

## APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LOS SUBPRODUCTOS AGRÍCOLAS PARA LA OBTENCIÓN DE POLIFENOLES

J.C. Metri-Ojeda, E. Gastélum-Martínez y D.K. Baigts-Allende\*

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco - Unidad Sureste.

\*dbaigts@ciatej.mx

### RESUMEN:

La agricultura es la principal actividad económica que satisface la demanda de alimento en el mundo, generando grandes cantidades de biomasa residual, normalmente empleada para la alimentación animal. Sin embargo por su valor nutricional se ha propuesto para la obtención de nutrimentos como fibra y proteína, pero principalmente metabolitos bioactivos como polifenoles. Estos fitoquímicos son valorados por sus actividades antioxidante y antimicrobiana. Como parte integral del proceso de extracción de proteínas foliares de material vegetal como chaya (*Cnidoscolus chayamansa*), haba verde (*Vicia Faba L.*) y brócoli (*Brassica Oleracea*), este estudio se enfocó en la determinación de polifenoles de los residuos generados de éste proceso. Se analizaron las hojas frescas (HF), los residuos líquidos (RL) y sólidos (RS) de la extracción de proteína. HF presentó una mayor concentración de polifenoles para haba verde ( $6.218 \pm 1.2$  mg EAG/g) seguido de chaya y brócoli. Esta misma tendencia se observó en RL, sin embargo las concentraciones incrementaron en comparación a HF después de la extracción proteica. Finalmente en RS se observó que la presencia de polifenoles disminuyó hasta  $0.233 \pm 0.047$  mg EAG/g. Estos resultados muestran que los residuos de extracción de proteína pueden ser aprovechados como fuente de polifenoles.

### ABSTRACT:

The agriculture is the main economic activity to satisfy world's food demand, generating a large amount of residual biomass often used as animal feed. However, for its nutritional value has been proposed to obtain nutriments like fiber and protein, but mainly bioactive metabolites like polyphenols. These phytochemical have been of great interest for its antioxidant and antimicrobial activity. As an integral process of foliar protein extraction from vegetable material such as chaya (*Cnidoscolus chayamansa*), fava bean (*Vicia Faba L.*), and broccoli (*Brassica Oleracea*), this study has focused on quantify total phenolics compounds in this process wastes. Fresh leaves (HF), liquid (RL) and solid (RS) wastes from the protein extraction process were analyzed. HF has founded a major concentration of polyphenols in fava bean ( $6.218 \pm 1.2$ mg EAG/g) followed by chaya and broccoli. Same trend was also presented in RL samples; nevertheless it was observed that the concentrations were higher than in HF samples once the protein was extracted. Finally in RS samples, it was observed that the presence of polyphenols was reduced to  $0.233 \pm 0.047$ mg EAG/g. These results show that the protein extraction wastes can be exploited as polyphenols source.

**Palabras clave:** Residuos foliares, polifenoles, antioxidantes.

**Keywords:** Foliar wastes, polyphenols, antioxidants.

**Área:** Nutrición y Nutraceuticos

### INTRODUCCIÓN.

El cultivo de la chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) a pesar de ser un vegetal apreciado por la cultura yucateca en la elaboración de platillos culinarios y bebidas, es considerado de traspatio. Existen algunos reportes que mencionan sus propiedades

nutricionales como vitaminas y fibra pero principalmente proteína, sin embargo este cultivo aún no ha sido impulsado para su aprovechamiento.

Dentro de los cultivos de alta extensión territorial en el país, se encuentran el haba verde (*V. Faba L.*) y el brócoli (*Brassica oleracea*), con producciones de hasta 82,157.74 y 445,885 toneladas respectivamente (SIAP, 2014). Sin embargo sólo el 50% del peso del cultivo es aprovechado para consumo humano (florescencia y semillas), el resto es desechado o utilizado como alimento para ganado. Estos desechos pueden incluir tallos y hojas entre otras partes del cultivo, las cuales pueden ser aprovechadas para la obtención de nutrimentos. Existen otros componentes que pueden ser obtenidos de estos desechos, como son los metabolitos secundarios o fitoquímicos, son compuestos que presentan actividades biológicas como capacidad antioxidante o antimicrobiana. Entre ellos se encuentran los flavonoides, taninos e isoflavonas entre otros, que pertenecen a un gran grupo conocido como polifenoles.

Los polifenoles se caracterizan por poseer al menos un anillo aromático y varios grupos hidroxilo (Wink, 2010). Estos pueden ser utilizados como suplementos alimenticios o en forma farmacéutica, gracias a sus propiedades bioactivas, dependiendo de su estructura química. Hay evidencias que demuestran que son capaces de prevenir algunas enfermedades crónicas, como hiperlipidemia, cáncer y enfermedades cognitivas como el Alzheimer (Quideau *et al.*, 2011; Vazour *et al.*, 2012; Ignat *et al.*, 2013).

Como parte del aprovechamiento integral de los cultivos, el objetivo del presente estudio fue evaluar los residuos generados de la extracción de proteínas para ser reutilizados como fuente de compuestos polifenólicos. La determinación del contenido de polifenoles presente en la hoja fresca (HF) de los diferentes cultivos fue comparado con el contenido en los residuos provenientes de las dos etapas del proceso extracción de proteínas a) residuo líquido (RL), b) residuo sólido (RS). La presencia de compuestos polifenólicos aumentó en el RL después de la extracción proteica comparado con HF para todos los cultivos. Los residuos foliares pueden ser aprovechados de manera integral para la obtención de compuestos nutricionales para la alimentación humana.

## **MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **Material vegetal**

Para el desarrollo del este estudio se emplearon hojas de chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) adquiridas mediante la empresa Flores Finas de Teya S.P.R. de R.L y residuos foliares de haba verde (*Vicia faba L.*) y brócoli (*Brassica oleracea*) amablemente abastecidos por el Sistema Producto Brócoli, Guanajuato y el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX) respectivamente.

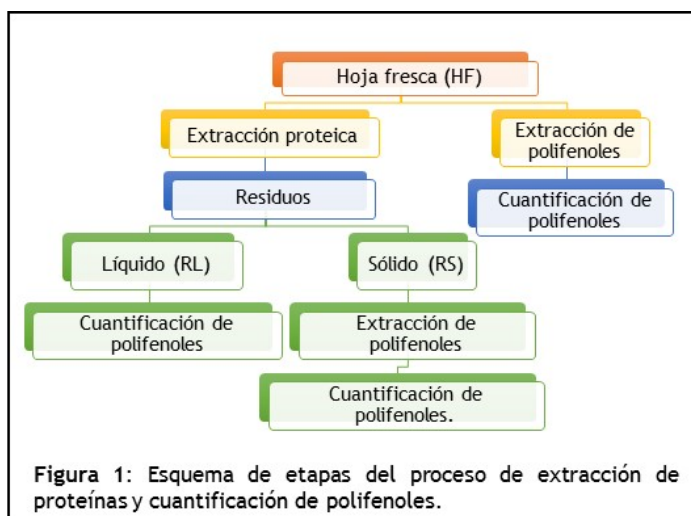
### **Extracción de polifenoles**

La extracción de polifenoles se realizó de acuerdo con la metodología reportada por Baginsky *et al.*, (2013). Las mezclas de material vegetal: metanol al 80% (v/v) a una

relación 1:4 se trituraron y maceraron durante 2 horas en agitación continua. Las dispersiones se filtraron con gasa para recuperar el medio líquido y los sólidos fueron extraídos nuevamente. Los sobrenadantes fueron incorporados en una sola muestra para ser finalmente centrifugados a 4500 rpm, 4 °C y 14 min.

### Determinación de polifenoles

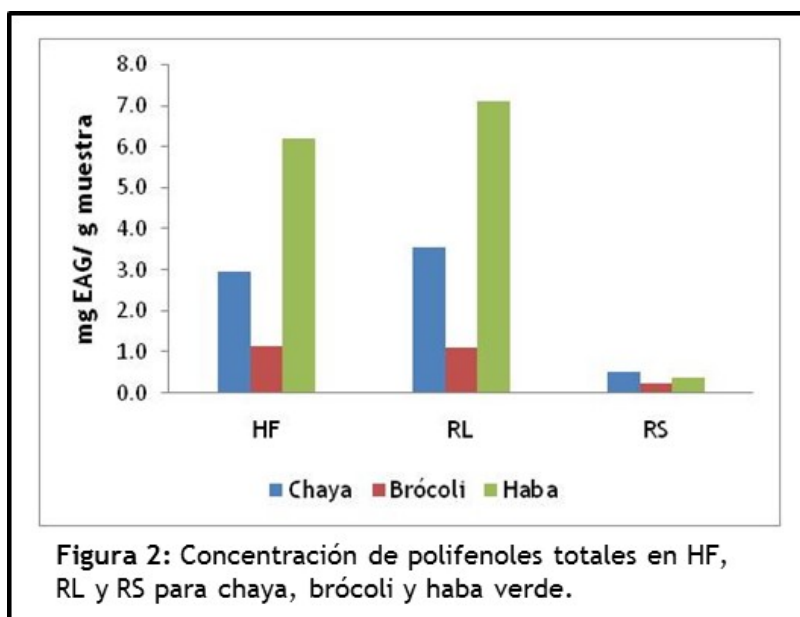
La cuantificación de polifenoles totales se realizó empleando la técnica reportada por Loarca-Piña *et al.*, (2010) con algunas modificaciones. Se tomaron alícuotas de 20 µl del sobrenadante y se hicieron reaccionar con 250 µl de reactivo Folin-Ciocalteu 1N, la muestra se agitó y posteriormente se agregaron 1250 µl de una solución de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 20% (w/v) y 480 µl de agua destilada. La mezcla se agitó y se dejó reposar durante 2 h. La lectura se realizó a una absorbancia a 760 nm. Se elaboró una curva de calibración con ácido gálico a concentraciones entre 0.01 y 0.5 mg/ml y los resultados fueron expresados como mg equivalentes de ácido gálico (EAG)/g. Se cuantificaron los polifenoles en hoja fresca, en el sobrenadante y el residuo sólido de la extracción proteica (Figura 1).



### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2 se muestran los resultados obtenidos de la cuantificación de polifenoles en RL, RS y HF. Se observa que la concentración de polifenoles es diferente para cada material foliar. El haba verde presentó la mayor concentración de polifenoles (6.218 g ±1.2 mg EAG/g) con respecto a chaya y brócoli (2.95 ± 0.001 y 1.137 ±0.100 mg EAG/g, respectivamente). Los valores encontrados para hojas frescas de haba verde no se pudieron comparar con literatura ya que los reportes encontrados se enfocan principalmente en semillas y vainas con valores entre 0.817 a 67.47 mg EAG/g (Chaieb *et al.*, 2011; Yahia *et al.*, 2012; Baginsky *et al.*, 2013; Osman *et al.*, 2014). En relación a chaya, los resultados son similares a lo reportado por Jaramillo., (2014) de 3.30 mg EAG/g b.s. Para las hojas de brócoli, Murugan B.S. *et al.*, (2014) encontraron valores de 7.8 mg EAG/g b.s. cuando determinaron polifenoles en hojas deshidratadas y Hwang J-H.*et al.*, (2015) de 13.10 mg EAG/g en hojas liofilizadas; la diferencia en las concentraciones puede deberse a los métodos de extracción empleados.

En el residuo líquido obtenido después de la extracción proteica, se observó la misma tendencia de concentración polifenólica para cada cultivo ( $7.111 \pm 0.72$ ,  $3.565 \pm 0.29$  y  $1.112 \pm 0.147$  mg EAG/g, respectivamente). Se observó un incremento en la concentración de polifenoles con respecto a la muestra en fresco. Esto pudo deberse que los complejos proteína-polifenoles se separaron debido a la ruptura de las uniones de los puentes de hidrógeno, permitiendo así, la liberación de los polifenoles (Quideau S. *et al.*, 2011). De igual manera, la disrupción de las paredes celulares durante el proceso de maceración pudo ocasionar la liberación de los polifenoles hacia el extracto acuoso. Finalmente, se observó que los valores de polifenoles en los residuos sólidos (RS) fueron menores que en el material fresco y RL ( $0.538 \pm 0.22$  mg EAG/g para chaya,  $0.369 \pm 0.12$  mg EAG/g para haba verde y  $0.233 \pm 0.047$  mg EAG/g para brócoli), probablemente debido a que fueron solubilizados junto con las proteínas (complejos) previo a la separación de la proteína.



### CONCLUSIONES

El presente estudio muestra que la utilización de los residuos foliares pueden ser una alternativa de aprovechamiento integral de las cadena agrícolas para la obtención de compuesto nutricionales como los polifenoles.

### Agradecimientos

Los autores agradecen al Sistema Producto Brócoli Guanajuato y a ICAMEX por proporcionar la materia prima para realización del presente estudio. Así mismo al Fondo de Desarrollo Científico para Atender Problemas Nacionales de CONACYT proyecto con número 246993.

### BIBLIOGRAFÍA

- Ali, E. A. A. M. O., Awadelkareem, A. M., Gasim, S., & El Amir, N. (2014). NUTRITIONAL COMPOSITION AND ANTI NUTRIENTS OF TWO FABA BEAN (*Vicia faba* L.) LINES. *International Journal*, 2(12), 538-544.
- Baginsky, C., Peña-Neira, Á., Cáceres, A., Hernández, T., Estrella, I., Morales, H., & Pertuzé, R. (2013). Phenolic compound composition in immature seeds of fava bean (*Vicia faba* L.) varieties cultivated in Chile. *Journal of food composition and analysis*, 31(1), 1-6.
- Chaieb, N., González, J. L., López-Mesas, M., Bouslama, M., & Valiente, M. (2011). Polyphenols content and antioxidant capacity of thirteen faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes cultivated in Tunisia. *Food Research International*, 44(4), 970-977.
- Chaieb, N., González, J. L., López-Mesas, M., Bouslama, M., & Valiente, M. (2011). Polyphenols content and antioxidant capacity of thirteen faba bean (*Vicia faba* L.) genotypes cultivated in Tunisia. *Food Research International*, 44(4), 970-977.
- Hwang, J. H., & Lim, S. B. (2015). Antioxidant and Anticancer Activities of Broccoli By-Products from Different Cultivars and Maturity Stages at Harvest. *Preventive nutrition and food science*, 20(1), 8.
- Ignat, I., Radu, D. G., Volf, I., Pag, A. I., & Popa, V. I. (2013). Antioxidant and antibacterial activities of some natural polyphenols. *cytokines*, 4, 5.
- Jaramillo Espinoza A. E. 2014. Evaluación de la relación del contenido de fenoles determinados por dos técnicas analíticas con su capacidad citotóxica en doce especies vegetales de Ecuador. Tesis. Universidad Técnica de Machala. Ecuador.
- Loarca-Piña G, Mendoza S, Ramos-Gómez M, Reynoso R. 2010. Antioxidant, antimutagenic and antidiabetic activities of edible leaves from *Cnidioscolus chayamansa* Mc. Vaugh. *Journal of food science*. 75 (2). Pp H68-H72.
- Murugan, S. B., Deepika, R., Reshma, A., Ashwini, M., & Sathishkumar, R. (2014). Assessment of free radical scavenging activities of leaves and stem fractions of green leafy vegetables. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 8(45), 1138-1145.
- Quideau, S., Deffieux, D., Douat-Casassus, C., & Pouységu, L. (2011). Plant polyphenols: chemical properties, biological activities, and synthesis. *Angewandte Chemie International Edition*, 50(3), 586-621.
- SIAP (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2014. Anuario estadístico de la producción agrícola. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>. Consultado el 10 de Abril de 2016
- Upadhyay, R., Sehwal, S., & Singh, S. P. (2015). Antioxidant Activity and Polyphenol Content of Brassica oleracea Varieties. *International Journal of Vegetable Science*, (just-accepted).
- Vazour D, Vafeiadouk K, P.E Spencer J. 2012. Polyphenols “en Phytonutrients editado por Andrew Salter, Helen Wiseman and Gregory Tucker”. WileyBlackWell. Pp 110-130.
- Wink M. 2010. Introduction: Biochemistry, physiology and ecological functions of secondary metabolites “en Annual Plant Reviews Volume 40 editado por: Michael Wink”. WileyBlackWell. Pp 1-6

Yahia, Y., Elfalleh, W., Tlili, N., Hannachi, H., Loumerem, M., & Ferchichi, A. (2013). PHYTOCHEMICAL CONTENTS AND ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF SOME TUNISIAN FABA BEAN POPULATIONS. *Romanian Agricultural Research*, 30, 65-74.