

Aprovechamiento de los residuos del cultivo de alcachofa (*Cynara scolymus L.*) para el desarrollo de harina ricas en antioxidantes

M. E. Osuna-Aguirre, J. Rodríguez-Jiménez, C. A. Amaya-Guerra.

Departamento de Ciencias en Alimentos, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León

mariana.eosuna@gmail.com

RESUMEN.

En el cultivo de la alcachofa (*Cynara scolymus L.*) solo se aprovecha entre 30-35 %, generando un alto porcentaje de residuos incluyendo el tallo y la flor. Del proceso industrial de la elaboración de harinas de alcachofa se obtienen numerosos compuestos químicos de reconocida actividad farmacológica, entre ellos los antioxidantes, sustancias capaces de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres mediante la liberación de electrones. El objetivo de este trabajo está inclinado a la elaboración de una harina rica en antioxidantes a partir de los subproductos del cultivo de alcachofa (tallo y flor). Para esto se realizaron pruebas de ABTS y DPPH, obteniendo como resultados de la 71.28y 220.35 μM equivalentes de Trolox/g de harina, y también con un porcentaje de inhibición del 14.93% y 36.7% respectivamente, y para DPPH siendo estos de un 6.76 y 16.5 μM equivalentes de Trolox/g de harina, y de un 27.37% y 102.21% respectivamente. Los valores obtenidos de humedad en las muestras de harina de tallo y flor de alcachofa fueron de 5.99% y de 5.9% respectivamente valores que se encuentran dentro del máximo permitido de humedad en harinas de cereales. En el aw se obtuvieron resultados de 0.4772 y 0.5152 respectivamente, los cuales se encuentran por debajo del necesario para la proliferación de microorganismos. En la determinación de color se deduce que las harinas tienen colores parecidos que tienden más al verde y al amarillo obteniendo diferencias significativas entre estos con una luminosidad (L^*) media acercándose más a lo claro..

ABSTRACT.

Of the production of the artichoke (*Cynara scolymus L.*) only 30-35% is used, generating a high rating of residues including the stem and the flower. From the industrial process of making artichoke flours it can be obtained a great part of chemical compounds from the pharmacological area, among them the antioxidants, the agents able to neutralize the oxidant action of the free radicals through the liberation of electrons. The objective of this work is to lean towards the elaboration of a flour rich in antioxidants from the residues of the cultivation of the artichoke (stem and flower). For this, ABTS and DPPH tests were performed, obtaining results of the 71.28 and 220.35 μM equivalents of Trolox/g of flour, and also with a percentage of inhibition of 14.93% and 36.7% respectively, and for DPPH being these of 6.76 and 16.5 μM equivalents of Trolox/g of flour, and of 27.37% and 102.21% respectively. The humidity values in the samples of stem and artichoke flower were 5.99% and 5.9%, respectively, the values that were found within the maximum allowed humidity in cereal flours. Results from the water activity (aw) test, 0.4772 and 0.5152 respectively were obtained, which are below that necessary for the proliferation of microorganisms. In the determination of color it is deduced that the flours have similar colors that have more green and to the yellow with a luminosity (L^*)..

Palabras clave:

Alcachofa, tallo, flor, residuos, antioxidantes, desperdicio, harina, ABTS, DPPH.

Área: Alimentos funcionales

INTRODUCCIÓN.

La alcachofa es una hortaliza con un bajo contenido de grasa y altos niveles de minerales (potasio, sodio, fósforo), vitamina A, B2 y C, fibras, polifenoles, flavonas e inulina (Ceccarelli *et al.*, 2010; Pandino *et al.*, 2011a, b). De esta hortaliza solo se aprovecha entre 30 -35 % de su cultivo, generando un alto porcentaje de residuos (tallo y flor).

Los antioxidantes son sustancias capaces de neutralizar la acción oxidante de los radicales libres mediante la liberación de electrones en nuestra sangre, los que son captados por los radicales libres (Avello *et al.* 2006). En la actualidad, existe un creciente interés por los antioxidantes, por su efecto positivo frente el control de enfermedades cardiovasculares, sobrepeso y obesidad, algunos tipos de cáncer, entre otras. (Decker, 2010).

La producción de alcachofa tiene entre las perspectivas el aprovechamiento de los desechos industriales generados, la obtención de subproductos de los desechos de la alcachofa repercutirá favorablemente en la recuperación de su producción. En el caso de la alcachofa el porcentaje de residuos tiene valores muy elevados con un 70-65% (Rodríguez, 2002). Del proceso industrial de la elaboración de harinas de alcachofa (*Cynara scolymus L.*) se obtienen numerosos compuestos químicos de reconocida actividad farmacológica, tales como hepatoprotectora, colerético, diurética, antioxidante, entre otras. En la actualidad, existe un creciente interés por los productos naturales antioxidantes. Por consiguiente, este trabajo está inclinado a la elaboración de una harina rica en antioxidantes a partir de los subproductos del cultivo de alcachofa (tallo y flor).

MATERIALES Y MÉTODOS.

La flor alcachofa y el tallo se recolectaron en la primavera 2016 en Saltillo, Coahuila, México. Las muestras fueron lavadas, desinfectadas y posteriormente refrigeradas hasta su uso. Se elaboró la harina según la metodología de Ortiz *et al.*, 2014, con algunas modificaciones. Las muestras fueron cortadas y secadas en una estufa con conversión de aire (napco 630) aproximadamente a 45 °C, posteriormente se molieron las muestras en un Cyclone simple Mill (Fort Collins 3010-030) utilizando una malla de (1/2 mm). Se determinó la capacidad antioxidante por los métodos de ensayo ABTS y DPPH. El ensayo DPPH se realizó bajo el método descrito por Tai *et al.* 2011, con algunas modificaciones. Se utilizaron 1.5 mL de 2 mg/L de la solución de DPPH en metanol al 80% para combinarlo con 50 µL de las muestras, se incubó a temperatura ambiente (23-25 °C) en oscuridad por 30 min. Rápidamente se procedió a medir la absorbancia a 517 nm. En cuanto al ensayo ABTS, se realizó según los métodos Arnao *et al.* 2001 & Thaipong *et al.* 2006, con algunas modificaciones, se describe que el ensayo de ABTS se basa en la capacidad de un antioxidante para estabilizar el radical catión coloreado ABTS, el cual es formado previamente por la oxidación del ABTS por metamioglobina y peróxido de hidrógeno (Londoño, 2012).

Las soluciones stock incluyen una solución de 2.6 mM de persulfato de potasio y 7.7 mM de la solución ABTS·+, estas soluciones se mezclan en cantidades iguales. Después de las 12 h, la solución ABTS·+ se diluyó con metanol al 80% para obtener una absorbancia de 1.000 unidades a 734 nm usando un espectrofotómetro. Los extractos de flor y tallo de alcachofa (50 µL) reaccionaron con los 1500 µL de la solución de ABTS·+ en los 30 min en oscuridad para después medirlo en un espectrofotómetro a una absorbancia de 734 nm. Los resultados se expresaron en µM equivalentes de Trolox (TE)/g de harina de tallo o flor de alcachofa. Se calculó el porcentaje de inhibición para ambos ensayos.

$$\% \text{ inhibición} = \frac{\text{Abs. inicial} - \text{Abs. final}}{\text{Abs. inicial}} \times 100$$

A las harinas se les determinó el contenido de Humedad (método de la AOAC 1990) y el aw con el equipo AquaLab series 4. Para medir el espacio de color L*a*b*, se utilizó el equipo ColorFlex de HunterLab, el cual fue modelado en base a una teoría de color oponente que establece que dos colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul al mismo tiempo. L* indica la luminosidad y a* y b* qué son las coordenadas cromáticas, a*= coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde) y b* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul), Montoya, *et al.*, (2012).

Los reactivos utilizados fueron grado analítico. Los análisis se realizaron por triplicado expresaron como medias ± DE de las repeticiones para cada parámetro analizado. Las comparaciones estadísticas se realizaron mediante análisis de varianza de una vía (ANOVA) seguido de una prueba de Duncan con el software SPSS 17. La diferencia entre medias se consideró significativa a p <0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los valores obtenidos de humedad se observan en la tabla 1 de las muestras de harina de tallo y flor de alcachofa, que se encuentran bajo los estándares de la NOM-247-SSA1-2008 siendo un 15% el límite máximo, los cuales fueron de 5.99% y de 5.9% respectivamente.

La velocidad de los cambios fisicoquímicos en alimentos con frecuencia depende del contenido de humedad y de la actividad de agua.

En la tabla 1, se muestran los valores de aw, los cuales fueron de 0.4772 y 0.5152 respectivamente, se encuentran por debajo del necesario para la proliferación de microorganismos según Badui (1990). El aw representa el grado de interacción del agua con los demás constituyentes del alimento, a medida que aumenta la humedad, lo hace el contenido de agua, pero en una relación no lineal. El aw es una propiedad intrínseca que se relaciona con el contenido de humedad porque dicha humedad estará en función del grado de interacción de los solutos con el agua y se refleja en la facilidad de esta para escapar del alimento.

El aw tiene una gran influencia en el crecimiento de los microorganismos, los que más agua requieren son las bacterias (>0.91), después las levaduras (>0.88) y finalmente los hongos (> 0.80); de todos, las bacterias patógenas son las que necesitan actividades acuosas mayores para su crecimiento, mientras que las levaduras osmófilas se pueden desarrollar en aw muy reducidas.

Tabla 1. Actividad de agua y humedad de la harina de flor y tallo de alcachofa (*Cynara scolymus L.*).

Tratamiento	A _w	Humedad
Tallo	0.4772 ± 0.001	5.99 ± 0.83
Flor	0.5152 ± 0.003	5.9 ± 1.4

Los valores dados son promedios de tres repeticiones con sus desviaciones estándar.

En el ensayo de ABTS, las muestras presenta diferencias significativas entre ellas siendo la flor de alcachofa la que posee una capacidad antioxidante mayor a la del tallo, siendo la del tallo de un 71.28 y de la flor de un 220.35 μM equivalentes de Trolox/g de harina también con un porcentaje de inhibición del 14.93% y 36.7% respectivamente (Tabla 2), esto se refiere a la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa, en otras palabras la capacidad de los antioxidantes de la muestra para inhibir el radical ABTS, resultados que a simple vista se observan también en una mayor cantidad en el extracto de la flor de alcachofa, que en el del tallo. En cuanto al ensayo de DPPH, las muestras presentan la misma tendencia que en el ensayo de ABTS, los resultados en cuanto al porcentaje de inhibición del tallo y de la flor respectivamente fueron del 6.76% y de un 16.5%, y como resultado de la capacidad antioxidante, se obtuvieron 27.37 y 102.21 μM equivalentes de Trolox/g de harina respectivamente (Tabla 2). Este ensayo se fundamenta en la medición de la capacidad de un antioxidante para estabilizar el radical DPPH, esta medición puede hacerse espectrofotométricamente siguiendo el decaimiento de la absorbancia a 517 nm (Londoño, 2012).

Tabla 2. Comparación de la capacidad antioxidante de la harina de flor y tallo de alcachofa (*Cynara scolymus L.*).

Tratamiento	ABTS		DPPH	
	μM equivalentes de Trolox/g de harina	% Inhibición	μM equivalentes de Trolox/g de harina	% Inhibición
Tallo	71.28 ± 37.67	14.93 ± 5.5	27.37 ± 0.9	6.76 ± 0.1
Flor	220.35 ± 20.14	36.7 ± 2.9	102.21 ± 5.9	16.5 ± 0.78

Los valores dados son promedios de tres repeticiones con sus desviaciones estándar.

En la tabla 3, se muestran los resultados de las mediciones de color. Los valores *a (5.9) y *b (22.4) de la muestra de tallo presentan diferencias significativas frente a los de la flor (7.06 y 25.85, respectivamente). Los valores *a se acercan en el eje de los tonos verdes, acercándose a la zona de los amarillos claros. En cuanto al parámetro *L, presentó una media de 59.41 para el tallo y de 56.81 para la flor por lo tanto se tiene alta luminosidad.

Los valores de H se encuentran en 75. 25° para el tallo y 74. 73° para la flor, esto indica el ángulo del matiz, en cambio para el valor croma o saturación (se encuentra en un rango de 23 a 26).

Tabla 3. Comparación de color de la harina de flor y tallo de alcachofa (*Cynara scolymus L.*).

Tratamiento	COLOR				
	a	b	L	H	C
Tallo	5.9 ± .043	22.4 ± 0.04	59.41 ± 0.34	75.25 ± 0.08	23.16 ± 0.043
Flor	7.06 ± 0.005	25.85 ± 0.01	56.81 ± 0.006	74.73 ± 0.01	26.8 ± 0.008

Los valores dados son promedios de tres repeticiones con sus desviaciones estándar.

CONCLUSIONES

- Se utilizaron las harinas de alcachofa de tallo y de flor como sugerencia para el aprovechamiento de desperdicios de la planta.
- Se observó que en el contenido de humedad y de aw se obtuvieron valores bajos en ambos, y los valores de la humedad en todas las muestras se encuentran dentro del límite máximo permisible de la norma para harinas de cereales y con un aw por debajo del necesario para la proliferación de microorganismos. Se puede decir que la harina es de buena calidad.
- Se determinó y se comparó la capacidad antioxidante de las harinas de tallo y flor de alcachofa obteniendo resultados que indican una mayor capacidad por parte de la harina de la flor, así como el porcentaje de inhibición.
- Se puede observar en la determinación de color que las harinas tienen colores parecidos más cercanos al verde y al amarillo, con una luminosidad media acercándose al límite alto.

REFERENCIAS.

- A.O.A.C. (1990). Métodos Oficiales de análisis. Décimo cuarta edición. Association of Official analytical Chemists. Washington, D.C.U.S.A
- Arnao, M.B.; Cano, A., Acosta, M. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. Food Chemistry 2001; 73, 239–244. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00324-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00324-1)
- Avello, M. Suwalsky, M. (2006). Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. Magister en Ciencias Farmacéuticas, Universidad de Concepción. 161-172
- Badui, S. (1990). Química de los alimentos. EDITORIAL ALHAMBRA MEXICANA. S.A. DE C.V, México D.F. pp 28.
- Ceccarelli, N., Curadi, M., Picciarelli, P., Martelloni, L., Sbrana, C., & Giovannetti, M. (2010). Globe artichoke as functional food. *Mediterr. J. Nutr. Metab.*, 3, 197-201
- Cruzado, M. Pastor, A. Castro, N. Cedrón, J. (2013). Determinación de compuestos fenólicos y actividad antioxidante de extractos de alcachofa (*Cynara scolymus L.*). Pontificia Universidad Católica del Perú. Sección Química, Lima, Perú.
- Decker E & Park Y, 2010. Healthier meat products as functional foods. Elsevier. Volume 86, Issue 1, September 2010, Pages 49–55.
- Londoño, J. (2012). Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad. Programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingenierías, Corporación Universitaria Lasallista.
- Montoya, J. Giraldo, G. Lucas, J. (2012). Determinación del índice de blancura en harina de trigo comercial. *Vitae 19 (Supl. 1)*
- NORMA Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.

Ortiz, E., Ruelas, X., DE LA GARZA, H., & AGUILERA, A. (2014). Caracterización funcional, física y química de un producto adicionado con harina de berenjena. (Licenciatura). Universidad autónoma Agraria Antonio narro, división de ciencia animal.

Rodríguez, J. (2002). APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS DE ALCACHOFA, Aspectos Teóricos. Murcia: Departamento de Bioquímica y Biología Molecular A de la Universidad de Murcia.

Pandino, G., Lombardo, S., Mauromicale, G., & Williamson, G. (2011a). Profile of polyphenols and phenolic acids in bracts and receptacles of globe artichoke (*Cynara cardunculus* var. *scolymus*) germplasm. *J. Food Compos. Anal.*, 24, 148-153.

Pascual, R. Calderón, V. (2015). Microbiología Alimentaria, Metodología analítica para alimentos y bebidas. 2da edición. Editorial Díaz de Santos. pp 329.

Productos Konica Minolta. (2014). Entendiendo El Espacio de Color CIE L*A*B*. USA: *Instrumentos de medición*. Consultado el 12 de abril del 2018. Link: <http://sensing.konicaminolta.com.mx/2014/09/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>

Tai, Z.; Cai, L.; Dai, L.; Dong, L.; Wang, M.; Yang, Y.; Cao, Q.; Ding, Z. Antioxidant activity and chemical constituents of edible flower of *Sophora viciifolia*. *Food Chem* 2011; 126(4), 1648– 54. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.048>

Thaipong, K.; Boonprakob, U.; Crosby, K.; Cisneros-Zevallos, L.; Hawkins Byrne, D. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *J Food Compos Anal* 2006; 19(6), 669–75. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.01.003>