

Caracterización fisicoquímica y propiedades antioxidantes de verdolaga (*Portulaca oleracea*) de alto consumo en el estado de Hidalgo, México.

Y.O. Santiago-Sáenz¹; R. Monroy-Torres³; R. Cariño-Cortés⁴; A.D. Hernández-Fuentes^{2*}; R. Jiménez-Alvarado²

1 Posgrado en Ciencias de los Alimentos y Salud Humana, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. **2** Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. **3**. Departamento de Medicina y Nutrición, División de Ciencias de la Salud, Universidad de Guanajuato Campus León. **4** Laboratorio de Toxicología Clínica, Área Académica de Medicina, Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. ruben_jimenez@uaeh.edu.mx*

RESUMEN:

La verdolaga (*Portulaca oleracea*) es una hortaliza de amplio consumo en diversas regiones de la República Mexicana, sin embargo su calidad nutricional y funcional puede cambiar de acuerdo al estado de madurez, áreas agroclimáticas del cultivo entre otros. Es por ello que el objetivo de este trabajo fue evaluar las propiedades fisicoquímicas y antioxidantes de una variedad de verdolaga de mayor comercialización y consumo en la región hidalguense de Tulancingo de bravo. Las propiedades fisicoquímicas evaluadas fueron color, sólidos solubles totales (SST), pH y acidez titulable (AT). Se evaluó el contenido de clorofila total, fenoles totales y flavonoides. Las técnicas de DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo) y ABTS [2,2'-azino-bis (ácido 3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)] fueron utilizadas para evaluar capacidad antioxidante. La concentración de fenoles totales fue de 10 mg EAG/g PS y en flavonoides fue de 8 mg EQ/g PS; el resto de los resultados obtenidos (clorofilas y propiedades fisicoquímicas) fueron similares a lo reportado previamente por la literatura. Los valores obtenidos de actividad antioxidante por DPPH (84% inhibición del radical) y ABTS (74 µM Trolox/g PS) fueron óptimos. Por lo tanto en base a los resultados encontrados, se puede comentar que los cultivos de *Portulaca oleracea* pueden ser utilizados como una fuente importante de antioxidantes para la dieta humana.

Palabras clave: *Portulaca oleracea*, compuestos fenólicos, flavonoides, actividad antioxidante.

ABSTRACT:

Portulaca oleracea is a widely consumed vegetable in several regions of the Mexican Republic, but its nutritional and functional quality can change according to the state of maturity, agro-climatic areas of the crop, among others. This is why the objective of this work was to evaluate the physicochemical and antioxidant properties of a variety of purslane of greater commercialization and consumption in the region of Tulancingo de bravo. The physicochemical properties evaluated were color, total soluble solids (TSS), pH and titratable acidity (TA). The content of total chlorophyll, total phenols and flavonoids was evaluated. The techniques of DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) and ABTS [2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)] were used to evaluate antioxidant capacity. The concentration of total phenols was 10 mg GAE / g DW and in flavonoids was 8 mg QE / g DW; The remaining results (chlorophylls and physicochemical properties) were similar to those previously reported in the literature. The obtained values of antioxidant activity by DPPH (84% inhibition of the radical) and ABTS (74 µM Trolox / g DW) were optimal. Therefore, based on the results found, it can be commented that *Portulaca oleracea* cultures can be used as an important source of antioxidants for the human diet.

Key words: *Portulaca oleracea*, phenolic compounds, flavonoids, antioxidant activity.

INTRODUCCIÓN

La verdolaga (*Portulaca oleracea*) es una planta ampliamente distribuida en numerosas regiones del planeta, y sus aplicaciones comprenden desde la incorporación en la dieta en forma cocida o fresca para el consumo de ensaladas o guisos regionales, así como los usos en la medicina tradicional por sus propiedades farmacológicas y nutricias (Ocampo y Columbus, 2012; Erkan, 2012). Específicamente en la región de Tulancingo, Hidalgo, esta hortaliza tiene una alta demanda por los consumidores de la región debido a sus sabores y accesibilidad, aprovechando los recursos propios del estado y fomentando una dieta sustentable en la población. En verdolaga ha reportado una amplia gama de compuestos bioactivos, entre lo que destacan los compuestos fenólicos (kanferol, quercetina, apigenina, ácido ferúlico, ácido rosmarínico) (Cai y col., 2004; Erkan, 2012), ácido ascórbico, glutatión (Simopoulos, 2004), alcaloides (oleraceínas) (Xiang y col., 2005; Liang y col., 2014), flavonoides (homoisoflavonoides) (Yan y col., 2012). Estas sustancias han exhibido una gran variedad de efectos benéficos a la salud entre los que se encuentran, la disminución del daño oxidativo y protección contra agentes neurotóxicos ambientales (actividad antioxidante) (Al-Quraishy y col., 2012), por lo tanto una menor incidencia a presentar diversos tipos de enfermedades como cáncer (Zhao y col., 2013) y enfermedades cardiovasculares (Zidan y col., 2014). Sin embargo la concentración de estos compuestos bioactivos pueden variar de acuerdo al tipo de suelo y condiciones agroclimáticas (Shulaev y col., 2008; Jin y col., 2015), de esta manera es necesario conocer el aporte de estos componentes y la capacidad antioxidante que contiene la verdolaga como hortaliza de elevado consumo en la región de Tulancingo, Hidalgo, y evidenciar sus propiedades benéficas al ser incorporada en la alimentación.

Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar las propiedades fisicoquímicas y antioxidantes de verdolaga de alto consumo en la región de Tulancingo de bravo, Hidalgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal. La verdolaga fue adquirida en el municipio de Tulancingo de Bravo, Hidalgo, el cual se localiza a una Latitud de 20.0815, longitud de -98.3673 20° 4' 53" N, 98° 22' 2" O, con temperatura mínima de 5.8 °C y máxima de 23 °C.

Variables de estudio.

Contenido de humedad. Se tomó una muestra de 10g de verdolaga recién cosechada (sin raíz) y se pesó para obtener el peso fresco mediante una balanza analítica (Mod. 22ADAM, Lab-Tech, Guadalajara, México). Los pesos frescos fueron tomados el mismo día de colecta, mientras que los pesos secos fueron tomados 7 días después del proceso de secado. El contenido de humedad (% humedad) fue calculado por el método de la AOAC (2000), el resultado fue expresado en porcentaje.

Propiedades fisicoquímicas

Color. Para color se usaron muestras de plantas frescas, y se determinó con un colorímetro (Mod. CM-508d, Minolta, Osaka, Japón). Los parámetros obtenidos de las muestras fueron L*, a*, b*, de igual manera los ángulos Croma ($C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$) y Hue (H = ángulo tangente (b*/a*)) fueron calculados.

Sólidos solubles totales (°Brix). Para la determinación de °Brix, se usó un refractómetro digital (Mod. PR-101, Atago-Palette, Tokio, Japón). Los resultados fueron expresados en °Brix.

La determinación de pH se realizó con un potenciómetro digital (Mod. HI 2211, Hanna instruments, Woonsocket, RI, EUA).

Acidez titulable. Se determinó por el método de la AOAC (942.15) (AOAC, 2000). Los resultados fueron reportados en 100g⁻¹ /g de ácido cítrico / peso fresco (PF).

Determinación de clorofilas. Para la obtención de clorofilas a, b y total se siguió la metodología empleada por

Witham y col. (1971), con algunas modificaciones. Se pesaron 25 mg de muestra seca en polvo y se agregaron 10 mL de acetona al 80%, posteriormente se midieron las absorbancias a una longitud de onda de 645 y 663nm con ayuda de un espectrofotómetro UV/VIS (Mod. 6715 UV/Visible, Jenway, EUA). Los resultados fueron reportados en mg clorofila a, b y total /g de peso seco (PS).

Fenoles totales y flavonoides. Los fenoles totales y flavonoides fueron extraídos en 10 mL de etanol al 80%, la muestra con el solvente se agitó en un vórtex durante 30s y se centrifugó a 5000 rpm durante 10 minutos a 5 °C (centrífuga refrigerada Hermle Labortechnik GmbH Z400K, Alemania). Los fenoles totales se determinaron espectrofotométricamente con el reactivo de Folin-Ciocalteu siguiendo el método de Singleton y Rossi (1965), para ello se tomaron 0.5 mL del sobrenadante y se le añadió 0.5 mL de Folín diluido al 50% con agua destilada, 1.5 mL de una solución de carbonato de sodio al 2% y 2.5 mL de H₂O destilada, transcurridos 60 min se midió la absorbancia a 725 nm. El ácido gálico fue usado para elaborar una curva de calibración estándar. Los resultados fueron expresados como mg equivalentes de ácido gálico (EAG)/g PS. Los flavonoides se determinaron siguiendo el método descrito por Rosales y col. (2011). Los resultados se reportaron como mg equivalentes de quercetina (EQ)/g PS.

Determinación de actividad antioxidante. La actividad antioxidante se determinó mediante el método del efecto detoxificador de radical libre 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), desarrollado por Brand-Williams y col. (1995), y el método de la capacidad antioxidante equivalente a Trolox (TEAC, por sus siglas en inglés), descrito por Re y col. (1999). Se pesaron 0.1g de muestra y se disolvieron con 10 mL de etanol al 80%, posteriormente se homogenizaron en un vortex durante 5 min. Después las muestras se centrifugaron a 10000 xg durante 10 min. La decoloración del radical DPPH fue determinado espectrofotométricamente a 515 nm después de 60 min de reaccionar con la muestra a 4°C. Para el método TEAC, se obtuvo el radical ABTS^{•+} mediante la reacción de ABTS (7 mM) con persulfato de potasio (2,45 mM) incubados a temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) y en la oscuridad durante 16 h. Una vez formado el radical ABTS^{•+} se diluyó con etanol hasta obtener un valor de absorbancia de 0.700 (± 0.1) a 734 nm. Las muestras se pusieron a reaccionar con el ABTS^{•+} diluido durante 6 min e inmediatamente se midió su absorbancia a 734 nm. Los resultados fueron expresados en % de inhibición para DPPH y μM equivalentes de Trolox por gramo de peso seco para ABTS.

Análisis estadístico. Los datos obtenidos de todos los análisis fueron expresados como la media \pm la desviación estándar (n=3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró un contenido de humedad del 94.4 % en verdolaga, este valor fue mayor a lo reportado por Jin y col. (2015). Estos valores obtenidos se pueden atribuir a la capacidad de los estomas de la planta de tener un potencial alto de retención de agua (Ren y col., 2011), además de que las hojas de la verdolaga presentan grandes vacuolas acumuladoras de agua que contribuyen a la succulencia de las hojas.

En color el valor de L*, fue alta, lo cual indica una alta luminosidad. En Cromo (C), el valor fue de 20.89 y se obtuvo un *hue* de 111.11 (Tabla I), lo anterior debido a la coloración verde de la verdolaga. Estos datos obtenidos fueron semejantes a los encontrados por Egea-Gilabert y col. (2014) donde los valores de C y *hue* oscilaron entre 17-28 y 110-115. 2 respectivamente. Con respecto al contenido de sólidos solubles totales (4.73%), pH (4.29) y acidez titulable (0.24), los resultados fueron similares a lo reportado en *amaranthus* por (Xiao y Col., 2015).

Tabla I. Humedad, pH, color, sólidos solubles totales y acidez titulable en verdolaga.

Análisis	Valores promedio
Humedad (%)	94.44 ± 0.64
Color	
L*	44.64 ± 0.49
a*	7.59 ± 1.82
b*	
C (Croma)	
Ángulo °h	
Sólidos solubles totales ó °Brix (%)	
pH	
Acidez titulable (% ácido cítrico)	

Los datos expresan valores promedio ± la desviación estándar (n=3).

El contenido total de clorofila fue de 40 mg/g PS (Figura 1), este valor fue mayor a lo encontrado por Egea-Gilabert y col. (2014).

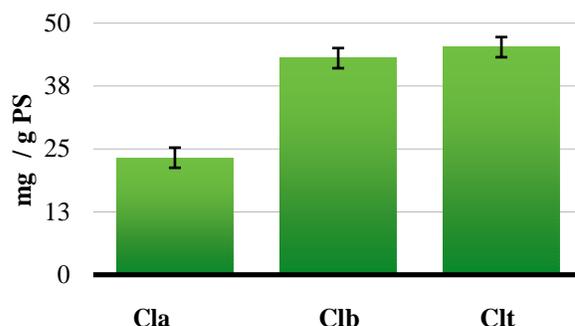


Figura 1. Contenido de clorofila a, b y total en muestra seca de verdolaga.

En fenoles totales se observaron valores de 9 mg EAG/g PS, estos valores fueron mayores a lo encontrado por Lim y Quah (2007) en una variedad de verdolaga (3.04 mg EAG/g PS) pero menor a lo reportado por Swarna y col. (2013) (21.61mg EAG/g PS), mientras que la concentración de flavonoides fue de 8 mg EQ/g PS, valor que fue similar a lo reportado por Swarna y col. (2013), con 9.61 mg EQ/g PS.

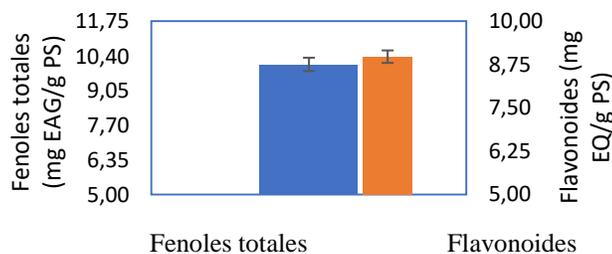


Figura 2. Contenido de fenoles y flavonoides totales en verdolaga

Actividad antioxidante. En la determinación de actividad antioxidante de acuerdo a DPPH se observó un porcentaje de inhibición del radical libre de 84%, mientras que la actividad antioxidante mediante el ensayo de ABTS expresada en equivalentes de Trolox fue de 74 μ M Trolox/g PS. Este comportamiento se puede deber a la concentración de fenoles totales y flavonoides que son importantes compuestos bioactivos con actividad antioxidante (Erkan, 2012). Los resultados encontrados son similares a los reportados por (Siriamornpun y Suttajit 2010; Alam y col., 2014).

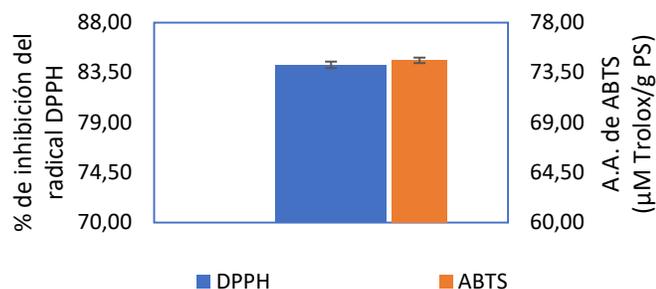


Figura 3. Actividad antioxidante mediante los ensayos de DPPH y ABTS en verdolaga

CONCLUSIONES

La verdolaga presentó una buena capacidad antioxidante frente a los radicales DPPH y ABTS, así como un elevado contenido de clorofila total, fenoles totales y flavonoides. Por lo que se infiere que esta hortaliza es una fuente rica en compuestos antioxidantes con beneficio a la salud de los consumidores de la región hidalguense.

BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. (2000). Official methods of analysis of the AOAC International. (Vol. 18).
- AOAC. (2000). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists International: Vitamin and other nutrients. (17ed.). USA: Hoerwitz, W. Ed. Gaithersburg.
- Alam, M. A., Juraimi, A. S., Rafii, M. Y., Abdul Hamid, A., Aslani, F., Hasan, M. M., & Uddin, M. K. (2014). Evaluation of antioxidant compounds, antioxidant activities, and mineral composition of 13 collected purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions. *BioMed Research International*, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/296063>
- Al-Quraishy, S., Dkhil, M.A., & Abdel-Moneim, A.E. (2012). Protective effects of *Portulaca oleracea* against rotenone mediated depletion of glutathione in the striatum of rats as an animal model of Parkinson's disease. *Pesticide Biochemistry & Physiology*, 103(2), 108-114.
- 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.
- Cai, Y., Luo, Q., Sun, M., & Corke, H. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sciences*, 74(17), 2157-2184.
- Egea-Gilabert, C., Ruiz-Hernández, M.V., Parra, M.A., & Fernández, J.A. (2014). Characterization of purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions: Suitability as ready-to-eat product. *Scientia Horticulturae*, 172, 73-81.
- Erkan, N. (2012). Antioxidant activity and phenolic compounds of fractions from *Portulaca oleracea* L. *Food Chemistry*, 133(3), 775-781.
- Jin, R., Shi, H., Han, C., Zhong, B., Wang, Q., & Chan, Z. (2015). Physiological changes of purslane (*Portulaca oleracea* L.) after progressive drought stress and rehydration. *Scientia Horticulturae*, 194(10), 215-221.
- Lim, Y.Y., & Quah, E.P.L. (2007). Antioxidant properties of different cultivars of *Portulaca oleracea*. *Food Chemistry*, 103(3), 734-740..

- Liang, X., Tian, J., Li, L., Gao, J., Zhang, Q., Gao, P., & Song, S. (2014). Rapid determination of eight bioactive alkaloids in *Portulaca oleracea* L. by the optimal microwave extraction combined with positive-negative conversion multiple reaction monitor (p/ MRM) technology. *Talanta*, 120(1), 167-172.
- Ocampo, G., & Columbus, J.T. (2012). Molecular phylogenetics, historical biogeography, and chromosome number evolution of *Portulaca* (Portulacaceae). *Molecular Phylogenetics & Evolution*, 63(1), 97-112.
- Ren, S., Weeda, S., Akande, O., Guo, Y., Rutto, L., Mebrahtu, T. (2011). Drought tolerance and AFLP-based genetic diversity in purslane (*Portulaca oleracea* L.). *Journal of Biotech Research*, 3, 51-61.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free radical biology and medicine*, 26(9), 1231-1237.
- 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.
- Simopoulos, A.P. (2004). Omega-3 fatty acids and antioxidants in edible wild plants. *Biological Research*, 37(2), 263-277.
- Siriamornpun, S., & Suttajit, M. (2010). Microchemical components and antioxidant activity of different morphological parts of Thai wild purslane (*Portulaca oleracea*). *Weed Science*, 58(3), 182-188.
- Swarna, J., Lokeswari, T.S., Smita, M., & Ravindhran, R. (2013). Characterisation and determination of *in vitro* antioxidant potential of betalains from *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd. *Food Chemistry*, 141(4), 4382-4390.
- Shulaev, V., Cortes, D., Miller, G., & Mittler, R. (2008). Metabolomics for plant stress response. *Physiologia Plantarum Journal*, 132(2), 199-208.
- Whitam, F.F., Blaydes, D.F., & Devlin, R.M. (1971). *Experiments in Plant Physiology*. In F.F. Whitam, D.F. Blaydes, & R.M. Devlin (pág. 245). New York, USA: Van Nostrand Reinhold Company.
- Xiang, L., Xing, D., Wang, W., Wang, R., Ding, Y., & Du, L. (2005). Alkaloids from *Portulaca oleracea* L. *Phytochemistry*, 66(21), 2595-2601.
- 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.
- Yan, J., Li-Rong, S., Zhong-Yu, Z., Yu-Chan, C., Wei-Min, Z., Hao-Fu, D., & Jian-Wen, T. (2012). Homoisoflavonoids from the medicinal plant *Portulaca oleracea*. *Phytochemistry*, 80(1), 37-41.
- Zhao, R., Gao, X., Cai, Y., Shao, X., Jia, G., Huang, Y., Qin, X., Wang, J., & Zheng, X. (2013). Antitumor activity of *Portulaca oleracea* L. polysaccharides against cervical carcinoma *in vitro* and *in vivo*. *Carbohydrate Polymers*, 96(2), 376-383.
- Zidan, Y., Bouderbala, S., Djellouli, F., Lacaille-Dubois, M.A., & Bouchenak, M. (2014). *Portulaca oleracea* reduces triglyceridemia, cholesterolemia, and improves lecithin: cholesterol acyltransferase activity in rats fed enriched-cholesterol diet. *Phytomedicine*, 21(12), 1504-1508.