

## COMPUESTOS FENÓLICOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE ANTES Y DESPUÉS DEL PROCESO DE EXTRUSIÓN.

J.M. Santamaría-Gómez<sup>1</sup>, J.Piloni-Martini<sup>1</sup>, A. Quintero-Lira<sup>1</sup>, A. Bernardino-Nicator<sup>2</sup>, N. Güemes-Vera\*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Maestría en Ciencias de los Alimentos, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

<sup>22</sup>Instituto Tecnológico de Celaya, Celaya, Guanajuato

\* correspondencia de autor: njgv2002@yahoo.com.mx

### RESUMEN:

El proceso de extrusión es una herramienta muy útil para la transformación de alimentos, ahorra tiempos, costos bajos de producción, mínimo deterioro de nutrientes e inactiva factores antinutricionales, utiliza principalmente, materias primas como el maíz, trigo, arroz y soya. Por otro lado, la *Oxalis tuberosa* es un tubérculo que posee alto contenido de vitaminas, minerales y antioxidantes naturales como ácidos fenólicos, flavonas y antocianinas; el *Sorghum bicolor* L. es una fuente de energía, proteínas, vitaminas y minerales. El objetivo de este trabajo fue evaluar la contribución de compuestos fenólicos presentes en *Oxalis tuberosa* y sorgo, antes y después del proceso de extrusión, sobre la actividad antioxidante. Se formularon 2 tratamientos: 10% de *Oxalis* - 90% de sorgo y 30% de *Oxalis* -70% de sorgo. Se utilizó un extrusor de doble tornillo, a 130 rpm y 70°C hasta 150°C para la extrusión; se realizó actividad antioxidantes y polifenoles tanto de harinas y extrudidos. La actividad antioxidante está directamente relacionado con polifenoles, pues a mayor contenido de polifenoles, mayor es la actividad antioxidante, las altas temperaturas de extrusión afectaron la actividad antioxidante debido a que los extrudidos mostraron menor contenido de polifenoles y no inhibieron el 50% del radical de DPPH.

**Palabras clave:** Extrusión, Harinas, Sorgo, *Oxalis tuberosa*, Polifenoles y Actividad Antioxidante.

### ABSTRACT:

The extrusion process is a very useful tool for food processing, saves time, low production costs, minimal deterioration of nutrients and inactive antinutritional factors, mainly uses raw materials such as corn, wheat, rice and soy. On the other hand, *Oxalis tuberosa* is a tuber that has high content of vitamins, minerals and natural antioxidants like phenolic acids, flavones and anthocyanins; *Sorghum bicolor* L. is a source of energy, protein, vitamins and minerals. The objective of this work was to evaluate the contribution of phenolic compounds present in *Oxalis tuberosa* and sorghum, before and after the extrusion process, on the antioxidant activity. Two treatments were formulated: 10% *Oxalis* - 90% sorghum and 30% *Oxalis* - 70% sorghum. Double screw was used, at 130 rpm and 70 ° C to 150 ° C for extrusion; Was carried out activity antioxidants and polyphenols of both flour and extruded. The antioxidant activity is directly related to polyphenols, because the higher polyphenol content, the higher the antioxidant activity, the higher extrusion temperatures affected the antioxidant activity because the extrudates showed lower content of polyphenols and did not inhibit 50% of the radical of DPPH.

Keywords: Extrusion, Flours, Sorghum, *Oxalis tuberosa*, Polyphenols and Antioxidant activity.

## INTRODUCCIÓN

La tecnología de extrusión es la más utilizada para el procesamiento de cereales en la industria alimentaria, las ventajas son el ahorro de tiempo, la eficiencia energética, bajo costo de procesamiento, mínimo deterioro de nutrientes de los alimentos durante su procesamiento, inactivación de enzimas y factores antinutricionales (Riaz, 2000). Esta tecnología se describe como un proceso térmico de alta temperatura-corto tiempo (HTST) (Guy, 2001).

La cocción por extrusión produce alimentos como lo son las pastas, cereales listos para consumir, alimentos para bebés, alimentos para mascotas, sopas secas, polvos para preparar bebidas y botanas, siendo este último el principal producto obtenido. Al diseñar un producto extrudido existen transformaciones moleculares complejas, como la gelatinización y la fusión de las materias primas en su mayoría a base de almidón (Hirth y col., 2014).

La técnica de extrusión se ha utilizado principalmente como materias primas el maíz, el trigo, el arroz y en los últimos años la soya (Brennan y col., 2012).

La *Oxalis tuberosa* es un tubérculo de poco consumo en México, posee un alto contenido de vitaminas, minerales y antioxidantes naturales como ácidos fenólicos, flavonas y antocianinas, estos compuestos fenólicos no sólo proporcionan importantes propiedades sensoriales en los alimentos, sino también son responsables del color, sabor, gusto o textura; además, pueden desempeñar un papel clave en la prevención de diversas enfermedades asociadas con el estrés oxidativo, enfermedades coronarias e inflamatorias (Chirinos y col., 2009). Sin embargo, pese a su alto contenido nutricional y buena calidad de proteínas, en términos de balance de aminoácidos, su uso y consumo generalmente están limitados, debido a que son sujetos a pérdidas nutricionales post-cosecha y durante el procesamiento (Nemtsy col., 2015).

El *Sorghum bicolor* L. es una de las cosechas de cereales más importantes en el mundo. Este cultivo es una fuente principal de energía, proteínas, vitaminas y minerales para millones de habitantes en las regiones más pobres (Bressani y col., 2014). Este cereal ha llegado a tener una gran importancia para la industria alimentaria y nutricional para la población mundial similar a la que tienen otros cereales como el maíz, trigo y arroz (Bressani y col., 2014). El sorgo contiene de 7 a 16% de proteínas aproximadamente, 55 a 75% de almidón, 0.5 a 5% de lípidos 1.6% de fibra cruda y de 4.5% de cenizas (Serna, 2013). Una de sus principales características son los altos niveles de proteína comparados con otros cereales (Bressani y col., 2014).

Los compuestos fenólicos o polifenoles constituyen un amplio grupo de sustancias químicas, considerados metabolitos secundarios de las plantas, con diferentes estructuras químicas y actividad, englobando más de 8,000 compuestos distintos. Estos compuestos están relacionados con la calidad sensorial de los alimentos de origen vegetal, tanto frescos como procesados. Los compuestos fenólicos intervienen como antioxidantes naturales de los alimentos, por lo que la obtención y preparación de alimentos con un alto contenido en estos compuestos supone una reducción en la utilización de aditivos antioxidantes a la vez que se obtienen alimentos más saludables, que incluso pueden llegar a englobarse dentro de los alimentos funcionales (Martínez y col., 2000).

Desde el punto de vista de su actividad biológica muchos polifenoles tienen propiedades captadoras de radicales libres, lo que les confiere actividad antioxidante, que podría estar relacionada con la prevención de enfermedades cardiovasculares y de algunos tipos de cáncer. La tecnología de extrusión permite mantener las propiedades y valor nutricional de las diversas fuentes alimenticias, el uso de nuevas fuentes naturales para la elaboración de alimentos que además de su aporte nutricional, provean de antioxidantes puede ser una alternativa para utilizarse en un proceso de extrusión (Tomas, 2003), el objetivo de este trabajo fue evaluar la contribución de compuestos fenólicos presentes en *Oxalis tuberosa* y sorgo, antes y después del proceso de extrusión, en la actividad antioxidante.

Los resultados de actividad antioxidante indicaron que, al agregar harina de *Oxalis tuberosa* se obtienen harinas compuestas con buenas propiedades antioxidantes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La obtención de harina de papa roja se realizó mediante la técnica de deshidratación (Ramos, 2014), posteriormente se formularon 2 tratamientos: T1: 10% de *Oxalis tuberosa* y 90% de sorgo y T2: 30% de *Oxalis tuberosa* y 70% de sorgo. Para el proceso de extrusión se utilizó una extrusora marca Thermo prism usalab de doble tornillo, a 130 rpm. Con temperaturas de 70°C hasta 150°C (Steel y col., 2012). Análisis de actividad antioxidantes tanto de harinas y extrudidos mediante la técnica de DPPH (Serrano, 2011) y polifenoles por el método de Folin-Ciocalteu (Nems y col., 2015).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se muestra el contenido de polifenoles totales en las harinas y en el producto final.

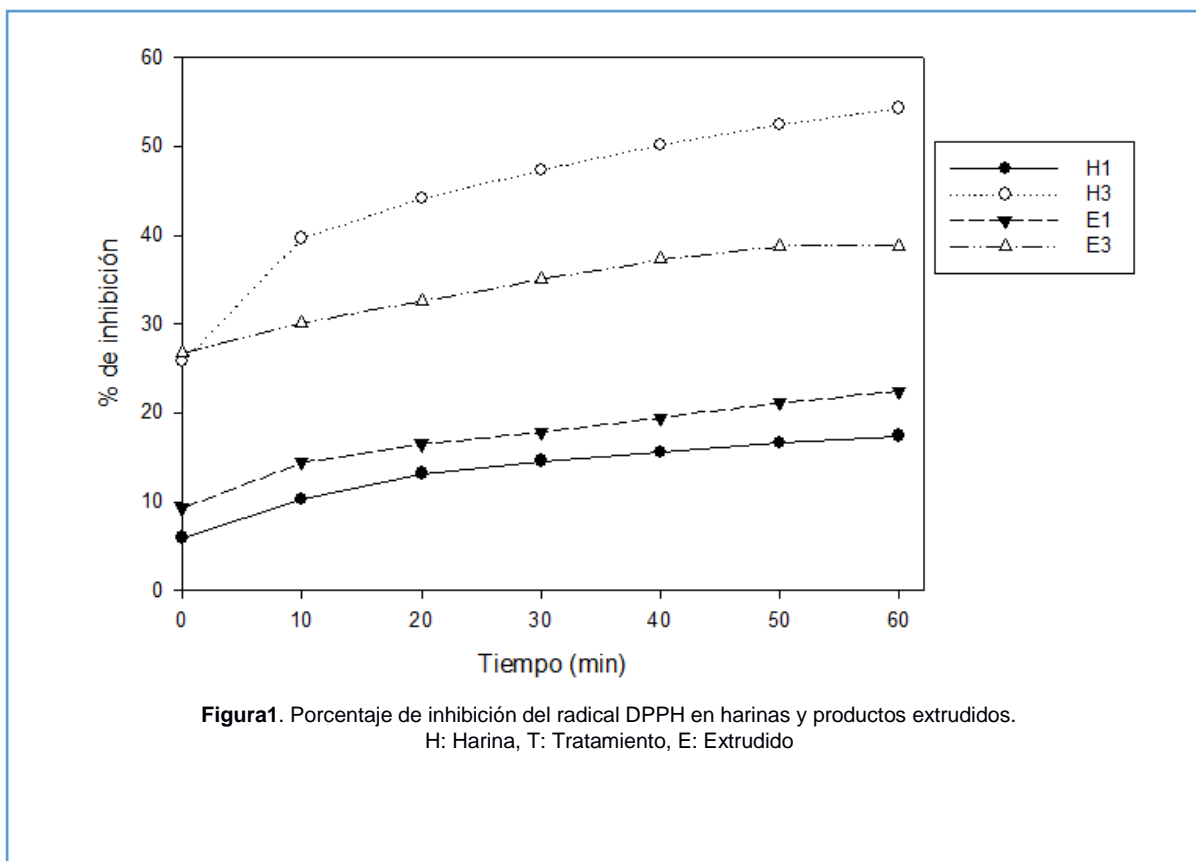
Tratamiento	Harina mg EAG/g de muestra seca	Extrudido mg EAG/g de muestra seca
T1	0.75	0.48
T2	1.11	1.09

mg: miligramos, EAG: Equivalente de ácido gálico, g: gramos

Para evaluar la actividad antioxidante se utilizaron concentraciones de muestra de 0.1 a 0.30 g, con la finalidad de inhibir el 50% de radical de DPPH inicial. Obteniendo los mejores resultados usando 0.30 g de muestra.

En la Fig. 1 se observa que la actividad antioxidante presente en harinas y extrudidos se encuentra directamente relacionado con polifenoles, ya que a mayor contenido de polifenoles presentes mayor es la actividad antioxidante.

Ramos, 2014 determinó fenoles en donas que incluyeron harina de cascara de papa roja encontrando valores similares (1.77 mg EAG/g de muestra).



**Figura1.** Porcentaje de inhibición del radical DPPH en harinas y productos extrudidos.  
H: Harina, T: Tratamiento, E: Extrudido

## CONCLUSIONES

Los resultados de actividad antioxidante indicaron que, al agregar harina de *Oxalis tuberosa* se obtienen harinas compuestas con buenas propiedades antioxidantes, ya que al incrementar el porcentaje de sustitución existe un aumento en el porcentaje de inhibición del radical DPPH. Sin embargo, también se observó que las altas temperaturas de extrusión afectaron la actividad antioxidante debido a que los extrudidos mostraron menor contenido de polifenoles y no lograron inhibir el 50% del radical de DPPH.

## BIBLIOGRAFIA

- Brennan M. A., Derbyshire E., Tiwari B. K. y Brennan C. S. (2012). Enrichment of Extruded Snack Products with Coproducts from Chestnut Mushroom (*Agrocybe aegerita*) Production: Interactions between Dietary Fiber, Physicochemical Characteristics, and Glycemic Load. *J. Agric. Food Chemistry*. Vol 60, 4396–4401 16
- Bressani, R., Rodas, B., Gudiel, E., Lezama, C., & Velásquez, H.. (2014). Características físicas del grano de maicillo (sorgo) de tallo dulce. *Revista de la Universidad del Valle de Guatemala*, Vol. 29, pp 25-30.
- Chirinos Rosana, Indira Betalleluz-Pallardel, Anabel Huamán, Carlos Arbizu, Romina Pedreschi & David Campos..(2009). HPLC-DAD characterisation of phenolic compounds from Andean oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) tubers and their contribution to the antioxidant capacity. *Food Chemistry*, Vol 113, pp. 1243–1251.
- Guy, R. (2001).** “Materias primas para la cocción por extrusion”. En *Extrusión de los alimentos*, Cap 2, Editor Guy, R, Acibia SA, Zaragoza.
- Hirth, M., Leiter, A., Beck, S.M., Schuchmann, H.P. (2014). Effect of extrusion cooking process parameters on the retention of bilberry anthocyanins in starch based food. *Journal of food engineering*, Vol. 125, pp 139–146.

- Martinez I., Periago J., Ros G., (2000) Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta, *Archivos latinoamericanos de nutrición*, Vol 50 pp 5-18
- Nems, A., Peksa, A., Kucharska, A.Z., Sokoł, L.A., Kita, A., Drozd, W., Hamouz, K. (2015). Anthocyanin and antioxidant activity of snacks with coloured potato. *Food Chemistry*, 172, 175–182.
- Ramos, R.E.M. (2014). Estudio del efecto de la actividad antioxidante de harina de cáscara de (*Oxalis tuberosa*) para la disminución de acrilamida en productos de panificación fritos. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Riaz, M. N. (2000). Introduction to extruders and their principles. In: *Extruders in food applications*, M. N. Riaz, (Ed.), pp.1-23, CRC Press, ISBN 978-156-6767-79-8, Boca Raton, United States of America.
- Serna, S.S.R.O. (2013). Química almacenamiento e industrialización de los cereales. Ed. A.G.T. editor, S.A. 5ta ed. México, D.F.
- Serrano M., Guerrero L., De la Paz C. & Soriano S. (2011). *Rev. Mex. Ing. Quím.* vol. (10): 266-290
- Steel C. J., Vernaza M. G., Schmiele M., Ferreira R. E. & Chang Y. K. (2012). Thermoplastic Extrusion in Food Processing. *Thermoplastic Elastomers*. El-Sonbati A. Intechopen, Brasil. 266-277.
- Tomás F. A., (2003) Los polifenoles de los alimentos y la salud, *Alimentacion, nutrición y salud*, Vol 10 pp 41 – 53