas, donde los factores limitantes proporcionan una ventaja, al promover mecanismos de protección frente al estrés, traduciéndose en la acumulación de aminoácidos, síntesis de compuestos fenólicos y polisacáridos. Investigaciones previas han reportado algunos compuestos identificados en las hojas de los *quelites* como quercetina y kaempferol (Fasuyi, 2007; López-Mejía et al., 2014; Nowak et al., 2016). Algunos estudios han demostrado que los compuestos derivados de algunas especies de *quelites* exhiben múltiples actividades protectoras. El género *Amaranthus* ha evidenciado que proporciona un amplio espectro de propiedades biológicas como aumento de la capacidad

antioxidante (Ozsoy et al., 2009) y efectos antihiperlipidémicos (Girija y Lakshman, 2011), mientras que *Chenopodium* por otra parte ha desplegado propiedades antioxidantes y contra procesos citotóxicos (Nowak et al., 2016). Sin embargo, el contenido de los fenoles y flavonoides pueden variar de una especie a otra, por lo que es importante conocer los valores en estas variedades consumidas en las regiones rurales de Hidalgo, México. Es por ello que el objetivo de esta investigación fue evaluar las propiedades fisicoquímicas, funcionales (fenoles y flavonoides totales), y antioxidantes por el ensayo de DPPH en dos variedades de *quelites*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Las muestras de *Amaranthus hybridus* L. (Quintonil) y *Chenopodium berlandieri* (Quelite cenizo), fueron colectadas en el mercado municipal de Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México (Latitud: 20°4'53"N, longitud: 98°22'2"O). Las raíces fueron removidas y las partes aéreas fueron utilizadas para todos los experimentos.

Preparación de muestras

Las muestras empleadas para calidad funcional y actividad antioxidante se prepararon como sigue. Se utilizaron 0.1g de muestra en 10mL de etanol al 80%, la muestra se homogeneizó en vortex por 5min y luego se centrifugaron (Centrifuga Thermo-Scientific, ST 16R, Alemania) a 15 000 xg por 10min a 5°C.

Análisis fisicoquímico

-Sólidos solubles totales, pH, Acidez titulable

Se determinaron los sólidos solubles totales (SST), pH y acidez titulable de acuerdo a la AOAC (2000). Se utilizó un refractómetro digital (Atago-Palette, PR-101, Tokio, Japón) para la determinación de SST, los resultados fueron expresado en °Brix. El pH fue medido con un potenciómetro digital (Hanna instruments, HI 2211, Woonsocket, RI, EUA). Los resultados de AT fueron reportados como porcentaje de ácido cítrico (%).

Color

Las mediciones de color fueron determinadas utilizando un colorímetro Minolta (Minolta, CM-508d, Osaka, Japón). Los valores de L*, a* y b* fueron obtenidos. Se calculó el ángulo hue (h°) y el valor croma (C).

Fenoles totales

El contenido de fenoles totales fue determinado por el método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton y Rossi (1965). Se utilizaron 0.5mL del sobrenadante y fueron mezcladas en 0.5mL de reactivo Folin-Ciocalteu, se adicionaron 1.5mL de carbonato de sodio. Las absorbancias fueron medidas a 725nm (Espectrofotómetro UV-Vis, Jenway, 6715, EUA), los resultados fueron reportados como mg equivalentes de ácido gálico por gramo de peso seco (mg EAG/g PS).

Flavonoides totales

Los flavonoides fueron determinados de acuerdo a Rosales et al. (2011). Se mezclaron 2mL del sobrenadante con 1.5mL de nitrito de sodio. Se utilizaron 1.5mL de tricloruro de aluminio y 1mL de hidróxido de sodio. Las absorbancias fueron medidas a 415nm (Espectrofotómetro UV-Vis, Jenway, 6715, EUA). Los resultados fueron expresados como mg equivalente de quercetina por gramo de peso seco (mg EQ/g PS).

Actividad antioxidante

La actividad antioxidante fue evaluada en las muestras usando el método de DPPH de acuerdo a Brand-Williams et al. (1995). La decoloración del radical DPPH fue determinado espectrofotométricamente a 515 nm (Espectrofotómetro UV-Vis, Jenway, 6715, EUA) después de 60 min de reaccionar con la muestra a 4°C. Los resultados fueron expresados en porcentaje de inhibición del radical (%). La absorbancia leída fue introducida en la siguiente ecuación para el cálculo del porcentaje de inhibición frente al radical:

$$(\%) = 1 - (A_{517} \text{ muestra} / A_{517} \text{ blanco}) \times 100$$

Análisis estadístico

Los resultados fueron reportados como la media \pm DE, cada experimento se realizó por triplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sólidos solubles totales, pH, Acidez titulable

La tabla 1 muestra los resultados referentes a las propiedades fisicoquímicas. El quelite cenizo desplegó mayor contenido de SST y ácido cítrico en comparación del quintonil; sin embargo, los valores de pH fueron similares entre ellos. Los resultados fueron semejantes a lo reportado por Xiao et al. (2015) para 6 especies de plantas incluyendo *Amaranthus tricolor* L.

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas de quelite cenizo y quintonil.

Propiedades fisicoquímicas	Quelite cenizo	Quintonil
SST ($^{\circ}$ Brix)	8.13 \pm 0.06	5.80 \pm 0.40
pH	6.33 \pm 0.02	6.40 \pm 0.26
AT (% ácido cítrico)	0.65 \pm 0.02	0.26 \pm 0.02
Color		
<i>L</i> *	36.85 \pm 1.80	37.95 \pm 1.81
<i>a</i> *	-10.27 \pm 1.09	-7.56 \pm 0.23
<i>b</i> *	22.65 \pm 2.66	17.09 \pm 3.08
<i>C</i>	24.87 \pm 2.87	18.71 \pm 2.92
<i>hue</i> ($^{\circ}$)	114.41 \pm 0.25	114.18 \pm 3.02

Los datos expresan valores promedio \pm la desviación estándar ($n=3$)

Color

Los valores de *L**, *a** y *b**, *C* y *h*^o pueden observarse en la tabla 1. Los valores de *L** (Luminosidad) y *b** (azul a amarillo) fueron positivos en las muestras, mientras que el valor *a** (verde a rojo) presentó resultados negativos (-7.56 a -10.27), esto debido a la clorofila presente en las hojas de las hortalizas, para las coloraciones verdes (Palta, 1990). De acuerdo a Li et al. (2015) al realizar un análisis en color en dos variedades de *Amaranthus*, se observó cierta variabilidad en *L** denotando una luminosidad mayor, *a** con leve coloración rojiza y mayor, *b** con un valor menor, y *C* y Hue los cuales fueron menores a lo encontrado en nuestro estudio, y donde el ángulo confirmó la tonalidades naranjas-rojas característico del quintonil; cabe comentar que las coloraciones del quintonil pueden cambiar de acuerdo a la especie que se trate, manifestando verdes más notables, o rojos característicos como el caso del *A. tricolor* (Khanam y Oba, 2013). Finalmente, Los valores del quelite cenizo en este estudio fueron similares a lo encontrado en quintonil, por lo que al observar algunos resultados obtenidos por Khanam y Oba (2013) en *A. hypochondriacus*, se mostró la misma tendencia en los valores.

Fenoles y flavonoides totales

Los valores más altos de fenoles y flavonoides fueron encontrados en quelite cenizo (Fig. 1). En un estudio donde se evaluaron diferentes especies del género *Chenopodium* se observaron contenidos menores de fenoles y flavonoides (Nowak et al., 2016). Referente a la planta de *Amaranthus*, Akubugwo et al. (2007), reportó contenidos escasos de fenoles y flavonoides en una variedad de *Amaranthus*, en comparación a lo observado en nuestros resultados.

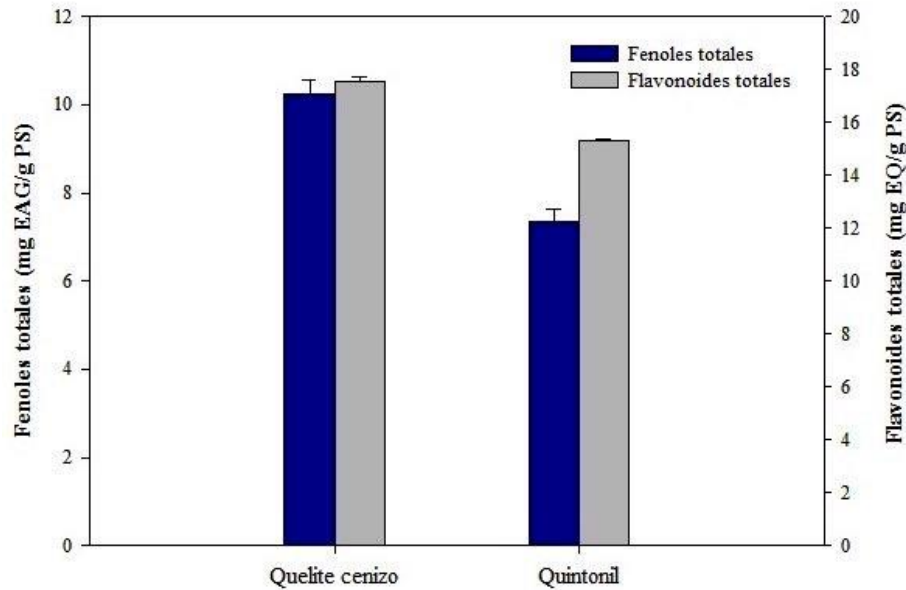


Figura 1. Contenido de fenoles y flavonoides totales en quelite cenizo y quintonil.

Actividad antioxidante

Al realizar los ensayos de capacidad antioxidante se observó que el mayor porcentaje de inhibición fue encontrado en quintonil, sin embargo ambas muestras desplegaron valores de inhibición mayores al 70% (Fig. 2). Laghari et al. (2011) obtuvieron porcentajes de inhibición del radical similares en una especie de *Chenopodium*, mientras que Odhav et al. (2007) encontró valores ligeramente más altos para 4 especies de *Amaranthus*, en comparación de los resultados mostrados en este trabajo.

CONCLUSIÓN

Este estudio puede concluir que las hojas de estas plantas, especialmente el quelite cenizo es una fuente rica de compuestos fenólicos y flavonoides en comparación de otras especies evaluadas; de igual manera la capacidad de inhibición del radical DPHH fue favorable (>70%), por lo que este alimento puede ser valorado como una fuente potencial de compuestos bioactivos y considerado en estrategias para la seguridad alimentaria en poblaciones rurales marginadas, donde el acceso a los alimentos es limitado.

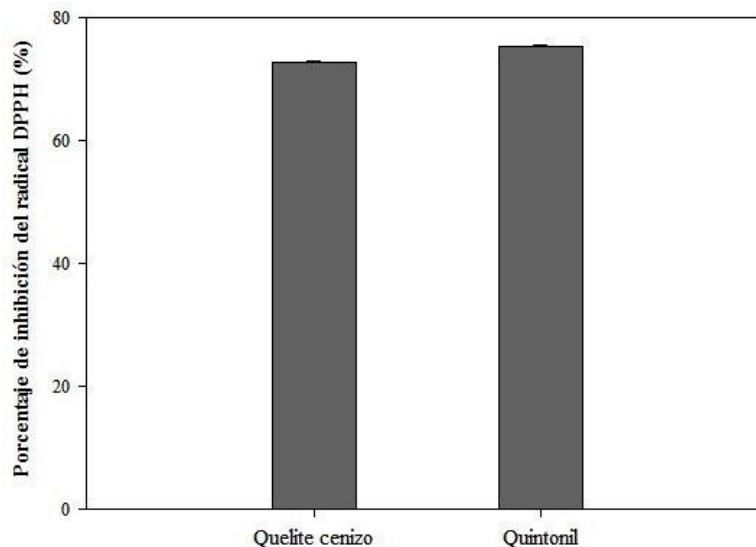


Figura 2. Actividad antioxidante por ensayo de DPPH en quelite cenizo y quintonil. Porcentaje de inhibición del radical.

BIBLIOGRAFÍA

- Akubugwo, I. E., Obasi, N. A., Chinyere, G. C., & Ugbogu, A. E. (2007). Nutritional and chemical value of *Amaranthus hybridus* L. leaves from Afikpo, Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 6 (24), 2833-2839.
- AOAC. (2000). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International: Vitamin and other nutrients. (17ed.). USA: Hoerwitz, W. Ed. Gaithersburg.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28 (1), 25-30.
- Fasuyi, A.O. (2007). Bio-nutritional evaluations of three tropical leaf vegetables (*Telfairia occidentalis*, *Amaranthus cruentus* and *Talinum triangulare*) as sole dietary protein sources in rat assay. *Food Chemistry*, 103 (3), 757-765.
- Girija, K., & Lakshman, K. (2011). Anti-hyperlipidemic activity of methanol extracts of three plants of *Amaranthus* in triton-WR 1339 induced hyperlipidemic rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1 (1), S62-S65.
- Khanam, U. K. S., & Oba, S. (2013). Bioactive substances in leaves of two amaranth species, *Amaranthus tricolor* and *A. hypochondriacus*. *Canadian Journal of Plant Science*, 93 (1), 47-58.
- Laghari, A. H., Memon, S., Nelofar, A., Khan, K. M., & Yasmin, A. (2011). Determination of free phenolic acids and antioxidant activity of methanolic extracts obtained from fruits and leaves of *Chenopodium album*. *Food Chemistry*, 126 (4), 1850-1855.
- Li, H., Deng, Z., Liu, R., Zhu, H., Draves, J., Marcone, M., Sun, Y., & Tsao, R. (2015). Characterization of phenolics, betacyanins and antioxidant activities of the seed, leaf, sprout, flower and stalk extracts of three *Amaranthus* species. *Journal of Food Composition & Analysis*, 37: 75-81.
- López-Mejía, A., López-Malo, A., & Palou, E. (2014). Antioxidant capacity of extracts from amaranth (*Amaranthus hypochondriacus* L.) seeds or leaves. *Industrial Crops & Products*, 53: 55-59.
- Nowak, R., Szewczyk, K., Gawlik-Dziki, U., Rzymowska, J., & Komsta, L. (2016). Antioxidative and cytotoxic potential of some *Chenopodium* L. species growing in Poland. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 23 (1), 15-23.

Odhav, B., Beekrum, S., Akula, U., & Baijnath, H. (2007). Preliminary assessment of nutritional value of traditional leafy vegetables in KwaZulu-Natal, South Africa. *Journal of Food Composition & Analysis* 20, 430-435.

Ozsoy, N., Yilmaz, T., Kurt, O., Can, A., & Yanardag, R. (2009). *In vitro* antioxidant activity of *Amaranthus lividus* L. *Food Chemistry*, 116 (4), 867-872.

Palta, J. P. (1990). Leaf chlorophyll content. *Remote Sensing Reviews*, 5 (1), 207-213.

Rosales, M. A., Cervilla, L. M., Sánchez- Rodríguez, E., Rubio-Wilhelmi, M. D. M., Blasco, B., Ríos, J. J., & Ruiz, J. M. (2011). The effect of environmental conditions on nutritional quality of cherry tomato fruits: evaluation of two experimental Mediterranean greenhouses. *Journal of the Science of Food & Agriculture*, 91 (1), 152-162.

Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American journal of Enology & Viticulture*, 16 (3), 144-158.

Xiao, Z., Lester, G. E., Park, E., Saftner, R. A., Luo, Y., & Wang, Q. (2015). Evaluation and correlation of sensory attributes and chemical compositions of emerging fresh produce: Microgreens. *Postharvest Biology & Technology*, 110: 140-148.